

Umsetzungshilfen Arbeit 4.0

Künstliche Intelligenz für die produktive und präventive Arbeitsgestaltung nutzen: Hintergrundwissen und Gestaltungsempfehlungen zur Einführung der 4.0-Technologien



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

IMPRESSUM

Umsetzungshilfen Arbeit 4.0

Künstliche Intelligenz für die produktive und präventive Arbeitsgestaltung nutzen:
Hintergrundwissen und Gestaltungsempfehlungen zur Einführung der 4.0-Technologien



Herausgeber:

„Offensive Mittelstand – Gut für Deutschland“
Stiftung „Mittelstand – Gesellschaft – Verantwortung“
c/o Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
Kurfürsten-Anlage 62
69115 Heidelberg
Tel.: 06221 5108-22612 (Mo.–Fr. 8:30–12:30 Uhr)
Fax: 06221 5108-21599
E-Mail: info@offensive-mittelstand.de

Die Offensive Mittelstand ist ein Projekt der Stiftung „Mittelstand – Gesellschaft – Verantwortung“.

Stiftung „Mittelstand – Gesellschaft – Verantwortung“
Kurfürsten-Anlage 62
69115 Heidelberg
Tel.: 06221 5108-22612
E-Mail: info@stiftung-m-g-v.de

Steuernummer: 117/110/90640; Finanzamt, 69111 Heidelberg
Rechtsfähige öffentliche Stiftung des bürgerlichen Rechts. Genehmigt vom Regierungspräsidium Karlsruhe am 24.11.2017

Vorsitzender des Stiftungs-Vorstands: Oleg Cernavin
Vorsitzender des Stiftungs-Kuratoriums: Helmut Ehnies

Konzept und Entwicklung im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes „Prävention 4.0“:

BC GmbH Forschungs- und Beratungsgesellschaft, FST – Forum Soziale Technikgestaltung, ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V., Institut für Betriebliche Gesundheitsförderung – BGF GmbH, IfM Bonn – Institut für Mittelstandsforschung, itb – Institut für Technik der Betriebsführung im Deutschen Handwerksinstitut e. V., sfs – Sozialforschungsstelle/Technische Universität Dortmund, VDSI – Verband für Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz bei der Arbeit e. V.

Foto: Gorodenkoff/Shutterstock (Titel)

Grafikdesign: cps Medienproduktion (Isabell Goppert/Waldemar Klein), Heidesheim

Druck: Prodis GbR, Rödermark

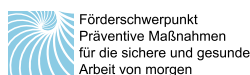
ISBN 978-394-0506-528

Mai 2019

© Copyright liegt bei dem Herausgeber. Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk ist einschließlich seiner Teile urheberrechtlich geschützt.

Die Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 wurden im Rahmen des Verbundprojektes „Prävention 4.0“ entwickelt.


GEFÖRDERT VOM



Das Verbundprojekt „Prävention 4.0 – Handlungsfelder und -leitfaden für eine präventive Arbeitsgestaltung der digitalen Arbeitswelt 4.0 (praeVierNull)“ wird gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und betreut vom PTKA Projektträger Karlsruhe, Karlsruher Institut für Technologie, im Rahmen des Förderschwerpunktes „Präventive Maßnahmen für die sichere und gesunde Arbeit von morgen“. Förderkennzeichen 02L14A130 (ff), Laufzeit 12/2015 bis 4/2019.

Arbeit 4.0

In den Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 wird auf eine geschlechtsneutrale Schreibweise geachtet. Wo dieses nicht möglich ist, wird zugunsten der besseren Lesbarkeit das ursprüngliche grammatische Geschlecht als Klassifizierung von Wörtern (männlich, weiblich, sächlich und andere) verwendet. Es wird hier ausdrücklich darauf hingewiesen, dass damit auch jeweils das andere Geschlecht angesprochen ist.



Umsetzungshilfen Arbeit 4.0

Künstliche Intelligenz für die produktive und präventive Arbeitsgestaltung nutzen: Hintergrundwissen und Gestaltungsempfehlungen zur Einführung der 4.0-Technologien

Die Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 können auch als einzelne Umsetzungshilfen downgeloadet werden: www.praeventive-arbeit40.de

Inhaltsverzeichnis

Umsetzungshilfen Arbeit 4.0: Mitwirkende und Autoren	5
Arbeit 4.0 – Einleitung	
› Künstliche Intelligenz – eine neuer Akteur im Arbeitsprozess	8
› 4.0-Technologien bewusst und gezielt nutzen	9
› Umsetzungshilfen Arbeit 4.0: Empfehlungen für die Arbeitsgestaltung	10
› Zielgruppe der Umsetzungshilfen Arbeit 4.0	12
› Struktur der Umsetzungshilfen Arbeit 4.0	13
› Wie wurden die Umsetzungshilfen entwickelt?	14
› Basistechnologien der autonomen technischen Systeme (cyber-physische Systeme – CPS)	15
1. Arbeit 4.0: Führung und Kultur	
1.1 Ziele, Strategie und Kriterien für 4.0-Prozesse	
1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation	21
1.1.2 Autonomie der Systeme	26
1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)	32
1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)	37
1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien	43
1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen	50
1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt	57
1.2 Führungsformen und -verhalten in 4.0-Prozessen	
1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse	61
1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungsverhalten für 4.0-Prozesse	69
1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams	75
1.2.4 Virtualität und Identität	81
1.3 Entscheidungen und Verantwortung in 4.0-Prozessen	
1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen	87
1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)	91
1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)	96
1.3.4 Autonome Softwaresysteme und Unternehmerverantwortung	102
1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen	106
1.4 Wissen und Kompetenzen in 4.0-Prozessen	
1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)	111
1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0	117
1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen	123
1.4.4 Organisation von Wissen in 4.0-Prozessen (Wissensmanagement)	130
1.4.5 Lernformen 4.0	137
1.5 Unternehmenskultur und 4.0-Prozesse	
1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen	143
1.5.2 Diversity in 4.0-Prozessen	149
1.6 Interessenvertretung und cyber-physische Systeme (CPS)	
1.6.1 Arbeit 4.0: Neue Anforderungen an Interessenvertretung	155
1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0	162

2. Arbeit 4.0: Organisation	
2.1 Grundlagen der Organisation der smarten Arbeitswelt	
2.1.1	Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen (Rahmenbedingungen) 169
2.1.2	Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation 176
2.1.3	Präventive Aspekte einer Restrukturierung bei 4.0-Prozessen 182
2.1.4	4.0-Prozesse und agiles kooperatives Change Management 189
2.1.5	Beschaffung digitaler Produkte 193
2.1.6	Controlling und 4.0-Prozesse 198
2.1.7	Kennzahlen und cyber-physische Systeme (CPS) 205
2.1.8	Digital-Mentor („Kümmerer“) 210
2.2 Organisatorische Aspekte von Risiko und Sicherheit der 4.0-Prozesse	
2.2.1	Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen 214
2.2.2	Gefährdungsbeurteilung 4.0 223
2.2.3	Risikobetrachtung und IT-Sicherheit 230
2.2.4	Notfallorganisation und 4.0-Prozesse 237
2.2.5	Sicherheitstechnische und arbeitsmedizinische Betreuung – neue Anforderungen 243
2.3 Umgang mit Daten	
2.3.1	Datensicherheit in 4.0-Prozessen 248
2.3.2	Datenschutz in 4.0-Prozessen 255
2.3.3	Datenqualität in 4.0-Prozessen 260
2.3.4	Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen 265
2.3.5	Umgang mit Messengern und sozialen Medien 270
2.4 Steuerung der 4.0-Prozesse	
2.4.1	Prozessplanung mit cyber-physischen Systemen (CPS) 275
2.4.2	Building Information Modeling (BIM) 281
2.4.3	Mobiles Arbeiten mit cyber-physischen Systemen (CPS) 287
2.4.4	Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) 293
2.4.5	CPS-gesteuerte Wertschöpfungsketten (smarte Wertschöpfungsprozesse) 301
2.5 Plattformen und betriebsübergreifende Wertschöpfung	
2.5.1	Anforderungen an eine Cloud 305
2.5.2	Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen 309
2.5.3	Plattformökonomie 313
2.6 Personal in 4.0-Prozessen	
2.6.1	Digitale Planung des Personaleinsatzes 319
2.6.2	Personalentwicklung und cyber-physische Systeme (CPS) 323
2.6.3	Personalbeurteilung und cyber-physische Systeme (CPS) 331
2.6.4	Einsatz von externem Crowdfunding 340

3. Arbeit 4.0: Sicherheit	
3.1 Sicherheit von smarten Arbeitsmitteln	
3.1.1 Betriebssicherheit der cyber-physischen Systeme (CPS)	349
3.1.2 3-D-Druck und Additive Manufacturing (AM)	354
3.1.3 Einsatz von smarten Drohnen	359
3.1.4 Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie	363
3.1.5 Sicherheit autonom fahrender Fahrzeuge	369
3.1.6 Smarte Formen der Instandhaltung von Arbeitsmitteln	376
3.2 Technische Assistenzsysteme	
3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein	381
3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses	385
3.2.3 Technische Assistenzsysteme in Fahrzeugen (wie Navis, Tablets, Bildschirme)	392
3.2.4 Exoskelette	397
3.2.5 Ambient Intelligence, Ambient Assisted Working	401
3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)	405
3.2.7 Nutzung von Robotern	410
3.3 Digitale Ergonomie	
3.3.1 Personenbezogene digitale Ergonomie	415
3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)	419
3.4 Digitale Sicherheitsprodukte	
3.4.1 Digitale Persönliche Schutzausrüstung (PSA)	424
4. Arbeit 4.0: Gesundheit	
4.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse	
4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse	431
4.1.2 Belastungs-Beanspruchungs-Konzept 4.0	436
4.1.3 Tracking und Worklogging	443
4.1.4 Betriebliches Gesundheitsmanagement (BGM) 4.0	447
4.1.5 Digitale Sucht	452
4.1.6 Organisch-anorganische Integration von 4.0-Technologien (Cyborg)	455
4.2 Digitale Gesundheits-Tools	
4.2.1 Gesundheits-Apps – Wirkung und Qualitätskriterien	458
4.2.2 Gamification zur Mitarbeiterbindung und -motivation	462
Glossar	466

Umsetzungshilfen Arbeit 4.0: Mitwirkende und Autoren

Autoren

Ufuk Altun – ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V.
Kristina Büntenbender – Institut für Betriebliche Gesundheitsförderung – BGF GmbH
Oleg Cernavin – BC GmbH Forschungs- und Beratungsgesellschaft
Anja Cordes – itb – Institut für Technik der Betriebsführung im Deutschen Handwerksinstitut e. V.
Stefan Diehl – BC GmbH Forschungs- und Beratungsgesellschaft
Dr. Martina Frost – ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V.
Arno Georg – sfs – Sozialforschungsstelle/Technische Universität Dortmund
Dr. Klaus Große – VDSI – Verband für Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz bei der Arbeit e. V.
Kerstin Guhlemann – sfs – Sozialforschungsstelle/Technische Universität Dortmund
Oliver Hasselmann – Institut für Betriebliche Gesundheitsförderung – BGF GmbH
Katja Hedke – VDSI – Verband für Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz bei der Arbeit e. V.
Dr. Annette Icks – IfM Bonn – Institut für Mittelstandsforschung Bonn
Andreas Ihm – itb – Institut für Technik der Betriebsführung im Deutschen Handwerksinstitut e. V.
Dr. Susanne Schleppehorst – IfM Bonn – Institut für Mittelstandsforschung Bonn
Welf Schröter – FST – Forum Soziale Technikgestaltung
Katrin Zittlau – VDSI – Verband für Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz bei der Arbeit e. V.

Verbundpartner des Projektes „Prävention 4.0“

BC GmbH Forschungs- und Beratungsgesellschaft (Konsortialführer)
BGF GmbH – Institut für Betriebliche Gesundheitsförderung
FST – Forum Soziale Technikgestaltung
ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V.
IfM Bonn – Institut für Mittelstandsforschung Bonn
itb – Institut für Technik der Betriebsführung im Deutschen Handwerksinstitut e. V.
sfs – Sozialforschungsstelle/Technische Universität Dortmund
VDSI – Verband für Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz bei der Arbeit e. V.

Umsetzungspartner des Verbundprojektes „Prävention 4.0“

Dr. Alexander Barthel – ZDH – Zentralverband des Deutschen Handwerks e. V.
Dr. Mikko Börkircher – METALL NRW – Verband der Metall- und Elektro-Industrie Nordrhein-Westfalen e. V.
Matthias Bradatsch – BG RCI – Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
Elisa Bradke – VBG – Verwaltungs-Berufsgenossenschaft
Karl-Heinz Brandl – ver.di – Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft – Bund
Norbert Breutmann – BDA – Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände e. V. (zum Zeitpunkt der Bearbeitung – BDA)
Dr. Anne Dohle – Zentralverband des Deutschen Handwerks e. V.
Jürgen Dörich – Südwestmetall – Verband der Metall- und Elektroindustrie Baden-Württemberg e. V.
Dr. Stephan Gabriel – BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Lambert Jülich – BG RCI – Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
Karlheinz Kalenberg – GQA – Gesellschaft für Qualität im Arbeitsschutz mbH
Thomas Köpp – Südwestmetall – Verband der Metall- und Elektroindustrie Baden-Württemberg e. V.
Dr. Sigrun Mantei – INQA – Initiative Neue Qualität der Arbeit
Carsten Rogge-Strang – AGV Banken – Arbeitgeberverband des privaten Bankgewerbes e. V.
Dr. Susanne Roscher – VBG – Verwaltungs-Berufsgenossenschaft
Gabi Schilling – IG Metall Nordrhein-Westfalen
Achim Sieker – BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales
Anke Thorein – ver.di – Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft – Bund
Reinhard Walleter – Südwestmetall – Verband der Metall- und Elektroindustrie Baden-Württemberg e. V.

Experten aus Unternehmen

Dr. Jörg Arnold – thyssenkrupp AG
Astrid Barac – AKA Ausfuhrkredit-Gesellschaft mbH
Olaf Becker
Michael Bothe – Bausparkasse Mainz AG
Camerin-Systemzentrale, Stadtallendorf
Dachdeckermeister Claus Dittrich GmbH & Co. KG, Dresden
Tanja Ebbing – Ebbing Unternehmensberatung, Neuhof
GEBR Ihle Bildguss GmbH, Dresden
Karin Goldstein – ehemals Commerzbank AG
Dr. Christian Gravert – Deutsche Bahn AG
gwh – Gemeinschaftswäscherei Himmelsthür gGmbH, Hildesheim
Ralf Hasford – Business Kommunikation Hasford, Berlin
Ferdinand Hasse – Phoenix Contact GmbH & Co. KG, Blomberg
Peter Heck – Siemens AG
Wilhelm Heidbrede – Unternehmensberatung, Bielefeld
Claus Heitzer – Beraternetzwerk, Mönchengladbach
Dr. Andree Hillebrecht – Volkswagen AG
Michael Hilser – Europäische Projektentwicklung und Consulting, Bad Krozingen
Manuel Holzweißig – Aesculap AG, Tuttlingen
Martin Junge – Commerzbank AG
Sylvia Keske – Coaching und Beratung, Berlin
Lisa Kotthaus – Gira GmbH & Co. KG, Radevormwald
Sven-Thorben Krack – Volkswagen AG
Cornelia Felicia Krämer – proventis consult, Berlin
Christoph Kunz – Siemens AG
Birgit Labling – Trumpf GmbH & Co. KG, Ditzingen
Dr. Thomas Linz – Bayer Pharma AG, Berlin
Dr. Achim Loose – KOKON Consult, Köln
Malermeister Markus Massmann, Lüdinghausen
Maschinenfabrik Reinhausen GmbH, Regensburg
Thomas Merfeld – BOMAG GmbH, Boppard
Otto Eberle Bau GmbH & Co. KG, Landau
Daniel Partecke – Siemens AG
Lucie Perrot – ING-DiBa AG
Dr. Marcus Pertlwieser – Deutsche Bank AG
Rifka Pieper – ING-DiBa AG
Mirjam Pütz – Deutsche Bank AG
Dr. Markus Reimann – Deutsche Bank AG
Dr. Albert Ritter – Forschung Beratung Training (FBT), Otterberg
Michael Röther – Kardex Remstar GmbH, Neuburg an der Kammel
Prof. Dr. Klaus Scheuch – ZAGS Zentrum für Arbeit und Gesundheit Sachsen GmbH, Dresden
Heiko Schlindwein – Kardex Remstar GmbH, Neuburg an der Kammel
Prof. Dr. Bernd Siegemund – B.A.D. Gesundheitsvorsorge und Sicherheitstechnik GmbH, Bonn
Tomy Sobetzko – PFW Aerospace GmbH, Speyer
Hanns Peter Spaniol – Heusch GmbH & Co. KG, Aachen
Marion Steiner – it.security@work GmbH, Dreieich-Sprendlingen
Uwe Suchland – Kirchhoff Automotive Deutschland GmbH, Iserlohn
Dr. Andreas Tautz – Deutsche Post DHL Group, Bonn
Tischlerei Eigenstetter GmbH, Rehna
Dr. Paula Vogelheim – B.A.D. Gesundheitsvorsorge und Sicherheitstechnik GmbH, Bonn
Dr. Stephan Weiler – Audi AG
Werk5 GmbH, Berlin

Experten aus Wissenschaft und intermediären Organisationen

Christian Bosse – Institut für Technologie und Arbeit e.V.
Prof. Dr. Hans Drexler – DGAUM – Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V.
Günter Dunschen – Handwerkskammer Wiesbaden
Prof. Dr. Ilona Ebbers – EUF – Europa-Universität Flensburg
Prof. Dr. Monika Eigenstetter – Hochschule Niederrhein
Prof. Dr. Gudrun Faller – Hochschule für Gesundheit
Prof. Dr. Stephan Gronwald – Technische Hochschule Deggendorf
Linda Gutt – Handwerkskammer Hannover Projekt- und Servicegesellschaft mbH
Christian Hentschel – NiedersachsenMetall – Verband der Metallindustriellen Niedersachsens e.V.
Sven Hille – ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V.
Werner Hollstein – Unternehmerverband der Metallindustrie Bielefeld-Herford-Minden e.V.
Michael Holz – IfM Bonn – Institut für Mittelstandsforschung Bonn
Florian Jentsch – BWHT – Baden-Württembergischer Handwerkstag e.V.
Dr. Tim Jeske – ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V.
Katja Keller-Landvogt – IKK classic
Max Kettner – BVMW – Bundesverband mittelständische Wirtschaft
Christoph Krause – Kompetenzzentrum Digitales Handwerk
Prof. Dr. Dr. Rainer Kreuzhof – EUF – Europa-Universität Flensburg
Prof. Dr. Oliver Kruse – Hochschule der Deutschen Bundesbank
Gudrun Laufer – Handwerkskammer Berlin
Dr. Frank Lennings – ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V.
Prof. Dr. Anja Liebrich – Institut für Arbeitsfähigkeit GmbH
Prof. Dr. Wolfgang Lukas – Hochschule Bremerhaven
Dr. Thomas Nessler – DGAUM – Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V.
Nicole Ottersböck – ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V.
Dr. Stephan Sandrock – ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V.
Dr. Christian Schröder – IfM Bonn – Institut für Mittelstandsforschung Bonn
Kay Schulte – DVR – Deutscher Verkehrssicherheitsrat e.V.
Robert Schulte – VME – Verband der Metall- und Elektroindustrie Berlin-Brandenburg
Nora Johanna Schüth – ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V.
Alexander Schwarz – Handwerkskammer Region Stuttgart
Angelika Stockinger – Offensive Mittelstand, Stiftung Mittelstand – Gesellschaft – Verantwortung e.V.
Sebastian Terstegen – ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V.
Prof. Dr. Trimpop – Friedrich-Schiller-Universität Jena
Prof. Dr. Arno Weber – Hochschule Furtwangen
Prof. Dr. Marc André Weber – ehemals ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V.
Christian Zweck – Handwerkskammer Niederbayern Oberpfalz

Arbeit 4.0 – Einleitung

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) stehen vor der großen Aufgabe, die Herausforderungen der digitalen Transformation in der Arbeitswelt zu bewältigen und sie als Chance zu nutzen. Der zunehmende Einsatz neuer 4.0-Technologien auf Basis künstlicher Intelligenz (KI) beeinflusst viele Bereiche unserer Arbeit und des alltäglichen Lebens. Dazu gehören zum Beispiel Technologien, die in Smartphones, Fahrzeugen und Anlagen, Räumen oder technischen Assistenzmitteln zum Einsatz kommen. Überall spielen selbst eingegebene Daten sowie Daten von Sensoren, die von KI verarbeitet und genutzt werden, eine wesentliche Rolle. Mit dem Einsatz von 4.0-Technologien ist ein tief greifender Wandel verbunden, der alle Unternehmen betrifft und sich auf alle Branchen erstreckt. Dieser Wandel stellt neue Anforderungen an die Arbeits- und Organisationsgestaltung in den Unternehmen.

Künstliche Intelligenz – eine neuer Akteur im Arbeitsprozess

Hervorgerufen wird dieser Wandel durch die 4.0-Technologien, die es erlauben, eine große Fülle an Daten zu generieren (Big Data) und diese auf vielfältige Art und Weise auszuwerten, zu analysieren und zu verwerten. 4.0-Technologien vernetzen so bisher voneinander getrennte Dinge wie Arbeitsmittel, Prozesse, Objekte sowie Alltagsgegenstände miteinander („Internet der Dinge“). Diese Dinge können beinahe in Echtzeit miteinander kommunizieren (cyber-physische Systeme – CPS). Intelligente Software verwendet diese Daten, um zum Beispiel eigenständig Maschinen und Fahrzeuge zu steuern, betriebliche Organisationsprozesse zu optimieren oder über Persönlichkeitsprofile den Personaleinsatz zu planen. Sie kann mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) autonom handeln, Prozesse ganz oder teilweise steuern und lernen, *siehe Abbildung 1* (zu den Basistechnologien der autonomen Informationen technischer Systeme [CPS] siehe S. 15).¹

Diese 4.0-Technologien können im Arbeitsprozess sowohl die Produktivität und Wirtschaftlichkeit fördern als auch zum Treiber einer neuen Unternehmenskultur werden. Potenziale durch den Einsatz intelligenter Software (inkl. KI) bestehen in einer neuen Arbeitsqualität, die zum Beispiel Ressourcen effektiver einsetzt und nutzt, die Selbstentfaltung und Gesundheitsressourcen fördert, die Prozesse umweltschonender gestaltet, die neue Arbeitsmodelle mit direkter Beteiligung ermöglicht, die größere Transparenz herstellt oder die Menschen mit assistierenden Systemen unterstützt. Dies kann zu einer produktiven und menschengerechten Arbeitskultur führen.²

Mit der Einführung und Nutzung intelligenter Software (inkl. KI) können aber auch unerwünschte Folgen und Gefahren verbunden sein. Die intelligente Software kann zum Beispiel als restriktiv und kontrollierend empfunden werden, die Belastung erhöhen und durch fremdbestimmte (Teil-)Steuerung zu einem Verlust an Handlungsautonomie und -kompetenz, geringerem Gestaltungsspielraum, Abbau von Gesundheitsressourcen und zu einem Anstieg psychosozialer Belastungen führen.³

¹ vgl. u. a. Baumann et al. 2018; Ertel 2016; Geisberger & Broy 2012; Heidel & Döbrich 2016; Kagermann et al. 2012; Kagermann et al. 2013; Lüth 2016; Spath et al. 2014; VDI & ZVEI 2015

² vgl. u. a. DGUV 2016; Kagermann et al. 2013

³ vgl. u. a. Cernavin 2018; Huchler 2016; Schröter 2017

4.0-Technologien bewusst und gezielt nutzen

Wie die 4.0-Technologien genutzt werden, hängt davon ab, welches Wissen Führungskräfte und Beschäftigte über die neuen 4.0-Prozesse besitzen und wie klug sowie vorausschauend sie die neuen Möglichkeiten nutzen und gestalten. Dabei gilt es, die Balance zwischen den Anforderungen der Technik, der Wirtschaftlichkeit und den Menschen zu bewahren. Die 4.0-Technologien sollten offensiv für die Entwicklung des Betriebes genutzt werden. Gleichmaßen ist im Blick zu behalten, dass jeder Betrieb von der Arbeit und den Ideen seiner Führungskräfte und Beschäftigten lebt und dass die Wirtschaft dem Menschen und der Gemeinschaft nutzen sollte (soziale Marktwirtschaft). 4.0-Technologien sollten daher produktiv und gesundheitsgerecht, vorausschauend und präventiv eingesetzt werden. Nicht alles, was kurzfristig technisch möglich ist, kann mittel- oder langfristig sinnvoll sein.

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) – aber zum Teil auch große Unternehmen – benötigen Unterstützung, um die Potenziale einer produktiven und gesundheitsgerechten Arbeitswelt 4.0 nutzen zu können und die möglichen Gefahren zu erkennen und erfolgreich zu bewältigen.⁴

Dies gilt gleichermaßen für die internen und externen Berater, die kleine und mittlere Unternehmen in Fragen der effizienten und präventiven Arbeitsgestaltung unterstützen. Auch sie sollten das neue Thema erfassen und die Potenziale sowie die Gefahren erkennen, um den Betrieben geeignete Maßnahmen vorschlagen zu können. Die 4.0-Prozesse entwickeln sich so schnell und dynamisch, dass viele kleine und mittlere Unternehmen sowie viele Berater das Thema Arbeitswelt 4.0 noch nicht überall ausreichend erkennen und operationalisieren können. Die Bedarfe für systematische Konzepte einer Arbeit 4.0 sind sowohl in den Unternehmen als auch bei den Beratern hoch. Schließlich benötigen auch die Interessenvertretungen Kriterien zur Einschätzung der 4.0-Prozesse und Kenntnisse zu ihrer Gestaltung, um ihrer Aufgabe gerecht werden zu können.⁵

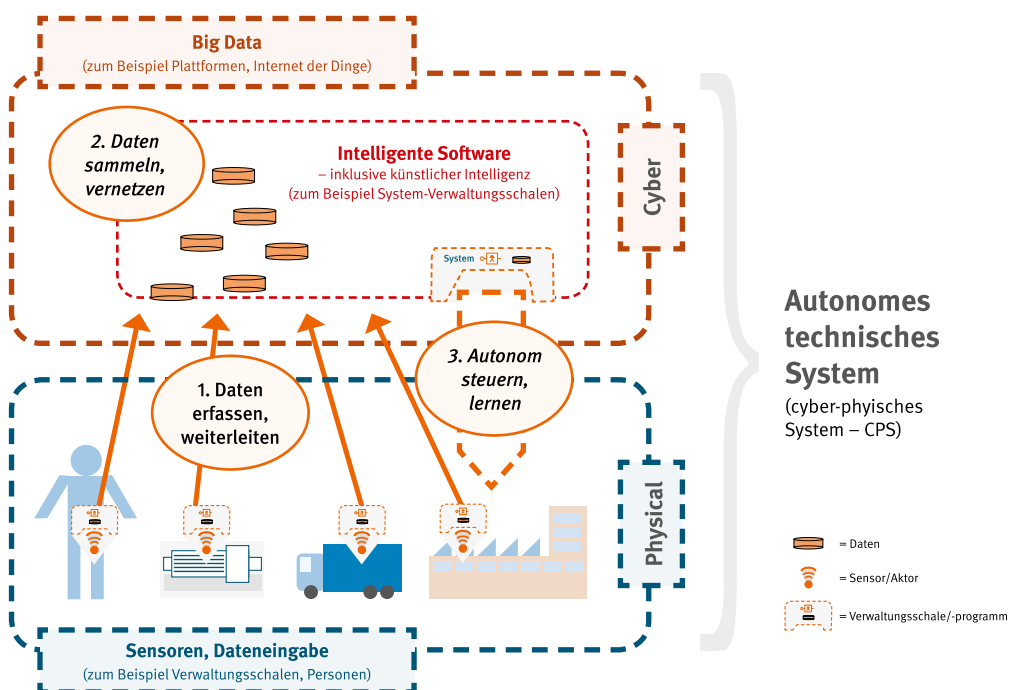


Abbildung 1: Autonome technische Systeme – cyber-physische Systeme (CPS) (eigene Darstellung)

⁴ vgl. Baumann & Ihm 2018, S. 307ff.; Icks et al. 2018, S. 335

⁵ vgl. u. a. Georg et al. 2018, S. 355ff.; Maschke & Werner 2015; Schröter 2017

Umsetzungshilfen Arbeit 4.0: Empfehlungen für die Arbeitsgestaltung

Konkrete Gestaltungskonzepte und -maßnahmen zur produktiven und gesundheitsgerechten Arbeit 4.0 sind bislang nur ansatzweise vorhanden. Nach wie vor sind Diskussion und Entwicklung der 4.0-Prozesse technikzentriert. Die häufige Aussage „Bei KI geht es um den Menschen“ bleibt praktisch ohne Bedeutung, solange nicht konkrete Gestaltungskonzepte folgen. Die 4.0-Technologie und die intelligente Software (inkl. KI) erlauben zunächst einmal alles: von totaler Überwachung bis zur vollständigen Beteiligung beinahe in Echtzeit. Ob sie tatsächlich gleichermaßen produktiv und gesundheitsgerecht gestaltet werden, entscheiden ausschließlich die handelnden Personen selbst. Dafür benötigen sie Gestaltungskonzepte und -maßnahmen.

Die Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 enthalten Empfehlungen und Anregungen für die konkrete Gestaltung von Arbeitsprozessen. Ziel der Umsetzungshilfen ist es, mögliche Wege aufzuzeigen, wie die 4.0-Technologien und die intelligente Software (inkl. KI) produktiv und gesundheitsgerecht im betrieblichen Kontext eingesetzt werden können. Intelligente Software und KI betreffen alle Unternehmensbereiche und können umfassend in Produkte und Dienstleistungen, Arbeitsorganisation und -gestaltung, Arbeits- und Produktionsprozesse sowie Arbeitsumgebungen integriert werden. Die vorliegenden Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 behandeln folgende Handlungsfelder – *siehe Abbildung 2*:

- Führung und Kultur
- Organisation
- Sicherheit
- Gesundheit

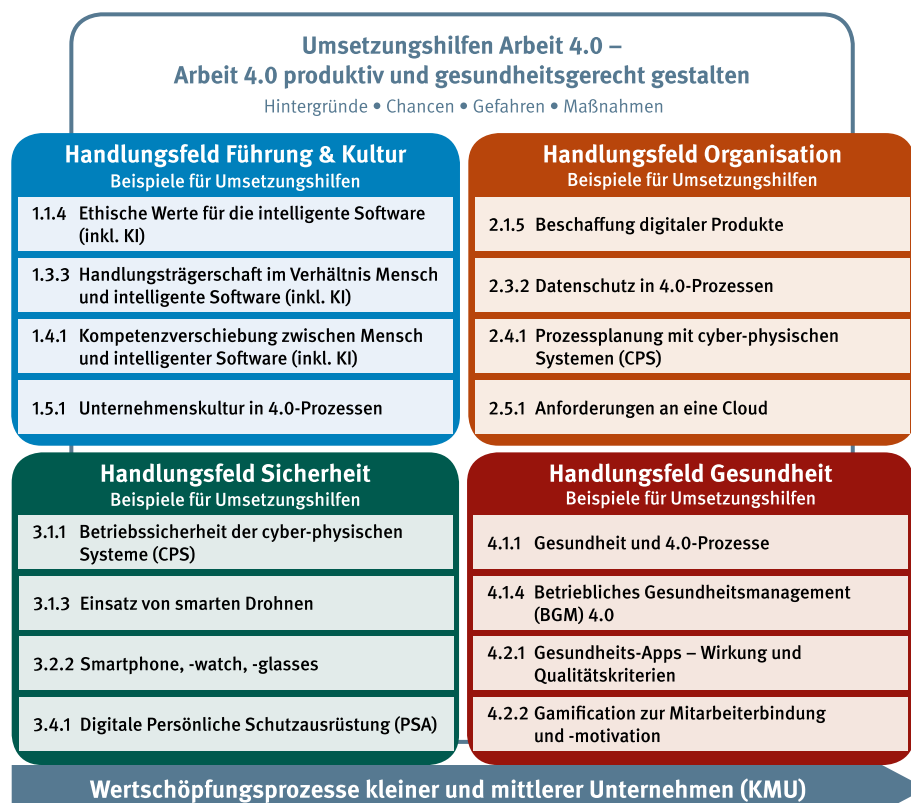


Abbildung 2: Handlungsfelder und ausgewählte Umsetzungshilfen Arbeit 4.0

Arbeit 4.0 Handlungsfeld „Führung und Kultur“

Mit der Einführung von intelligenter Software (inkl. KI) kommt es zu einer veränderten Konstellation von kulturell-menschlichen und technischen Deutungsmustern in den Arbeitsprozessen. Dies kann zu neuen Formen der Interaktion an der Schnittstelle Mensch und Maschine/Software führen und Konsequenzen für die Handlungsträgerschaft von Prozessen im Betrieb haben. Damit verbunden sind neue Anforderungen an die Unternehmensführung und die Unternehmenskultur. Es geht um die Neuausrichtung der Unternehmensstrategie, aber auch um Führungsverhalten, den Erwerb von Wissen und Kompetenzen in einer softwaregesteuerten Arbeitswelt und um neue Formen der Beteiligung von Beschäftigten und Interessenvertretungen.

Arbeit 4.0 Handlungsfeld „Organisation“

Mit der Einführung von 4.0-Technologien verändern sich die Grundlagen der Organisation. Dabei spielen neue Formen der (agilen) Zusammenarbeit und der Prozessplanung ebenso eine Rolle wie neue Formen der Teamzusammensetzung oder eine veränderte Personaleinsatzplanung. Der Umgang mit Daten und eine systematische Risikobetrachtung gewinnen an Relevanz. Bei der Bedeutung der 4.0-Prozesse für die Organisation spielen fast immer zwei Aspekte eine Rolle:

- Die **Gestaltung einer Organisation**, die alle Ressourcen im Betrieb aktiviert, um die 4.0-Prozesse möglichst wirkungsvoll integrieren zu können.
- Die **Nutzung der 4.0-Technologien für die Organisation selbst**.

Der erste Aspekt spielt insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen eine Rolle. Da ihre finanziellen, zeitlichen und personellen Möglichkeiten begrenzt sind, sollten sie die vorhandenen Ressourcen möglichst optimal einsetzen.

Arbeit 4.0 Handlungsfeld „Sicherheit“

Der Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI) kann die Sicherheit von Arbeitsmitteln, die Zuverlässigkeit von Arbeitsprozessen und die Arbeitsumgebung auf vielfältige Art beeinflussen. Einerseits können digitale technische Assistenzsysteme (zum Beispiel Augmented Reality) und digitale Sicherheitsprodukte (zum Beispiel eine smarte Persönliche Schutzausrüstung) die Sicherheit der Führungskräfte und der Beschäftigten erhöhen. Andererseits ist darauf zu achten, ob und gegebenenfalls wie der Einsatz von 4.0-Technologien betriebliche Sicherheit gefährden kann, ob zum Beispiel durch den Einsatz der Sicherheitsprodukte oder den möglichen digitalen Zugriff auf smarte Arbeitsmittel durch Dritte neue Gefahrenquellen entstehen.

Arbeit 4.0 Handlungsfeld „Gesundheit“

Zunehmende Flexibilität, Beschleunigung und Unsicherheit sowie die fließenden Grenzen von Virtualität und Realität erfordern neue Formen der Gesundheitsprävention. 4.0-Technologien ergänzen die Faktoren im klassischen Belastungs-Beanspruchungs-Konzept, Tracking und Worklogging bieten neue Gestaltungsmöglichkeiten, Gamification und Gesundheits-Apps eröffnen neue Wege der betrieblichen Gesundheitsförderung. Die 4.0-Prozesse können aber auch zu neuen Gefahren und Gesundheitsbelastungen führen, zum Beispiel durch das Gefühl der Fremdsteuerung, durch fehlende Kompetenzen im Umgang mit intelligenter Software (inkl. KI) oder durch digitale Sucht.

Zu allen relevanten Themen dieser Handlungsfelder liegen Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 vor. In kleinen und mittleren Unternehmen unterstützen sie einen ganzheitlichen Prozess. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die einzelnen Themen gegenseitig beeinflussen und bedingen.

Zielgruppe der Umsetzungshilfen Arbeit 4.0

Die Umsetzungshilfen sind ein Instrument, das vor allem kleine und mittlere Unternehmen unterstützen soll. Sie basieren auf wissenschaftlichen Erkenntnissen und Erfahrungen aus der Unternehmenspraxis zu Potenzialen und Auswirkungen intelligenter Software (inkl. KI) auf die betriebliche Arbeit. Die Umsetzungshilfen richten sich in erster Linie an Experten und interessierte Fachleute in kleinen und mittleren Betrieben, in intermediären Organisationen, in Interessenvertretungen sowie an Berater. Diese Zielgruppen erhalten Anregungen, wie Arbeit 4.0 gesund, sicher und produktiv gestaltet werden kann.

Die Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 geben aber auch Herstellern, Dienstleistern und Anbietern smarter Produkte Hinweise, wie sie bereits im Entwicklungsprozess ihrer smarten Produkte und Leistungen Aspekte einer produktiven und gesundheitsgerechten Gestaltung der Arbeit 4.0 beim Kunden mitberücksichtigen können. Dies kann einen Zusatznutzen für die Anwendung und den Vertrieb des smarten Produktes ermöglichen.

Grundsätzlich gilt: Die Empfehlungen der Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 sollten immer an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

Die Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 können auch als einzelne Umsetzungshilfen downgeloadet werden: www.praeventive-arbeit40.de



Potenzialanalyse Arbeit 4.0 für kleine und mittlere Unternehmen (KMU)

Als praxisorientierter Einstieg für kleine und mittlere Unternehmen wurde die Potenzialanalyse Arbeit 4.0 entwickelt. Sie ist ein Selbstbewertungsscheck zur Einführung der 4.0-Technologien. Die Potenzialanalyse Arbeit 4.0 fasst die Erkenntnisse der Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 kurz und knapp zusammen. Sie bietet Unternehmen, Führungskräften und Beschäftigten eine systematische Einstiegshilfe zur Nutzung der künstlichen Intelligenz. Dabei wird auf die jeweils weiterführenden Informationen der hier vorliegenden Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 verwiesen. Die Potenzialanalyse gibt es als Printbroschüre und als interaktives Online-Tool unter: www.check-arbeit40.de

Struktur der Umsetzungshilfen Arbeit 4.0

Alle Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 sind in Struktur und Aufbau identisch:

› Warum ist das Thema wichtig?

- Zunächst wird beschrieben, was das „Neue“ an dem Thema ist und welche betrieblichen Konsequenzen mit der Einführung und Anwendung von intelligenter Software (inkl. KI) verbunden sind.

› Worum geht es bei dem Thema?

- Anschließend werden relevante Begriffe definiert und Hintergrundinformationen zum Thema gegeben. Diese basieren auf der bereits vorliegenden Literatur, auf Gesprächen mit Experten sowie Recherchen über Gestaltungslösungen in Unternehmen, in denen zum jeweiligen Thema der Umsetzungshilfe bereits weitgehende Gestaltungskonzepte entwickelt und erprobt wurden.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

- Die Nutzung von 4.0-Technologien bietet immer gleichermaßen Chancen und Gefahren. In jeder Umsetzungshilfe werden beispielhaft Chancen und Gefahren zum Thema dargestellt.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

- In diesem praxisrelevanten Teil der Umsetzungshilfe werden beispielhaft Maßnahmen zur Gestaltung des jeweiligen Themas empfohlen. Dieser Maßnahmenkatalog hilft, die Potenziale der digitalen Arbeitswelt 4.0 in das Unternehmen zu integrieren, und gibt Anregungen für eine produktive und gesundheitsgerechte Arbeit 4.0. Die empfohlenen Maßnahmen müssen an die konkreten Bedingungen im Betrieb angepasst werden.

› Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten

- Hier sind in jeder Umsetzungshilfe die Literaturquellen und weitere Informationsmöglichkeiten zu finden.

› Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren

- Hier finden sich Hinweise auf weitere Umsetzungshilfen, die mit dem jeweiligen Thema eng verbunden sind.

Wie wurden die Umsetzungshilfen entwickelt?

Die Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 wurden von den Instituten des Verbundprojektes „Prävention 4.0“ entwickelt. Die Institute vertreten unterschiedliche wissenschaftliche und anwendungsorientierte Perspektiven (Arbeitgeber, Arbeitnehmer, Handwerk, Mittelstand, Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, Arbeitsforschung). Alle Umsetzungshilfen wurden im Gesamtverbund, in zahlreichen Workshops und Gesprächen intensiv diskutiert und abgestimmt („Zeile für Zeile“).

Die Umsetzungshilfen wurden dann Umsetzungspartnern aus dem Bereich der Sozialpartner, des Mittelstandes und des Handwerks (siehe Liste der Umsetzungspartner S. 5) sowie weiteren betrieblichen Experten im Entwurf zur Verfügung gestellt. Sie begleiteten die Erarbeitung der Umsetzungshilfen mit einer Vielzahl von Hinweisen und Kommentaren, die entsprechend berücksichtigt wurden.

An dieser Stelle danken wir allen herzlich, die uns unterstützt haben:

- › Den Umsetzungspartnern, die mit ihrer Expertise und ihrer Sicht der Dinge einen wesentlichen Beitrag zur Erstellung der Umsetzungshilfen geleistet haben.
- › Den Wissenschaftlern und Experten, die uns wertvolle Hinweise aus ihren jeweiligen Fachgebieten und speziellen Themenbereichen gaben.
- › Den Unternehmensvertretern, die uns aufgezeigt haben, wie gute Unternehmenspraxis mit intelligenter Software (inkl. KI) gelingen kann.
- › Dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das dieses Vorhaben förderte.
- › Dem Projektträger Karlsruhe (PTKA), der das Projekt betreute, und hier insbesondere Jennifer Dopslaff und Dr. Christine Ernst.

Die Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 werden von der Offensive Mittelstand mit ihrer Stiftung „Mittelstand – Gesellschaft – Verantwortung“ herausgegeben. Somit ist gewährleistet, dass die Umsetzungshilfen auch nach Ende der Förderdauer des Verbundprojektes über die Partner der Offensive Mittelstand angeboten und gepflegt werden. Die Verbundprojektpartner sind Partner der Offensive Mittelstand und werden bei der weiteren Aktualisierung eingebunden.

Basistechnologien der autonomen technischen Systeme (cyber-physische Systeme – CPS)

Zur Problemlösung und für autonome Entscheidungen nutzt intelligente Software einschließlich der Modelle der künstlichen Intelligenz (KI) rechnerisch-technische Anwendungen und unter anderem die folgenden Basistechnologien:⁶

- **Sensortechnologie:** Sensoren unterschiedlicher Art erfassen alle physikalischen, chemischen, klimatischen, biologischen und medizinischen Größen und liefern somit die Grundlagendaten für alle CPS. Ein Sensor besteht aus einem Aufnahmeelement (Sensorelement) und einem Auswerteelement (Technik/Software), das alle Eingangsgrößen in ein elektrisches Ausgangssignal umwandelt.
- **Verwaltungsschale:** Jedes Ding (wie Arbeitsmittel, Fahrzeuge, Räume, Wearables, Assistenzsysteme oder Teile davon), das über Sensoren Daten erfasst, besitzt in der Regel eine Verwaltungsschale, die die virtuelle Repräsentation dieses Dings im Web ermöglicht. Damit besteht die Voraussetzung, dass es seine Daten weiterleiten und mit anderen Dingen, deren Verwaltungsschalen oder Steuerungskomponenten kommunizieren kann. Die Verwaltungsschale besteht aus einem Verzeichnis der einzelnen erhobenen Daten (Manifest) und einem Komponenten-Manager. Der Komponenten-Manager stellt die Verbindung zu anderen Dingen und Steuerungskomponenten dar (Information, [Teil-] Steuerung). Es kann auch System-Verwaltungsschalen geben, die sich auf mehrere Dinge beziehen.
- **Aktoren:** Aktoren (oder Aktuatoren) steuern und regeln technische Prozesse mit den Informationen der Steuerungskomponenten. Aktoren machen das „Gegenteil“ von Sensoren, sie wandeln elektrische Eingangssignale in eine andere Energieform um, wie Schall, Druck, Temperatur, Bewegung, Drehmoment, Licht oder andere physikalische Größen. Aktoren finden sich beispielsweise in zahlreichen Bauteilen der Elektrotechnik (wie Motoren, Lampen, Lautsprechern), in Robotern, Computern, Druckern oder in der Mechatronik sowie der Mess- und Regeltechnik.
- **Domänenmodelle, Ontologien und domänenspezifische Sprachen:** Die für eine CPS-Anwendung relevanten Informationen (Konzepte und Objekte) werden von Experten in einem Domänenmodell beschrieben, um ein autonomes Erkennen der Situation, ein Planen und Lernen zu ermöglichen. Dabei werden die Beziehungen der Konzepte und Objekte in standardisierten Ontologien erfasst (explizite, formale Spezifikation zur Bereitstellung von Wissensstrukturen). In Ontologien erfasstes Wissen kann dann ausgetauscht werden.
- **Maschinelles/technisches Lernen und Data-Mining:** Auf Grundlage der theoretischen Informatik und Mathematik gewinnen Computer mittels technischer Lernmodule (Machine Learning) aus vorhandenen Datenmengen Wissen. Das geschieht entweder vor dem Hintergrund konkreter Fragestellungen („Was ist typisch für einen Stau?“) oder über Data-Mining, um allgemein neue Erkenntnisse zu generieren. Derartige Algorithmen ermöglichen es, ein sich selbst optimierendes System zu gestalten. Data-Mining beschreibt die systematische Analyse von umfangreichen Datenmengen mit dem Ziel, neue Muster zu erkennen und neues Wissen zu gewinnen.
- **Multiagentensysteme:** Ein autonomer Agent ist eine Softwareeinheit, die selbstständig in ihrer Umgebung handelt, um Aufgaben im Auftrag von Menschen zu erfüllen. In Multiagentensystemen kooperieren und verhandeln Agenten mit anderen Agenten (zum Beispiel über Sensoren und Aktoren) autonom, reaktiv und zielgerichtet.
- **Mustererkennung und Algorithmen:** Algorithmen und Systeme erkennen Muster eingehender Daten, vergleichen sie mit vorhandenen Mustern, ordnen die erkannten Muster Klassen zu und „füttern“ das System.
- **Nutzer- beziehungsweise Menschmodelle, Human Awareness:** Nutzer- beziehungsweise Menschmodelle ermöglichen die Diagnose, Simulation, Vorhersage und Unterstützung menschlichen Verhaltens bei der Interaktion mit technischen Systemen (zum Beispiel über regelbasierte Produktionssysteme, Bayes'sche Netze, mathematische Kontrolltheorie, Markow'sche Entscheidungsprozesse und Kombinationen dieser Methoden).
- **Semantische Technologien:** Semantische Technologien versetzen Software in die Lage, Informationen nicht nur zu speichern und wiederzufinden, sondern sie ihrer Bedeutung entsprechend auszuwerten, zu verbinden, zu Neuem zu verknüpfen und so flexibel und zielgerichtet nützliche Leistungen zu erbringen.

⁶ vgl. u. a. BMWi 2016; Cernavin & Lemme 2018; Dengel 2012; Geisberger & Boy 2012, S. 130ff.; Heidel et al. 2017; Hering & Schönfelder 2018

› **Situationskarten:** Die Daten der Mustererkennung werden zu einer „mentalen Karte“ der physikalischen Situation zusammengeführt. Über solche Karten kann das System Situationsänderungen erkennen und darauf reagieren.

› **Technische Kommunikationsinfrastruktur und -plattform:** Damit die Daten stabil ausgetauscht werden können, sind stabile technische Kommunikationsinfrastrukturen erforderlich. Hierzu gehören technische Ad-hoc-Netzwerke (Personal Area Networks – PAN, Bluetooth und ZigBee), lokale Netze (Local Area Networks – LAN, Wireless Local Area Networks – WLAN), Weitverkehrsnetze (Wide Area Networks, WAN mit zellularen Mobilfunktechnologien).

Innerhalb der Basistechnologien nehmen Sensoren eine Schlüsselrolle ein, da sie die Datenbasis für die Funktion von 4.0-Technologien liefern. Ihre Funktionsweisen zu verstehen ist wesentlich, um die Abläufe in der digitalen Transformation nachvollziehen zu können. Im Folgenden werden die Strukturen und Funktionsweisen von Sensoren beschrieben.

Sensoren produzieren Daten, die für die intelligente Software der CPS erforderlich sind. Darüber hinaus besitzen sie die technischen Voraussetzungen, um auf softwaregestützte Anfragen reagieren zu können. Über Sensoren können Daten zu Veränderungen der Dinge selbst beziehungsweise ihrer Umwelt erfasst werden. Die Sensorik ermöglicht einem CPS, „ein Modell der Umwelt“ zu erstellen, um so „sein Verhalten der Umwelt anpassen“ zu können.⁷

Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Sensoren, die jedoch im Wesentlichen nach demselben Prinzip funktionieren – siehe Abbildung 3.

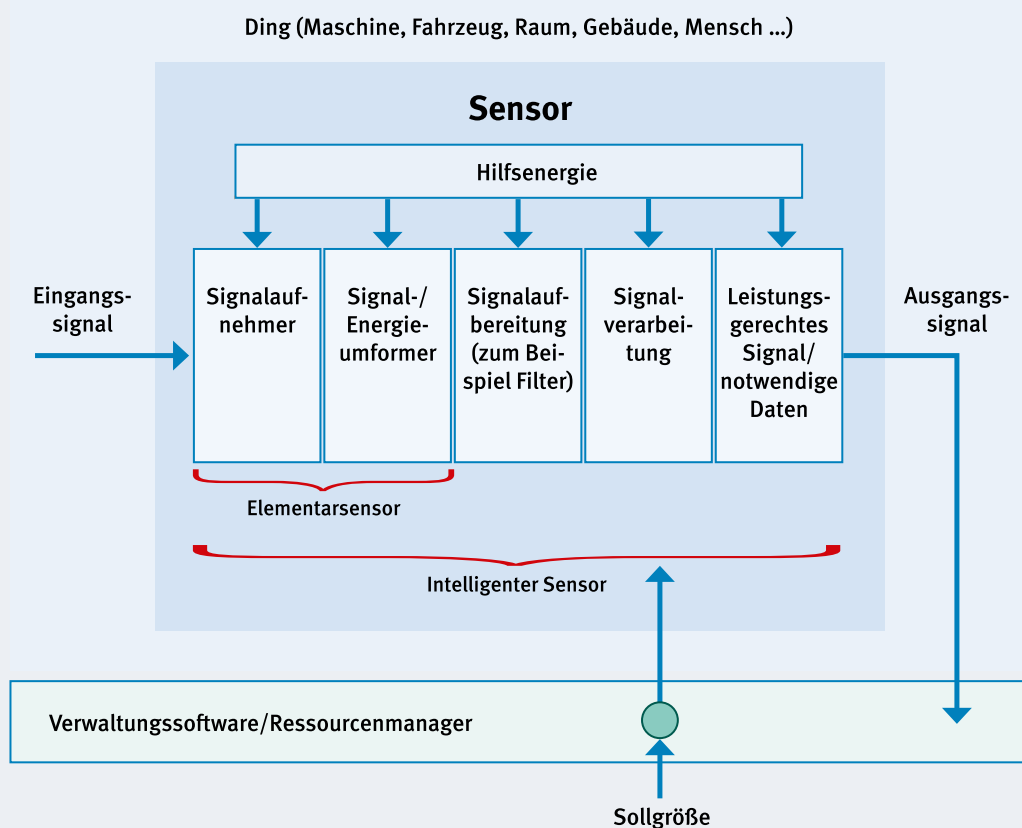


Abbildung 3: Struktur und Funktion eines Sensors – Grundschemata (Cernavin & Lemme 2018)

⁷ Lüth 2016, S. 26

Es gibt im Wesentlichen folgende Arten von Sensoren:

- › **Charge-Coupled-Device-(CCD-)Sensoren** sind lichtempfindliche elektronische Bauelemente, die auf dem Photoeffekt beruhen. Eingesetzt werden sie unter anderem in Foto- und Videokameras.
- › **Chemische Sensoren/biochemische Sensoren** sind Messmittel zur qualitativen und quantitativen Erfassung chemisch-physikalischer Eigenschaften von Atomen, Molekülen und Ionen in Gasen, Flüssigkeiten und Festkörpern über die Generierung elektrischer Signale. Eingesetzt werden sie unter anderem in der instrumentellen Analytik und in der Medizin (zum Beispiel zur Glukoseüberwachung).
- › **Induktive Sensoren**, die berührungslos „Bewegung“ messen (Magnetsensoren) und somit verschleißfrei Winkel, Wege und Geschwindigkeiten erfassen können – zum Beispiel für das Steuern von Maschinenteilen, als Bremspedalsensor, in Suchgeräten oder in der neurologischen Diagnostik.
- › **Kapazitive Sensoren**, die über zwei Elektroden kleine Veränderungen von Zuständen oder Objekten erfassen – zum Beispiel Druckunterschiede zweier Gase oder Flüssigkeiten (auch durch Behälterwände hindurch), Entfernungsinformationen, Position, Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit (GPS-Sensoren), Abstände (zwischen Gegenständen, Näherung von Personen an Gefahrstellen), Kapazitäten von Materialien (zum Beispiel Verschleiß), Luftfeuchtigkeit, Haut/Luftkontakt oder auch Gewebetypen und -schichten der Haut.
- › **Optische Sensoren** (photoelektrische beziehungsweise optoelektrische) wandeln sichtbares Licht sowie Infrarotstrahlung und ultraviolettes Licht über Photozellen in elektrisch auswertbare Signale um. Sie werden zum Beispiel eingesetzt bei der Helligkeitsmessung, in Foto- und Videokameras, zur Mustererkennung (zum Beispiel Barcodescanner), bei Lichtschranken, zur Drehzahl- und Winkelmessung, zur Abstands- und Positionsbestimmung von Objekten, zur berührungslosen Anwesenheitserkennung, zum Zählen von Objekten, zu Pulsmessungen, zur Messung der Herzfrequenz im Wach- und Schlafmodus (Schlafanalysen).
- › **Piezelektrische Sensoren** messen Veränderungen durch die Einwirkung auf elastische Materialien. Eingesetzt werden sie unter anderem bei der Beschleunigung, der Bestimmung von Druck, Spannung, Kraft, Abständen, der Objekterkennung, der Messung von Füllstand oder Durchfluss, der Prüfung von hochauflösendem Material oder zur Überwachung von Herztönen.
- › **Temperatursensoren** messen über leitende Materialien (wie Heißleiter – NTC, Kaltleiter – PTC), Halbleiter oder Temperaturfühler (wie Schwingquarz). Eingesetzt werden sie unter anderem zur Temperaturmessung an Arbeitsmitteln (Qualitätskontrolle), chemischen Anlagen, Klimaanlage, zur Messung von Oberflächentemperaturen flüssiger Metalle oder anderer Arbeitsstoffe (Zustands-/Werkstoffprüfung), zur Heizungssteuerung oder zur Erfassung der Raumtemperatur.
- › **Ultraschallsensoren** senden eine bestimmte Anzahl Schallwellen aus, die vom zu erfassenden Objekt reflektiert werden. Dies erlaubt es, Objekte berührungslos zu erkennen und deren Entfernung zum Sensor zu messen, zum Beispiel als Bewegungsmelder, in Hubarbeitsbühnen, zur Entfernungsmessung (Park Distance Control) oder zur Füllstandsmessung (zum Beispiel bei Silos).

Sensoren können mikroskopisch klein sein, sodass sie sich sogar dafür eignen, beispielsweise in Gewebefäden von Wearables integriert zu werden. Es existieren bereits winzige Sensoren mit einer Kantenlänge von 0,3 mm x 0,3 mm, noch kleinere Sensoren sind in der Erprobung. Diese werden als „Smart Dust“ (intelligenter Staub) beschrieben.

Viele Sensorsysteme basieren auf der Kombination unterschiedlicher Sensortypen. Beispielsweise enthalten Fitnessarmbänder Bewegungssensoren, optische und biochemische Sensoren sowie GPS-Empfänger. Die Informationen dieser Sensorsysteme können sich ergänzen oder gegenseitig kontrollieren. Die Verknüpfung von Daten mehrerer unterschiedlicher Sensoren wird Sensorfusion genannt. Dabei wird das Ziel verfolgt, Messdaten oder höherwertige Daten ableiten zu können. Sensorfusion wird zur Erkennung und Korrektur fehlerhafter Messdaten einzelner Sensoren genutzt. Zudem sind auch Rückschlüsse auf den Systemzustand möglich, wobei mehrere Sensoren nötig sind.⁸

⁸ Geisberger & Broy 2012, S. 129

Literatur

- Baumann, A., Cernavin, O., Frost, M., Georg, A., Große, K., Hasselmann, O., Icks, A., Schröter, W., & Zittlau, K. (2018). Betriebliche Prävention 4.0. In O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 3–19). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Baumann, A., & Ihm A. (2018). Handwerk und Prävention 4.0. In: O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 307–334). Wiesbaden: Springer Verlag.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016). *Struktur der Verwaltungsschale – Fortentwicklung des Referenzmodells für die Industrie 4.0-Komponente*. Berlin: BMWi.
- Cernavin, O., & Lemme, G. (2018). Technologische Dimensionen der 4.0-Prozesse. In O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 21–57). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Cernavin, O. (2018). *Ansätze für eine lernförderliche Arbeitsgestaltung 4.0*. In ARBEIT 2018, 27 (4), S. 295–316.
- Dengel, A. (Hrsg.). (2012). *Semantische Technologien*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- DGUV – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (2016). *Neue Formen der Arbeit – Neue Formen der Prävention, Arbeitswelt 4.0: Chancen und Herausforderungen*. Berlin.
- Ertel, W. (2016). *Grundkurs künstliche Intelligenz*. (4. Aufl.). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Geisberger, E., & Broy, M. (Hrsg.). (2012). *agendaCPS – Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems*. München: acatech STU-DIE.
- Georg, A., Guhlemann, K. & Katenkamp, O. (2018). Interessenvertretungen und Beschäftigte in der digitalen Transformation, in: O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 355–375). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Heidel, R., & Döbrich, U. (2016). Industrie 4.0 und Industrie 4.0-Komponente: Ohne Normung geht es nicht. In C. Manzei, L. Schleupner, & R. Heinze (Hrsg.), *Industrie 4.0 im internationalen Kontext* (S. 75–91). Berlin: VDE Verlag GmbH.
- Hering, E., & Schönfelder, G. (Hrsg.). (2018). *Sensoren in Wissenschaft und Technik* (2. Aufl.). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Huchler, N. (2016). *Transhumanismus oder Humanisierung?* In FlfF Kommunikation. Zeitschrift für Informatik und Gesellschaft, 33, 4 (Schwerpunkt „Zukunft der Arbeit – Arbeit der Zukunft: Wer steuert wen?“), S. 33–38.
- Icks, A., Bijedic, T., & Große, J. (2018). Mittelstand und Prävention 4.0. In O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 335–353). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (Hrsg.). (2012). *Bericht der Promotorengruppe KOMMUNIKATION im Fokus: Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Handlungsempfehlungen zur Umsetzung*. Berlin: Büro der Forschungsunion im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (Hrsg.). (2013). *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*. Berlin.
- Lüth, C. (2016). Diktion und Herausforderungen von Cyber-Physical-Systems. In C. Manzei, L. Schleupner, & R. Heinze (Hrsg.), *Industrie 4.0 im internationalen Kontext* (S. 25–35). Berlin: VDE Verlag GmbH.
- Maschke, M., & Werner, N. (2015). *Arbeiten 4.0 – Diskurs und Praxis in Betriebsvereinbarungen*. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Schröter, W. (2017). Selbstbestimmung zwischen „nachholender Digitalisierung“ und „autonomen Software-Systemen“. Wenn Betriebsräte „vorausschauende Arbeitsgestaltung“ erproben. In W. Schröter (Hrsg.), *Autonomie des Menschen – Autonomie der Systeme. Humanisierungspotenziale und Grenzen moderner Technologien* (S. 187–256). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.
- Spath, D., Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., & Schlund, S. (Hrsg.). (2014). *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V., ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e.V. (Hrsg.). (2015). *Statusreport: Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0)*. Düsseldorf, Frankfurt am Main: VDI-Verlag.

Umsetzungshilfen Arbeit 4.0



1. Arbeit 4.0: Führung und Kultur



1. Führung und Kultur > 1.1 Ziele, Strategie und Kriterien für 4.0-Prozesse

1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation



■ **Stichwörter:** Arbeitsgestaltung, Arbeitsprozesse, Marktpositionierung, Wertschöpfungsprozess, Wettbewerbsfähigkeit

› Warum ist das Thema wichtig?

Die digitale Transformation verändert die Märkte von Betrieben sowie ihre interne Organisation und ihre Prozesse. Diese Veränderungen durch cyber-physische Systeme (CPS)¹ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) eröffnen den Betrieben neue

Chancen für neue Märkte und eine effektivere Nutzung der vorhandenen Ressourcen im Betrieb. Wer diese Möglichkeiten der 4.0-Prozesse² in allen Anwendungsbereichen³ nutzt, hat viele Chancen, seine Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern. Um die Möglichkeiten

der CPS mit ihrer intelligenten Software⁴ zu nutzen, sind zu allererst strategische Überlegungen erforderlich: Welche neuen Möglichkeiten bieten sich uns als Betrieb durch die 4.0-Prozesse und wie können wir sie nutzen?

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Strategie

Unter einer Unternehmensstrategie verstehen wir die langfristige Ausrichtung einer Organisation zur Sicherung des wirtschaftlichen Erfolgs.⁵ Die Strategie beschreibt, welchen spezifischen (einzigartigen) Weg das Unternehmen gehen will, um am Markt erfolgreich zu sein.⁶ Sie stellt systematisch den Zusammenhang zwischen den Aktivitäten im Unternehmen einerseits und dem Unternehmensumfeld andererseits her und sorgt so für Orientierung.⁷ In

der Strategie beschreibt ein Unternehmen,

- mit welchen Produkten und Leistungen es in welchem Kundenumfeld erfolgreich sein kann (Strategie nach außen),
- die Wege und die Art (Arbeitsorganisation, Personaleinsatz), wie diese Produkte und Dienstleistungen innerhalb des Unternehmens möglichst wirkungsvoll erstellt werden können sowie die Kernkompetenzen, die dafür erforderlich sind (Strategie nach innen).⁸

Eine klar durchdachte Strategie liefert Antworten auf zukünftige Fragen und hilft dabei, Prioritäten zu setzen und Entscheidungsprozesse zu verkürzen. Gleichzeitig gibt sie, wenn sie transparent kommuniziert wird, den Beschäftigten Klarheit über die Zukunft des Unternehmens und die zukünftigen Aufgaben⁹. Die gewählte Strategie muss so operationalisiert werden, dass die Führungskräfte und die Beschäftigten konkrete Handlungsvorgaben haben.¹⁰

Warum und wie beeinflussen CPS und intelligente Software (inkl. KI) die Strategie des Unternehmens? Um diese Frage zu reflektieren, soll kurz die neue Qualität skizziert werden,

die in den 4.0-Prozessen steckt. Die neue Qualität zeigt sich darin, dass die Dinge „intelligent“ sind und ein „Eigenleben“ besitzen. Dinge wie Produkte, Maschinen, Gebäude, Fahr-

zeuge, aber auch Personen, Prozesse und Leistungen produzieren über miniaturisierte Sensoren und Verwaltungsprogramme (Software 4.0) Daten, die ins Internet gesendet wer-

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

³ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁴ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁵ Simon & Gathen von der 2002, S. 21

⁶ Hamel & Prahalad 1995; Porter 1999, S. 15

⁷ Welge & Al-Laham 2008

⁸ Cernavin 2016, S. 6ff.; Malik 2008, S. 315f.; Stöger 2010, S. 9ff.

⁹ Macharzina 1999, S. 197

¹⁰ Kolks 1990; Stöger 2010, S. 263ff.

den. Dadurch entsteht ein komplexes Datengeflecht, was in der Diskussion als Big Data bezeichnet wird. Intelligente Software (inkl. KI) verwendet diese Daten, um daraus einen Nutzen zu erzeugen, wie die teilweise oder vollständige Steuerung von Produkten und Leistungen, Maschinen und Fahrzeugen, Organisationsprozesse im Betrieb oder Persönlichkeitsprofile. Diese intelligente Software (inkl. KI) basiert auf Modellen künstlicher Intelligenz – zum Beispiel nutzt sie Algorithmen, semantische Technologien, Ontologien oder Data-Mining. Sie kann autonom handeln, steuern und lernen sowie sich ständig weiterentwickeln. CPS verbinden also reale Produkte und Leistungen, Arbeitsmittel, Menschen, soziale Prozesse und Umgebungen (Arbeitsstätte, Raumumgebung generell) mit der virtuellen Welt. Die Dinge und Leistungen werden Bestandteil des Internets („Internet der Dinge“ und „Internet der Leistungen“).

Die intelligente Software (inkl. KI) kann „embedded“ sein, also im Ding (wie Arbeitsmittel, Roboter) liegen, oder sie ist extern in einer inner- oder außerbetrieblichen Cloud im Internet abgelegt. Sie funktioniert aber immer virtuell. Die intelligente Software (inkl. KI) kann unter anderem Daten aus folgenden Bereichen liefern, verarbeiten und Prozesse ganz oder teilweise steuern:

- Einzelne *Produkte* und *Leistungen* des Betriebes.
- Beziehung zu und Einbindung von *Kunden* sowie Informationen beinahe in Echtzeit über Kundenprofile.
- Einzelne Dinge wie ein *Arbeitsmittel* oder ein Fahrzeug.
- *Arbeitsplatz* mit allen dazu gehörigen Parametern (zum Beispiel Arbeitsmittel, Personen, Prozesse, Umgebung).
- *Arbeitsprozesse* im gesamten *Betrieb* mit sämtlichen dazugehörigen Parametern (wie zum Beispiel Planung, Organisation, Arbeitsmittel, Personen, Prozesse, Umgebung, Controlling, Dokumentation).
- *Kompletten Wertschöpfungsprozess*

mit allen dazugehörigen Partnern, wobei die intelligente Software (inkl. KI) hier auch ermöglicht und mit dazu beiträgt, traditionelle Betriebsgrenzen zumindest teilweise aufzulösen und den Wertschöpfungsprozess auf eine größere Anzahl von einzelnen selbstständigen Akteuren zu verteilen.

Die intelligente Software (inkl. KI) beeinflusst somit alle Bereiche, die die Strategie eines Betriebes nach außen und nach innen betreffen. Wie soll ein Betrieb damit umgehen? Auf welche Art etablieren sich die CPS im Betrieb?

Die 4.0-Prozesse etablieren sich in den Betrieben und im Arbeitsalltag nicht revolutionär, sondern evolutiv. Sie finden sukzessive in den Betriebsalltag Eingang und reichern vorhandene Prozesse gewissermaßen an. Viele neue Arbeitsmittel, jedes Fahrzeug, zahlreiche Produkte und Arbeitsstoffe, die beschafft werden, sind „smart“. Sie besitzen zum Beispiel Sensoren, über die sie Daten produzieren, beziehungsweise Akteuren, mit denen sie in realen Prozessen interagieren. Zudem sind diese smarten Dinge kommunikationsfähig (zum Beispiel via Bluetooth, WLAN, NFC¹¹), wodurch sie sich untereinander vernetzen oder in bestehende Infrastrukturen integrieren lassen können. Wie wir uns in jüngster Vergangenheit Kenntnisse im Umgang mit unserem Smartphone angeeignet haben, um es sicher zu handhaben, so werden wir wahrscheinlich mit jedem neuen smarten Ding lernen, es zu bedienen und zu benutzen.

Auf diesem mehr oder weniger intuitiven Learning-on-the-Job-Weg ist ein Betrieb allerdings eher ein Getriebener, der versucht, das Notwendigste zu beherrschen. Einem Betrieb, der sich hingegen aller Ressourcen zur Umsetzung seiner Strategie bedienen muss, um wettbewerbsfähig zu bleiben, ist ein solcher intuitiver und geradezu verschwenderischer Umgang mit den Potenzialen smarterer Dinge und Prozesse nicht zu empfehlen. Er

fordert das Wettbewerbsumfeld eine schnelle Anpassung an die Marktveränderungen, wird der Betrieb die neuen Technologien systematisch nutzen müssen. Ein Betrieb sollte also seine Strategie bewusst und gezielt auf die 4.0-Prozesse ausrichten.

Dies umso mehr, da die CPS auch erhebliche Potenziale für die eigenen Produkte und Leistungen bieten und somit auch neue Marktsegmente erschlossen werden können oder ein Vorsprung gegenüber Konkurrenten erzielt werden kann.

Die Führungskräfte sollten sich also Zeit nehmen, um systematisch zu durchdenken, welche neuen Möglichkeiten die digitale Transformation dem Unternehmen im Marktumfeld bieten und wie die internen Ressourcen im Betrieb wirkungsvoller genutzt werden können. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien; 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen.*

Da intelligente Software (inkl. KI) im Betrieb gegebenenfalls eigene Handlungsbereiche autonom und selbstlernend übernimmt, die bisher die Führungskräfte und Beschäftigten wahrgenommen haben, oder generell Arbeitsabläufe ganz neu gestaltet werden, sollten auch sehr genau die positiven und negativen Auswirkungen des Einsatzes von intelligenter Software (inkl. KI) strategisch in die Überlegungen einbezogen werden. Auch die Nutzung und der Umgang mit personenbezogenen Daten der Führungskräfte und Beschäftigten sollten berücksichtigt werden. Intelligente Software (inkl. KI) rückt damit auch ethische Überlegungen im Umgang mit den Führungskräften und Beschäftigten verstärkt mit in den Blickpunkt. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI).*

Insgesamt erfordert die digitale Transformation, dass die Betriebe sich verstärkt mit ihrer Strategie nach außen und innen befassen und somit die strategischen Potenziale dieser neuen Entwicklungen aktiv und systematisch nutzen.

¹¹ Near Field Communication oder Nahfeldkommunikation, Übertragungsstandard zum Austausch von Daten auf Basis von RFID-Technologie

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Die 4.0-Prozesse führen zu Ambivalenzen, die Chancen und Gefahren für die Strategie des Unternehmens bringen können.

Chancen: Für die Strategie des Unternehmens bieten die 4.0-Prozesse unter anderem folgende Chancen:

- Verbesserte Wachstumspotenziale durch smarte Produkte und Dienstleistungen, gezielte Nutzung digitaler Distributionskanäle, Erschließung neuer Märkte oder systematische Nutzung der 4.0-Prozesse (Wettbewerbsvorteile).
- Erschließung neuer Geschäftsmodelle durch intelligente Technologien entlang der Wertschöpfungskette (unter anderem durch die Kooperation mit Lieferanten, Dienstleistern, Finanzierungsinstitutionen oder Kunden).
- Kombination intelligenter Dienstleistungen (Nutzung von Smart Services oder Plattformökonomie) bis hin zum Wandel vom Produktanbieter zum Lösungsanbieter.
- Stärkung der Kundenbindung und Steigerung der Kundenzufriedenheit durch das Angebot personalisierter Produkte und Dienstleistungen mittels intelligenter Auswertung von Kundendaten und die Kundenansprache über verschiedene Verkaufskanäle (wie Multichannel oder Cross Channel).
- Optimierungspotenzial (zum Beispiel der Kosten, Durchlaufzeiten, Verfügbarkeit oder des Ressourcenverbrauchs) durch intelligente Software (inkl. KI) gesteuerte Daten von Arbeitsmitteln, -stoffen, Räumen, Personen und Prozessen sowie Ge-

staltung gesunder und produktiver Arbeitsplätze mittels Auswertung digitaler Daten, durch technische Assistenzsysteme oder smarte Gefährdungsbeurteilungen.

- Verbesserte Arbeitsproduktivität durch bessere Anpassung der Arbeitsbedingungen an die individuellen Bedarfe und Voraussetzungen der Beschäftigten sowie Einsatz von Assistenzsystemen (wie Ambient Assisted Working, Exoskelette oder Roboter).
- Durch intelligente Software (inkl. KI) gesteuerte Personaleinsatzplanung mit höherer Selbstregulierung durch Beschäftigte und bedarfsgerechter Einsatzplanung.
- Lernprozesse im Arbeitsprozess nach individuellen Voraussetzungen beinahe in Echtzeit.
- Durch erfolgreiche Umsetzung von 4.0-Prozessen positioniert sich das Unternehmen als Innovationsführer im Wettbewerb. Dadurch steigt die Attraktivität des Unternehmens für Kunden, (potenzielle) Beschäftigte, Kooperationspartner und Investoren.

Gefahren: Für die Strategie des Unternehmens können sich durch die 4.0-Prozesse unter anderem folgende Gefahren ergeben:

- Schlecht geplante Einführung und unsystematische Nutzung der neuen Technologien können dazu führen, reaktiv durch die Entwicklung „getrieben“ zu werden: Es entstehen so unnötige Kosten, Störungen und Aufwände.
- Mangelhafte strategische Planung

des Technologieeinsatzes und hohe Investitionskosten in neue Technologien und damit einhergehende Finanzierungsschwierigkeiten.

- Unterschätzung des erforderlichen fachlichen Know-hows und damit fehlerhafte Prozesse und suboptimale Qualität.
- Verspätete oder ungenaue Informationen über Veränderungen, intransparente Entscheidungsprozesse oder als unfair empfundene Lösungen reduzieren die Veränderungsbereitschaft der Beschäftigten (Engagement und Motivation) und verstärken Ängste und Arbeitsplatzunsicherheit.
- Fixierung auf die Technologie und Vernachlässigung der erforderlichen arbeitsorganisatorischen Veränderungen/Reorganisationen.
- Wettbewerbsnachteile durch Fluktuation, schlechtes Betriebsklima, verminderte Produktivität oder verminderte Produkt-/Dienstleistungsqualität als Resultat mangelhafter strategischer Planung/nicht passender Technologie der 4.0-Prozesse.
- Führungskräfte und Betriebs- oder Personalräte als „Vertrauensmanager“ in Veränderungsprozessen werden nicht (ausreichend) einbezogen.
- Lernprozesse der Beschäftigten werden nicht in die Strategie eingebettet,
- Verlust an Attraktivität für Beschäftigte, Nachwuchskräfte, Kunden und Partner sowie Minderung der Wettbewerbsfähigkeit.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Folgende Fragestellungen können bei der Entwicklung, Formulierung und Umsetzung einer Strategie hilfreich sein:

Strategie nach außen

Marktpositionierung – zum Beispiel:

- Welche neuen 4.0-Technologien (cyber-physischen Systeme) gibt es in unserem Produkt- und Dienstleistungsbereich?

- Wie können wir diese 4.0-Technologie für unsere Produkte und Dienstleistungen nutzen?
- Wo liegen bei der Entwicklung und der Umsetzung der angedachten neuen smarten Produkte und Dienstleistungen unsere Stärken und Schwächen?
- Eröffnen uns die cyber-physischen Systeme neue Marktsegmente, die zu unseren Stärken passen?

- Welche Kernkompetenzen besitzen wir zum Aufgreifen und zur Realisierung der neuen smarten Produkte und Dienstleistungen? (Welche Kompetenzen müssen wir gegebenenfalls dazuholen?)

Kunden – zum Beispiel:

- Wie erreichen wir unsere bestehenden Kunden mit den neuen smarten Produkten und Dienstleistungen?

- Wie affin sind unsere Kunden den neuen 4.0-Technologien gegenüber?
 - Können wir mit den neuen smarten Produkten und Dienstleistungen neue Kundengruppen erreichen und ansprechen?
 - Wie können wir die cyber-physischen Systeme nutzen, um Kunden in den Entwicklungsprozess von unseren neuen smarten Produkten und Dienstleistungen einzubinden? (individuelle Produkt-/Leistungsentwicklung)
 - Welche Möglichkeiten der direkten Kommunikation mit unseren Kunden bieten die cyber-physischen Systeme?
 - Wie können wir die cyber-physischen Systeme nutzen, um möglichst umfassende und neue Informationen über unsere Kunden zu erhalten? (Kundenprofilung)
 - Wie können wir die cyber-physischen Systeme nutzen, um neue Absatzstrategien zu entwickeln und umzusetzen?
 - Wie verändern sich bestehende Geschäftsbeziehungen durch den Einsatz der cyber-physischen Systeme?
- Wettbewerber** – zum Beispiel:
- Wie können wir uns mit unseren neuen smarten Produkten und Dienstleistungen von unseren Konkurrenten unterscheiden?
 - Welche neuen Barrieren für den Markteintritt ergeben sich durch die cyber-physischen Systeme?
- Lieferanten** – zum Beispiel:
- Ändert sich durch die cyber-physischen Systeme der Kreis unserer Lieferanten?
 - Sind durch die cyber-physischen Systeme neue Bedingungen bei der Wahl der Lieferanten zu beachten?
 - Wie sieht das Engpassrisiko aus?
 - Verändert sich durch neue (technologische) Möglichkeiten meine Verhandlungsmacht?
- Mögliche Kooperationspartner** – zum Beispiel:
- Bin ich bereit, mit anderen Unternehmen in Fragen der cyber-physischen Systeme zu kooperieren und wenn ja, in welchen Bereichen und wie ist das für mich möglich und opportun?
- Wie wird diese Zusammenarbeit gestaltet (technologisch, rechtlich, sozial)?
 - Gibt es Möglichkeiten, Hochschulen oder Forschungsinstitute in Produkt-/Leistungsentwicklung einzubinden?
- Wirtschaftlichkeit** – zum Beispiel:
- Welche Kosten und welchen Nutzen hat die neue Strategie auf Grundlage der cyber-physischen Systeme? Wann amortisieren sich ihre Kosten?
 - Wie schnell können wir die neuen smarten Produkte und Dienstleistungen entwickeln?
 - Welcher Aufwand ist für die Entwicklung erforderlich?
 - Wie kann ich in Zukunft wirtschaftlich und nachhaltig produzieren?
 - Was bringen uns die neuen smarten Produkte und Dienstleistungen? (SWOT-Analyse: Stärken/Schwächen, Chancen/Gefahren)
- Strategie nach innen**
- Rolle der intelligenten Software (inkl. KI) im Unternehmen – zum Beispiel:**
- Welche cyber-physischen Systeme mit welchen Technologien gibt es, um unsere Arbeitsorganisation und unsere Prozesse zu optimieren (wie zum Beispiel Assistenzsysteme/ Smartphones, Fahrzeuge, smarte Arbeitsmittel, Gebäudetechnologie, Plattformen, Messenger-Dienste)?
 - Können wir unsere Produktivität durch intelligenten Ressourceneinsatz mit cyber-physischen Systemen weiter steigern? (wie Arbeitsplanung, Prozesssteuerung, Personaleinsatz, Materiallogistik, Assistenzsysteme, smarte Gefährdungsbeurteilung)?
 - Welche ethischen Aspekte sind beim Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI) mit ihren Modellen künstlicher Intelligenz zu berücksichtigen?
 - In welchen Bereichen sollen wir die 4.0-Technologien in welchen Schritten integrieren? (Arbeitsplatz, Prozesse, Teams, Betrieb)
 - In welchen Bereichen ist eine Vernetzung der Wertschöpfungskette über die Unternehmensgrenzen hinaus sinnvoll?
- Können wir die Arbeitszufriedenheit und die Motivation der Führungskräfte und Beschäftigten durch cyber-physische Systeme verbessern und wenn ja wie?
 - Haben wir die Auswirkungen durchdacht, wenn intelligente Software (inkl. KI) die Aufgaben von Beschäftigten übernehmen und Prozesse steuern kann?
 - Haben wir darüber nachgedacht, wie wir die Kreativität und Innovationsbereitschaft unserer Führungskräfte und Beschäftigten bewahren und wie die cyber-physischen Systeme diese fördern oder beeinträchtigen?
 - Haben wir ein Kontrollsystem, mit dem erfasst wird, welche Dinge (Arbeitsmittel, -stoffe, Räume, Materialien, Prozesse, Personen) welche Daten produzieren, und wie wir diese Daten für unsere Prozesse nutzen können?
 - Besitzen wir Kriterien, nach denen die erfassten Daten ausgewertet und genutzt werden sollen?
 - Haben wir überlegt, ob die CPS die Daten in der ausreichenden Datenqualität zur Verfügung stellen?
 - *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*
 - Haben wir Aspekte des Datenschutzes berücksichtigt – insbesondere den Umgang mit den personenbezogenen Daten (zum Beispiel der Kunden, Führungskräfte oder Beschäftigten)?
 - *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*
 - Haben wir die Möglichkeiten eines Angriffs auf diese Daten unserer Dinge und die erforderlichen Schutzmaßnahmen überdacht? Haben wir reflektiert, wer auf diese Daten unserer Dinge noch Zugriff hat, wo diese Daten aus dem Betrieb lagern und was mit ihnen geschieht? (strategische Linie: nur verlässliche, zertifizierte Dienstleister beauftragen – wie Cloud).
 - *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.*
 - Haben wir überlegt, wie wir die Beschäftigten auf den Einsatz der neuen Technologien vorbereiten und wie wir sie daran beteiligen?
 - *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.1 Kom-*

¹²Das Lastenheft wird in der Regel vom Auftraggeber verfasst, das Pflichtenheft vom Auftragnehmer. Das Pflichtenheft ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

petenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI).

- Haben wir festgelegt, wie wir den Einsatz der neuen Technologien vereinbaren? ▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.

Vorbereitung und Akzeptanz – zum Beispiel:

- Wird den Führungskräften und Beschäftigten erklärt, welche 4.0-Technologien wie eingesetzt werden sollen?
- Ist grundsätzlich im Betrieb gemeinsam mit den Führungskräften und Beschäftigten geklärt, wie mit den personenbezogenen Daten umgegangen wird? (Umgang vereinbaren/Betriebsvereinbarungen)
- Werden den Führungskräften und Beschäftigten Kriterien vermittelt, nach denen sie die 4.0-Technologien und die intelligente Software (inkl. KI) bewerten können?
- Kennen die Führungskräfte und Beschäftigten die Kriterien, nach denen intelligente Software (inkl. KI)

die Prozesse teilweise oder ganz steuert und nach denen sie lernt?

- Ist geklärt, welche Kompetenzen die Führungskräfte und Beschäftigten für den Umgang mit den 4.0-Technologien benötigen? (bei Bedarf Weiterbildung)
- Ist geklärt, wie die betriebliche Interessenvertretung in die Überlegungen einzubeziehen ist?

Implementierung – zum Beispiel:

- Welche 4.0-Technologien gibt es zur Verbesserung unserer internen Arbeitsprozesse?
- Werden bei der Anschaffung der Software/der Entwicklung (Lastenheft/ Pflichtenheft¹²) die Inhalte der präventiven und menschengerechten Arbeitsgestaltung eingebracht und berücksichtigt (Mensch muss geschützt werden)?
- Lässt die technische Infrastruktur des Unternehmens eine Implementierung neuer Lösungen zu beziehungsweise welcher Aufwand (Zeit, Kosten) ist erforderlich, um eine sinnvolle Implementierung vorzunehmen?
- Sind entsprechende softwaretech-

nische Standards gegeben?

- Sind die neuen technischen Lösungen kompatibel zu den bereits existierenden? Müssen die Dienste individuell auf das Unternehmen zugeschnitten werden oder können Standardlösungen verwendet werden?
- Sollen zunächst möglichst schnell einfache Teillösungen umgesetzt werden oder wird die komplette Lösung auf einmal umgesetzt?

Führung – zum Beispiel:

- Wird überlegt, welche Änderungen die cyber-physischen Systeme auf die Führung haben?
- Wird überlegt, welche neuen Kompetenzen die Führungskräfte benötigen und wie sie diese aufbauen können? ▶ Siehe Umsetzungshilfe 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0.
- Ist mit den Führungskräften geklärt, wie diese den Beschäftigten die Einführung der cyber-physischen Systeme erklären?
- Besteht ein Plan, wie die Beschäftigten in den Veränderungsprozess einbezogen werden?

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Cernavin, O. (2016): Strategie. In: Offensive Mittelstand (Hrsg.), *Unternehmensführung für den Mittelstand* (S. 3–28) (2. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

Hamel, G., & Prahalad, C. K. (1995). *Wettlauf um die Zukunft*. Wien: Überreuter Verlag.

Kolks, U. (1990). *Strategieimplementierung, ein anwenderorientiertes Kon-*

zept. Wiesbaden: Gabler Verlag.

Macharzina, K. (1999). *Unternehmensführung, das internationale Managementwissen*. Wiesbaden: Gabler Verlag.

Malik, F. (2008). *Strategie des Managements komplexer Systeme* (10. Aufl.). Bern: Verlag Paul Haupt.

Porter, M., E. (1999). *Wettbewerb und Strategie*. Frankfurt a. M.: Campus Verlag.

Simon, H., & Gathen von der, A. (2002).

Das große Handbuch der Strategieinstrumente. Frankfurt a. M.: Campus Verlag.

Stöger, R. (2010). *Strategieentwicklung für die Praxis*, (2. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

Welge, M., & Al-Laham, A. (2008). *Strategisches Management: Grundlagen – Prozess – Implementierung* (4. Aufl.). Wiesbaden: Gabler Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen
- 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse
- 1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungsverhalten für 4.0-Prozesse
- 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0
- 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen
- 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen

1. Führung und Kultur > 1.1 Ziele, Strategie und Kriterien für 4.0-Prozesse

1.1.2 Autonomie der Systeme



■ **Stichwörter:** Grundlagen der Autonomie, autonome technische Systeme, Deutungsmuster, selbstgesteuertes Handeln von technischen Systemen

> Warum ist das Thema wichtig?

In den Darstellungen der cyber-physischen Systeme (CPS),¹ der 4.0-Prozesse² und der intelligenten Software (inkl. KI)³ wird oft von „autonomen technischen Systemen“ gesprochen. Der Begriff „autonom“, der bisher Personen oder Institutionen vorbehalten

war, wird nun auch auf 4.0-Technologien⁴ bezogen. Technologien können in einem gewissen Rahmen Situationen erkennen und bewerten, autonom agieren, Entscheidungen treffen und lernen. Dabei darf nicht übersehen werden, dass sich die Grundlagen

der Autonomie für Personen und Institutionen von denen für technische Systeme unterscheiden. Diese Unterschiede sollte man sich bewusst machen, um die Möglichkeiten autonomer technischer Systeme zu verstehen und zu nutzen.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Autonomie – autonome technische Systeme

Hier wird **Autonomie** als Wahlfreiheit für eine Person verstanden, selbstbestimmt nach ethischen Werten und in reflexiver Haltung (Selbstreflexion) zu entscheiden und zu handeln. Autonom kann eine Person nur in sozialen Zusammenhängen sein.⁵ Autonom ist eine Person also nie allein, sondern auf Grundlage der Strukturen, Funktionen und der Kultur dieser sozialen Zusammenhänge (wie zum Beispiel Wertesystem, gesetzliche Vorgaben, Machtstrukturen, Stereotypen, implizite Vorurteile, Manipulationen).⁶ Entsprechend wird die Autonomie einer Person auch immer durch die sozialen Zusammenhänge geprägt, gehemmt, unterdrückt

oder gefördert. Gleichzeitig kann eine autonome Person diese sozialen Zusammenhänge infrage stellen, woraus sich Spannungen und Widersprüche ergeben können.⁷

Autonome technische Systeme entscheiden und agieren eigenständig und selbstlernend auf Grundlage von programmierten Funktionalitäten und technischen Mustern (Deutungsmustern). Diese Funktionalitäten und technischen Muster basieren auf künstlicher Intelligenz und 4.0-Technologien. Autonome technische Systeme können im Rahmen ihres technologischen Programms eigenständig handeln, lernen und Entscheidungen treffen. Sie können komplexe Aufgaben in einem bestimmten Anwendungsbereich trotz variierender Ziel-

vorgaben und Ausgangssituationen selbstständig lösen.⁸

Autonome technische Systeme sind cyber-physische Systeme (CPS). Im Unterschied dazu agieren **automatisierte Systeme** auf Grundlage streng geregelter und „starr“ programmierter Abläufe (präzise Reproduktion).

Autonomie, bezogen auf Personen, basiert auf anderen Grundlagen als Autonomie, die sich auf technische Systeme bezieht – siehe *Abbildung 1*. Insofern bedeutet Autonomie für Personen und technische Systeme jeweils etwas anderes, auch wenn rein formal Vergleichbares beschrieben werden soll: das (scheinbar) eigenständige Agieren und Lernen von Systemen.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

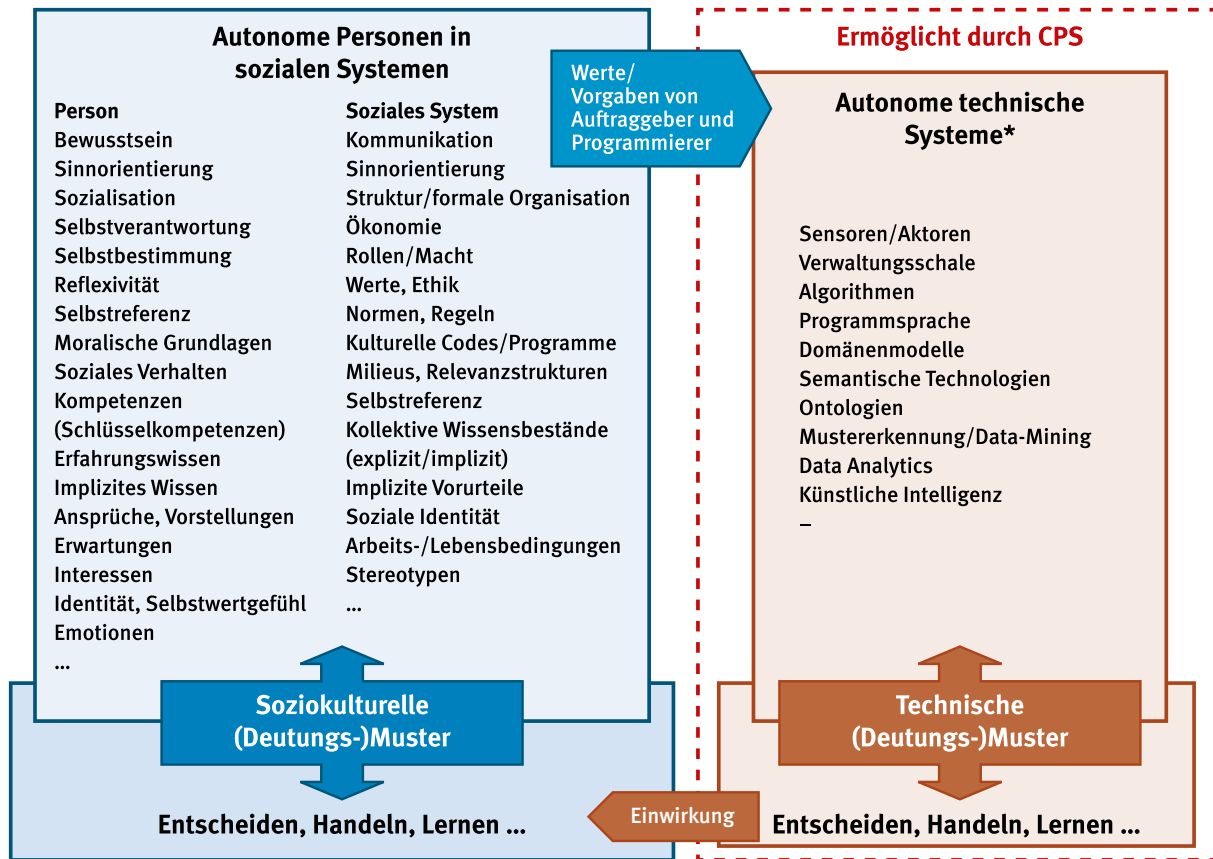
⁴ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder gesteuert werden.

⁵ vgl. u. a. Kant 1986, S. 10ff.; Kornwachs 2017, S. 17ff.; Mill 1974, S. 20ff.; Pauer-Studer 2000, S. 12ff.; Rössler 2018, S. 368ff.

⁶ vgl. u. a. Adorno 1975, S. 139ff.; Rössler 2017, S. 384ff.

⁷ Rössler 2018, S. 396

⁸ Wahlster 2017, S. 1



* Autonome technische Systeme entscheiden und agieren eigenständig und selbstlernend auf Grundlage von programmierten technischen Deutungsmustern. Automatisierte Systeme agieren demgegenüber auf Grundlage streng geregelter und „starr“ programmierter Abläufe.

Abbildung 1: Autonomie von Personen in sozialen Systemen und autonome technische Systeme (eigene Darstellung)

Autonome Personen in sozialen Systemen

Die Autonomie von Menschen basiert auf Merkmalen der Personen (beispielsweise Erwartungen, Bewusstsein, Sinnorientierung, Prägungen durch Sozialisation) und der sozialen Systeme, in denen diese Personen entscheiden und handeln (beispielsweise Rollen, Normen, Milieus, ökonomische Bedingungen, Machtstrukturen, Gesetze und Relevanzstrukturen).⁹ Diese Merkmale der sozialen Systeme bilden dabei die Rahmenbedingungen für die Autonomie der Personen. Sie prägen die Art des Verständnisses von Autonomie, sie können autonome Entscheidungen fördern oder sie erschweren und unterdrücken. Auf diesen Grundlagen entsteht die Fähigkeit, selbstbestimmt zu denken, moralische

Verantwortung zu übernehmen, zu entscheiden, zu handeln und zu lernen sowie sich und die Umgebung reflexiv infrage zu stellen.¹⁰

Grundlage für eine autonome Entscheidung einer Person sind die komplexen soziokulturellen (Deutungs-) Muster der sozialen Systeme, in denen sie sich bewegt (die gleiche Person kann in unterschiedlichen sozialen Systemen auch unterschiedlich autonom entscheiden – im Betrieb anders als im Freundeskreis). Autonomie von Personen basiert also auf vielschichtigen, historisch gewachsenen, sozial bedingten und der Individualität der Person abhängigen Kontexten, die von technischen Systemen nicht imitiert oder auf einfache Weise erreicht werden können. Insofern ist der Operationsmodus von Personen und sozialen Systemen ein gänzlich ande-

rer als der von technischen Systemen.

Autonome technische Systeme

Die Autonomie technischer Systeme basiert nicht auf soziokulturellen, sondern auf technischen Deutungsmustern, die zu einer ganz anderen Form von Autonomie führen.

Grundlage aller 4.0-Technologien sind Modelle und Programmiersprachen der intelligenten Software (inkl. KI),¹¹ die wiederum auf unterschiedlichen digitalen Basistechnologien und Anwendungen beruhen (siehe unten). KI kann beispielsweise über Algorithmen riesige Datenbestände beinahe in Echtzeit analysieren, komplexe Lösungen entwickeln, Prozesse (teil-) steuern und sich eigenständig kontinuierlich weiterentwickeln (lernen). KI leistet rechnerisch und technisch ein Vielfaches mehr in deutlich kürze-

⁹ Die folgenden Ausführungen basieren u. a. auf: Baecker 1999; Böhle et al. 2014, S. 52ff.; Bourdieu 1993; Forst 2015, S. 63ff.; Breyer-Mayländer 2018; Georg und Peter 2016; Luhmann 1996; Rosa 2016, S. 41ff.; Parsons 1976; Roth 1996; Schütz 1974

¹⁰ Rössler 2018, S. 385.

¹¹ vgl. u. a. Ertel 2016; Mainzer 2016

¹² vgl. u. a. BMWi 2016; Cernavin & Lemme 2018; Dengel 2012; Geisberger & Boy 2012, S. 130ff.; Heidel et al. 2017; Hering & Schönfelder 2018

ren Fristen, als jeder Mensch dazu in der Lage wäre, jedoch fehlt KI aktuell (noch) die soziokulturelle Dimension.

Zur Problemlösung und für autonome Entscheidungen nutzt KI rechnerisch-technische Anwendungen und unter anderem die folgenden Basistechnologien,¹² die wichtige Grundlagen für autonome technische Systeme liefern. Die folgenden Ausführungen zeigen, dass die Autonomie technischer Systeme auf technischen und rechnerischen Grundlagen sowie programmierten Kriterien basieren.

■ **Sensortechnologie:** Sensoren können Bestandteile von Arbeitsmitteln, Räumen, Fahrzeugen, Bekleidung (Wearables) oder Assistenzmitteln sein und alle physikalischen, chemischen, klimatischen, biologischen und medizinischen Größen erfassen und in Daten umwandeln.

■ **Domänenmodelle, domänen-spezifische Sprachen, Ontologien:** Diese Anwendungen sind zentral, damit die intelligente Software (inkl. KI) nicht stereotyp, sondern autonom handeln und selbstgesteuert lernen kann. Die Informationen, die die intelligente Software (inkl. KI) hierzu benötigt, werden durch den Menschen in einem Domänenmodell beschrieben. Dabei werden die Beziehungen der Konzepte und Objekte in standardisierten Ontologien erfasst (explizite, formale Spezifikation zur Bereitstellung von Wissensstrukturen). In Ontologien erfasstes Wissen kann dann ausgetauscht werden. Damit ist ein autonomes Erkennen der Situation, ein Planen und Lernen durch die Technik möglich. Neben Algorithmen steuern auch Ontologien die intelligente Software (inkl. KI) autonom und beinahe in Echtzeit.

■ **Semantische Technologien:** Semantische Technologien versetzen Software in die Lage, Informationen ihrer Bedeutung entsprechend auszuwerten, zu verbinden und zu Neuem zu verknüpfen.

■ **Algorithmen:** Algorithmen erkennen Muster eingehender Daten, vergleichen sie mit vorhandenen Mustern aus Big Data, ordnen sie nach bekannten Schemata oder entwickeln neue. Sie ermöglichen damit autonome Bewertungen und Entscheidungen durch intelligente Software (inkl. KI).

■ **Multiagentensysteme:** In einem Multiagentensystem kooperieren autonome Softwareeinheiten (Agenten) zum Erreichen von Zielen in ihren Umgebungen (zum Beispiel über Sensoren und Aktoren) miteinander. Die Aktionen können reaktiv, aber auch proaktiv und selbstlernend sein.

■ **Nutzer- beziehungsweise Menschmodelle, Human Awareness:** Wenn autonome Systeme mit Menschen interagieren, geschieht das auf Basis von Nutzer- beziehungsweise Menschmodellen. Dabei handelt es sich um Simulationen menschlichen Verhaltens (physisch und psychisch) in entsprechenden Anwendungsfällen zu dessen Diagnose, Vorhersage und Unterstützung bei der Interaktion des autonomen technischen Systems mit Menschen. Die programmierten Grundlagen für das Nutzer- beziehungsweise Menschmodell und die Bewertungs- und Entscheidungskriterien können dafür maßgeblich sein, in welche Richtung das System lernt (zum Beispiel wert- oder nutzenorientiertes Verhalten).

■ **Maschinelles/technisches Lernen und Data-Mining:** Auf Grundlage der theoretischen Informatik und Mathematik gewinnen Computer mittels technischer Lernmodule (Machine Learning) aus vorhandenen Datenmengen Wissen. Das geschieht entweder vor dem Hintergrund konkreter Fragestellungen („Was ist typisch für einen Stau?“) oder über Data-Mining,¹³ um allgemein neue Erkenntnisse zu generieren. Derartige Algorithmen ermöglichen, ein sich selbst optimierendes System zu gestalten.

■ **Aktoren:** Die von Sensoren erfassten und durch Algorithmen verarbeiteten Daten werden von Aktoren (oder Aktuatoren) in Aktionen umgesetzt, zum Beispiel in Form von Schall, Druck, Temperatur, Bewegung, Drehmoment, Licht oder anderen physikalischen Größen. Aktoren finden sich beispielsweise in Arbeitsmitteln oder Elementen der Arbeitsumgebung wie Lampen, Motoren, Lautsprechern, Robotern oder in Druckern.

Gegenseitige Beeinflussung von autonomen Personen und autonomen technischen Systemen

Sowohl Personen (und soziale Systeme) als auch technische Systeme können also autonom agieren. Doch die Grundlagen für die Autonomie sind bei Personen und 4.0-Technologie unterschiedlich (soziokulturelle Muster und technische Muster).¹⁴ Die Unterschiede zwischen den Grundlagen der Autonomie zu erkennen, ist insofern relevant, weil sie die spezifischen Stärken und Schwächen im Entscheiden, Handeln und Lernen von Menschen (und sozialen Systemen) einerseits und Technik andererseits sichtbar machen. ▶ *Siehe auch Umsetzungshilfen 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligente Software (inkl. KI); 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligenter Software (inkl. KI).*

Autonome Personen und autonome technische Systeme beeinflussen sich aber in vielen Bereichen gegenseitig und tangieren damit auch die jeweils spezifischen Autonomiebedingungen des anderen Systems. Das beginnt damit, dass jedes autonome technische System von einer Person beziehungsweise einer Institution (Betrieb) auf den Weg gebracht wird. Eine Person programmiert die intelligente Software (inkl. KI) auf Grundlage spezieller Interessen (Auftragslage, Kundenbedarf, Markt), in speziellen Machtverhältnissen (Betrieb, Arbeitsaufgabe, Anweisungen) und auf Grundlage spe-

¹²vgl. u. a. BMWi 2016; Cernavin & Lemme 2018; Dengel 2012; Geisberger & Boy 2012, S. 130ff.; Heidel et al. 2017; Hering & Schönfelder 2018

¹³Data-Mining ist die systematische Analyse von umfangreichen Datenmengen mit dem Ziel, neue Muster zu erkennen und neues Wissen zu gewinnen.

¹⁴Man kann sich darüber streiten, ob man für beide Formen der Autonomie das gleiche Wort benutzen oder beispielsweise bei technischen Systemen besser von „autonomisierter Technik“ sprechen sollte, wie es Kornwachs vorschlägt (Kornwachs 2017, S. 22). In den Umsetzungshilfen wird zur Unterscheidung von „autonomen technischen Systemen“ gesprochen beziehungsweise von „Autonomie von Personen“, um den Unterschied deutlich zu machen.

zieller Werte (Gesellschaft, Gesetze, Unternehmenskultur). Das technische System wird dann in seinem Arbeitsprozess auf Grundlage seiner technischen Muster autonom entscheiden, handeln und lernen, aber es nimmt dabei immer auch die programmierten Interessen und Werte des Auftraggebers und Programmierers mit.

Gleichzeitig beeinflusst das autonome technische System in der Interaktion mit Menschen und Institutionen die Autonomie dieser Menschen und Institutionen.¹⁵ ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)*. Hierzu ein paar Beispiele:

- Autonome intelligente Software (inkl. KI) kann über Fahrzeugtracking Routen von beispielsweise Handwerkern hinsichtlich Dringlichkeit und Effizienz planen, auch unter Berücksichtigung unvorhergesehener, kurzfristiger Aufgabenänderungen. Damit wird einerseits der Handlungsspielraum des betroffenen Beschäftigten verringert, da er in Bezug auf die Route keine eigenen Entscheidungen mehr treffen kann. Andererseits kann das die Effizienz der Abläufe für den Betrieb deutlich erhöhen und auch dem Beschäftigten belastende Situationen (wie zum Beispiel Staus, Zeitdruck) ersparen.
- Autonome intelligente Software (inkl. KI) kann die Handlungsträgerschaft beispielsweise beim Warten von Anlagen übernehmen. Die Software legt nach bestimmten

Kriterien (zum Beispiel Effizienz, Abnutzungsgrad) fest, wann und wie die Anlage gewartet wird, ohne dass der Beschäftigte dies steuern kann. Das kann den Beschäftigten entlasten, da er beispielsweise routinemäßige Kontrollaufgaben nicht mehr durchführen muss. Es kann den Beschäftigten aber auch zusätzlich belasten, da er nicht mehr die Kontrolle über die Abläufe hat und sich eventuell entmündigt fühlt.

- Autonome technische Systeme können zum Beispiel im Pflegebereich steuern, wer sich wann um einen Patienten kümmert, der das Notsignal ausgelöst hat. Wenn das einzige Kriterium der Standort des nächstgelegenen Pflegers ist, kann es zu schwerwiegenden Auswirkungen auf eine zu erledigende Arbeitsaufgabe kommen oder die Einteilung kann als ungerecht empfunden werden. Werden neben dem Standort auch andere Parameter mitberücksichtigt wie momentane Aufgabe, Einsatzplanung oder Pausenregelung, kann das autonome technische System effektive und als gerecht empfundene Lösungen ermöglichen.
- Autonome technische Systeme können auf Grundlage von Datenprofilen Personen und Betrieben Vorschläge zur Verbesserung von Lebens- und Arbeitsprozessen machen (zum Beispiel Gesundheit, Sport, Arbeitsrhythmen, Controlling-Kennzahlen, Personalbe-

wertung). Ein Problem kann dabei sein, dass die den Vorschlägen zugrunde liegende Datenqualität nicht ausreichend ist und es somit zu verzerrten und nicht verlässlichen Vorschlägen kommt. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen*. Oder die Kriterien, nach denen das autonome technische System Gesundheits- und Verhaltensvorschläge unterbreitet, sind den Personen und dem Betrieb nicht bekannt. Andererseits können die Vorschläge das Wohlbefinden der Personen steigern oder dazu beitragen, die Arbeitsabläufe produktiver und gesundheitsgerechter zu gestalten. Auch kann die Gewöhnung an derartige Vorschläge der 4.0-Technologie dazu führen, dass Personen und Betriebe schrittweise „verlernen“, eigenständig in diesen Bereichen Entscheidungen zu treffen, und sich auf die Vorschläge der intelligenten Software (inkl. KI) verlassen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien*.

Diese Beispiele sollen aufzeigen, wie autonome technische Systeme in die Autonomie von Personen und Institutionen einwirken können. Auch wenn Personen und Institutionen einerseits und 4.0-Technologien andererseits vollkommen unterschiedlichen Logiken von Autonomie folgen, so beeinflussen sich beide Seiten in der Interaktion gegenseitig.

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Wer die unterschiedlichen Grundlagen der Autonomie von Personen und Institutionen einerseits und 4.0-Technologien andererseits kennt und berücksichtigt, kann unter anderem folgende **Chancen** nutzen:

- Der Unternehmer besitzt Kriterien, um erklären zu können, warum und in welchen Situationen autonome technische Systeme genutzt werden und teilweise oder ganz die

Handlungsträgerschaft übernehmen.

- Die spezifischen Stärken von autonom entscheidenden Personen und 4.0-Technologien für die Arbeitsprozesse werden erkannt.
- Der Betrieb kann bewusst Bedingungen schaffen, in denen das autonome Entscheiden und Handeln von Führungskräften und Beschäftigten im Rahmen der betrieblichen

Anforderungen gefördert werden.

- Der Unternehmer kann den Führungskräften und Beschäftigten deutlich machen, warum er ihre autonomen Entscheidungen im Rahmen der Anforderungen des Betriebes wertschätzt.
- Bei den Führungskräften und Beschäftigten wird das Gefühl gefördert, dass ihre Autonomie anerkannt wird, auch wenn intelligente

¹⁵ vgl. u. a. Balfanz 2017; Kornwachs 2017, S. 32ff.; Rössler 2017, S. 216ff.; Westhoff 2018

Software (inkl. KI) teilweise Handlungsträgerschaft übernimmt.

- Die Führungskräfte und Beschäftigten werden eher bereit sein, ihre Eigenschaften wie Selbstverantwortung, Selbstbestimmung, soziales Verhalten, Kompetenzen, Reflexivität oder Selbstwertgefühl für den Betrieb einzubringen.

Wer die unterschiedlichen Grundlagen der Autonomie von Personen und Institutionen einerseits und 4.0-Technologien andererseits nicht kennt und beachtet, kann unter anderen folgenden **Gefahren** unterliegen:

- Autonome Personen oder autonome Technologien können Fehlentscheidungen treffen, die im

schlechtesten Fall erst spät oder gar nicht erkannt werden.

- Die Stärken und Schwächen von autonomen technischen Systemen können nicht gezielt und systematisch genutzt beziehungsweise berücksichtigt werden.
- Der 4.0-Technologie werden Aufgaben übertragen, für die die Führungskräfte und Beschäftigten besser geeignet wären.
- Wer die unterschiedlichen Grundlagen von autonomen Personen und autonomer 4.0-Technologie nicht kennt und keine Kriterien für die Unterscheidung besitzt, kann den Führungskräften und Beschäftigten nicht überzeugend erläutern, welche Bedeutung die autonomen und

eigenverantwortlichen Entscheidungen von Personen für den Betrieb haben und welche Bedeutung der Einsatz der autonomen technischen Systeme hat.

- Führungskräfte und Beschäftigte können sich bevormundet und entmündigt fühlen, wenn autonome 4.0-Technologie die Handlungsträgerschaft übernimmt, ohne dass ihnen erläutert wird, warum dies geschieht.
- Führungskräfte und Beschäftigte können sich in ihren autonomen Entscheidungen bedroht fühlen, wenn die speziellen Stärken der autonomen technischen Systeme im Betrieb nicht erklärt werden können.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Diese Umsetzungshilfe will Kriterien für die Einschätzung von autonomen Systemen sowie für die unterschiedlichen Grundlagen der Autonomie von Personen und Institutionen einerseits sowie von autonomen technischen Systemen an-

dererseits geben. Die Inhalte dieser Umsetzungshilfe sollten in allen konkreten Maßnahmen zur Integration von 4.0-Technologie in die betrieblichen Prozesse mitberücksichtigt werden. Insofern spielen die hier dargelegten Inhalte bei allen Maßnahmen

zur Gestaltung der Arbeit 4.0 eine Rolle. Die Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 bieten eine Fülle von Hinweisen und Empfehlungen, wie 4.0-Technologien wirkungsvoll und präventiv gestaltet werden können.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Adorno, T. W. (1975). *Negative Dialektik* (2. Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Baecker, D. (1999). *Organisation als System*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Balfanz, D. (2017). Autonome Systeme. In W. Schröter (Hrsg.), *Autonomie des Menschen – Autonomie der Systeme* (S. 137–150). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.
- BMW – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016). *Struktur der Verwaltungsschale – Fortentwicklung des Referenzmodells für die Industrie 4.0-Komponente*. Berlin: BMWi.
- Böhle, F., Bolte, A., Huchler, N., Neumer, J., Porschen-Hueck, A., & Sauer, S. (2014). *Vertrauen und Vertrauenswürdigkeit*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Bourdieu, P. (1993). *Sozialer Sinn*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Breyer-Mayländer, T. (2018). Der Autonomiebegriff in unterschiedlichen Bereichen und Disziplinen. In T. Breyer-Mayländer (Hrsg.), *Das Streben nach Autonomie – Reflexionen zum digitalen Wandel* (S. 17–30). Baden-Baden: edition sigma in der Nomos Verlagsgesellschaft.
- Cernavin, O., & Lemme, G. (2018). Technologische Dimensionen der 4.0-Prozesse. In O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 21–57). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Dengel, A. (Hrsg.). (2012). *Semantische Technologien*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Ertel, W. (2016). *Grundkurs künstliche Intelligenz* (4. Aufl.). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Forst, R. (2015). *Normativität und Macht*. Berlin: Suhrkamp Verlag.
- Geisberger, E., & Broy, M. (Hrsg.). (2012). *agendaCPS – Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems*. München: acatech Studie.
- Georg, A., & Peter, G. (2016). *SelbstWertGefühl*. Hamburg: VSA Verlag.
- Heidel, R., Hoffmeister, M., Hankel, M., & Döbrich, U. (2017). *Industrie 4.0 – Basiswissen RAMI4.0*. Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag, VDE-Verlag.
- Hering, E., & Schönfelder, G. (Hrsg.). (2018). *Sensoren in Wissenschaft und Technik* (2. Aufl.). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Kant, I. (1986). *Kritik der reinen Vernunft*. Ditzingen: Reclam Verlag.
- Kornwachs, K. (2017). Der Herr der Dinge oder warum wir unsere Geschöpfe an die Hand nehmen sollten. In W. Schröter (Hrsg.), *Autonomie des Menschen – Autonomie der Systeme* (S. 15–66). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.
- Luhmann, N. (1995). *Das Recht der Gesellschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Luhmann, N. (1996). *Soziale Systeme* (6. Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Mainzer, K. (2016). *Künstliche Intelligenz*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

- Mill, J. S. (1974). *Über die Freiheit*. Ditzingen: Reclam Verlag.
- Parsons, T. (1976). *Zur Theorie sozialer Systeme*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Pauer-Studer, H. (2000). *Autonom leben*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Rosa, H. (2016). *Resonanz*. Berlin: Suhrkamp Verlag.
- Rössler, B. (2017). *Autonomie*. Berlin: Suhrkamp Verlag.
- Roth, G. (1996). *Das Gehirn und seine Wirklichkeit*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Schütz, A. (1974). *Aufbau der sozialen Welt*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Wahlster, W. (2017). *Künstliche Intelligenz als Grundlage autonomer Systeme*. In Informatik Spektrum, 06 (S. 1–10).
- Westhof, D. (2018). Gedanken zu Autonomieverschiebungen durch Informations- und Kommunikationstechnologien. In T. Breyer-Mayländer (Hrsg.), *Das Streben nach Autonomie – Reflexionen zum digitalen Wandel* (S. 67–79). Baden-Baden: edition sigma in der Nomos Verlagsgesellschaft.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

Die Inhalte dieser Umsetzungshilfe spielen bei den Maßnahmen fast aller anderen Umsetzungshilfen „Arbeit 4.0“ eine Rolle. Umsetzungshilfen, die viele Aspekte des Themas autonome Systeme ergänzen, sind zum Beispiel:

- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen

1. Führung und Kultur > 1.1 Ziele, Strategie und Kriterien für 4.0-Prozesse

1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)



■ **Stichwörter:** Ethik, Moral, integrative Unternehmensethik, Individualethik

› Warum ist das Thema wichtig?

Fast jede Entscheidung im Unternehmen ist auch eine ethische Entscheidung. Systematisch denkende Führungskräfte kommen nicht darum herum, diese ethischen Fragestellungen bewusst zu berücksichtigen, wenn sie sich nicht unreflektiert treiben lassen wollen.

Die Relevanz dieser grundlegenden Betrachtungsweise wird sich durch die 4.0-Prozesse¹ verstärken, da die cyber-physischen Systeme (CPS)² mit ihrer intelligenten Software³ grundlegende ethische Aspekte des Menschen berühren (zum Beispiel Au-

tonomie, Handlungsträgerschaft). Intelligente Software mit ihren Modellen künstlicher Intelligenz (KI) kann immer auch die (informelle) Selbstbestimmung von Führungskräften und Beschäftigten beeinflussen.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Moral – Ethik – Integrative Unternehmensethik

In diesem Beitrag wird von folgendem Begriffsverständnis ausgegangen:

Moral – Moral ist eine grundlegende Orientierung, die Menschen im Umgang mit anderen Menschen die Orientierung gibt, sich selbst und andere zu achten beziehungsweise zu missachten.⁴ Diese Werte entstehen im Laufe der Entwicklung der Kultur einer Gesellschaft.

Ethik – Ethik ist die Überlegung,

die das menschliche Handeln aufgrund der moralischen Orientierung und den sich daraus ergebenden Ansprüchen überprüft. Die Aufgabe der Ethik besteht darin, Orientierung für die Einschätzung „Richtig“ und „Falsch“ zu geben sowie für die Normen und Werte, nach denen in einer Gesellschaft oder in einem Betrieb üblicherweise über „Gut“ und „Böse“ entschieden wird.⁵

Integrative Unternehmensethik – Die Grundannahme der integrierten

Unternehmensethik ist, dass sich wirtschaftliche und ethische Zusammenhänge und Entscheidungen im Unternehmen nicht trennen lassen; jede wirtschaftliche Entscheidung ist fast immer auch eine ethische Entscheidung.⁶ Integrative Unternehmensethik versteht sich als permanenter Prozess der kritischen Überlegung und Gestaltung von legitimum menschlich orientiertem und ökonomischem Wirtschaften gleichermaßen.⁷

Ethische Aspekte spielen in jeder Entscheidung im Unternehmen eine Rolle. Dies gilt noch einmal verstärkt für die Fragen der Integration der intelligenten Software (inkl. KI) in den Betrieb, da

hier fast immer auch grundlegende Fragen der Achtung oder Missachtung von Menschen eine Rolle spielen. › Siehe auch *Umsetzungshilfen 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl.*

KI); *1.1.2 Autonomie der Systeme*; *1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)*.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁴ Luhmann 1997, S. 245; Körtner 1999, S. 72

⁵ vgl. Körtner 1999, S. 33; Rendtorff 1999, S. 154f.; Ulrich 2001, S. 43

⁶ Küpper & Picot 1999, S. 133

⁷ vgl. Ulrich 2001, S. 428

⁸ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

Ethik und Software 4.0 – Perspektiven

Der mögliche Eingriff der intelligenten Software (inkl. KI) in die sozialen Beziehungen im Betrieb und in die Arbeitsprozesse ist in allen Anwendungsbereichen⁸ so grundlegend, dass die Betriebe gut daran tun, auch unternehmensethische Aspekte zu reflektieren. Intelligente Software mit ihrer KI beeinflusst Prozesse, die Personen in Betrieben ohne unternehmensethische Kriterien schwerer erkennen und einschätzen können. Hilfreich ist es, dass die beiden folgenden ethischen Perspektiven beim Einsatz von 4.0-Technologien⁹ eingebunden werden.

1. Perspektive des Unternehmens (unternehmensethisch): Intelligente Software (inkl. KI) tangiert die Rolle des Menschen im Betrieb.

Ein Unternehmen hat keine Wahl zwischen ethischer und ethikfreier Unternehmensführung, „sondern nur die Wahl zwischen ethikbewusster Unternehmensführung und einem unreflektierten, tendenziell dann ideologischen Umgang mit den impliziten Werteorientierungen unternehmerischen Handelns“.¹⁰ Dies sollten Unternehmer und Führungskräfte sich bewusst machen. Diese generelle Anforderung an Reflexion wird durch die intelligente Software (inkl. KI) noch verstärkt: Intelligente Software kann nämlich mit eigenen Regeln der künstlichen Intelligenz (zum Beispiel Algorithmen, semantische Technologien, Data-Mining) an der Kommunikation zwischen Unternehmer, Führungskräften und Beschäftigten teilnehmen und sogar teilweise Handlungsträgerschaft in Arbeitsprozessen übernehmen.

➤ *Siehe auch Umsetzungshilfen 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI); 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).* Die Frage, ob das für die beteiligten Menschen „gut oder

schlecht“ ist, sollte in einer solch substantziellen Veränderung der Kommunikation ethisch reflektiert werden. Dahinter steht aus Perspektive der Prävention die ethische Frage: Welche Rolle soll die Gesundheit des Menschen in der intelligenten Software mit ihrer KI und bei ihrer Anwendung im Betrieb spielen?

2. Perspektive des Beschäftigten (individualethisch): Intelligente Software (inkl. KI) tangiert die Zufriedenheit der Beschäftigten und ihre Bindung an den Betrieb sowie ihre persönliche Selbstbestimmung.

Ein zweiter Grund, sich in 4.0-Prozessen mit ethischen Fragen im Unternehmen verstärkt zu befassen, liegt darin, dass die intelligente Software (inkl. KI) die Zufriedenheit der Führungskräfte sowie der Beschäftigten und damit auch ihre Bindung an den Betrieb betrifft. Intelligente Software (inkl. KI) tangiert die Persönlichkeit der beteiligten Personen an vielen Stellen. Sie kann beispielsweise den Umgang der Beschäftigten untereinander sowie das Verhältnis von Führungskräften und Beschäftigten beeinflussen, sie kann die Unternehmenskultur verändern, sie kann die Autonomie der Person, ihre Entscheidungs- und Handlungsspielräume verändern, sie standardisiert Abläufe, sie kann das Verhältnis zwischen Mensch und Technik verändern und vieles mehr. Mit einem Wort: Intelligente Software (inkl. KI) tangiert substantziell das Verhältnis der Führungskraft und des Beschäftigten zum Betrieb, zur Technik und zu den Arbeitsprozessen. Dies betrifft auch individualethische Vorstellungen der einzelnen Personen. Diese ergeben sich jeweils aus ihrer Sozialisation, ihrem Bewusstsein, ihren Wertvorstellungen, Erwartungen und Ansprüchen sowie den ethischen Grundlagen der Gesellschaft. Diese individualethischen Muster kreisen

je nach Person in der Regel um Werte wie Gerechtigkeit, Fairness, Selbstbestimmung, Zufriedenheit, Entscheidungs- und Handlungsfreiheit. Betroffen sind bei all den genannten Beispielen immer auch Persönlichkeitsaspekte, die mit der Identität der jeweiligen Personen zu tun haben und mit ihrer Gesundheit.¹¹ Es geht aus individualethischer Perspektive bei der Integration der intelligenten Software (inkl. der KI) immer auch um die Bindung der Person an den Betrieb. Die ethische Frage der Achtung und Missachtung der Person erhält mit der intelligenten Software (inkl. KI) eine neue Dimension. Bisher ging es hier um die Achtung im Verhältnis von Führungskraft zu Beschäftigten oder um das Klima der gegenseitigen Achtung im Betrieb – es waren unternehmenskulturelle Aspekte, die sich zwischen Menschen abspielten. Nun drängt sich mit der intelligenten Software (inkl. KI) in die Frage der Achtung und Missachtung der Person ein weiterer Akteur, der das Verhältnis der Führungskraft und des Beschäftigten zum Betrieb tangiert. Das kann neben Achtung und Missachtung auch individualethische Aspekte betreffen wie Über- und Unterforderung der Führungskräfte und Beschäftigten, da nun intelligente Software (inkl. KI) Entscheidungen zum Arbeitseinsatz übernehmen kann, die mit allen Vor- und Nachteilen Führungskräfte traditionell situativ und intuitiv vorgenommen haben (wie zum Beispiel Berücksichtigung von Qualifikation, körperlichen Voraussetzungen, Erfahrungen, Neigungen, aktuellen Stimmungen oder „Tagesform“).

➤ *Siehe auch Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI); 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI).*

⁸ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁹ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

¹⁰ Ulrich & Wieland 1999, S. 16

¹¹ Kimpeler 2014, S. 140f.; Schröter 2014, S. 128ff.

Ethik und intelligente Software (inkl. KI) – Prinzipien

Es gibt mit der Integration der intelligenten Software (inkl. KI) wichtige Gründe, um sich intensiver mit unternehmensethischen Fragestellungen auseinanderzusetzen und dabei auch die individualetischen Belange der Führungskräfte und Beschäftigten bewusster in den Blick zu nehmen. Welche Prinzipien sind bei den unternehmensethischen Überlegungen zum Umgang mit intelligenter Software (inkl. KI) hilfreich? Im Folgenden einige Anregungen¹² zur Klärung dieser Frage:

- Intelligente Software (inkl. KI) soll helfen, Ziel und Sinn des Betriebes in einer guten Balance zwischen wirtschaftlichen und ethischen Zusammenhängen und Entscheidungen abzusichern und zu fördern.
- Führungskräfte sollten bewusst deutlich machen, welche Rolle die Beschäftigten im Verhältnis zur Software einnehmen und welchen Wert der Mensch für das Unternehmen hat (Menschenbild). Grundsätzlich kommt es darauf an, „wie viel Abhängigkeit von technisch-komplexen, künftig verstärkt auf möglicherweise lernfähigen, auf künstlicher Intelligenz basierenden Systemen wir in Kauf nehmen wollen“¹³, um im Gegenzug mehr Sicherheit und wirtschaftlichen Erfolg zu erlangen.
- Intelligente Software (inkl. KI) sollte die Fähigkeit des Menschen achten, selbst zu bestimmen, wann und wie der Mensch der Technik Entscheidungen und Handlungen überträgt. Dazu gehören auch die Transparenz und Vorhersagbarkeit von autonomen technischen Systemen, ohne die es für die Benutzer nicht möglich wäre, in die Systeme einzugreifen oder sie abzuschalten, wenn sie dies für notwendig erachten. Das Thema Handlungsträgerschaft in Arbeitsprozessen sollte deswegen thematisiert werden und es ist so weit wie möglich zu klären, welche Eingriffsmöglich-

keiten die beteiligten Personen besitzen. Die Intervention durch den Menschen muss jederzeit möglich sein.

- Intelligente Software (inkl. KI) kann individuelle Ressourcen und Bewältigungskompetenz stärken. Im Idealfall fördert die intelligente Software (inkl. KI) die Persönlichkeit, das Selbstbewusstsein.
- Die intelligente Software (inkl. KI) sollte gesundheitsgerecht und nicht diskriminierend gestaltet sein. Im Idealfall fördert sie die Gesundheit der Führungskräfte und Beschäftigten.
- Die Durchschaubarkeit und Erklärbarkeit der grundlegenden 4.0-Prozesse im Betrieb werden sichergestellt (die Menschen sollten wissen, was mit ihren Daten passiert und nach welchen Kriterien die intelligente Software mit ihrer KI agiert). ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien.*
- Der Zugriff durch Dritte auf die Daten der Führungskräfte und Beschäftigten ist vereinbart.
- Die intelligente Software (inkl. KI) bewahrt die Persönlichkeitsrechte der Führungskräfte und Beschäftigten. Dies betrifft das Recht auf Schutz personenbezogener Daten und das Recht auf Schutz der Privatsphäre. Der Betrieb verwendet nur solche personenbezogenen Daten, für deren Nutzung und Verbreitung eine aufgeklärte Einwilligung vorliegt.
- Die Mensch-Software-Schnittstelle ist so ausgelegt, dass zu jedem Zeitpunkt klar geregelt und erkennbar ist, welche Zuständigkeiten auf welcher Seite liegen, insbesondere auf welcher Seite die Kontrolle liegt. Die Intervention durch den Menschen muss jederzeit möglich sein.
- Die intelligente Software (inkl. KI) sollte Sicherheit und Schutz auf drei Ebenen ermöglichen: erstens die äußere Sicherheit für ihre Umgebung und die Benutzer, zweitens die Zuverlässigkeit und Datensicher-

heit (zum Beispiel Schutz vor Hackerangriffen) und drittens die Sicherheit und Gesundheit in der Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI).

- Die intelligente Software (inkl. KI) ist nicht umweltschädlich.
- Muss das autonome technische System in Ausnahme- und Notsituationen entscheiden, dürfen als Entscheidungskriterien persönliche Merkmale keine Rolle spielen (Alter, Geschlecht, körperliche oder geistige Konstitution). Eine allgemeine Programmierung „auf eine Minderung der Zahl von Personenschäden kann vertretbar sein“.¹⁴ Allerdings ist die intelligente Software (inkl. KI) so zu gestalten, dass kritische Situationen gar nicht erst entstehen können.

Die hier dargestellten Prinzipien sind als Anregungen für den Betrieb gedacht. Diese oder vergleichbare Werte sollten konkret für die Situation im Betrieb beschrieben werden. Damit besteht eine Handlungsorientierung für eine ethikbewusste Unternehmensführung zur Integration von intelligenter Software (inkl. KI). Diese ethischen Orientierungen verhindern einen unflexiblen Umgang mit unreflektierten impliziten Werteorientierungen. Inwieweit diese Werte später Bestandteil des Alltagshandelns aller Beteiligten im Betrieb werden, hängt von der gelebten Unternehmenskultur ab.

Konflikte zwischen Wertebereichen, etwa zwischen ökonomischer Anforderung und Werten wie Persönlichkeitsentfaltung oder Selbstbestimmung, werden sich nicht vermeiden lassen.¹⁵ Unternehmensethisch formulierte Grundsätze bieten jedoch Kriterien für das Erkennen der möglichen Konflikte und für eine Konfliktlösung, auf die sich alle Beteiligten berufen können und die dann nicht im Einzelfall auszuhandeln sind. Außerdem unterfüttern sie die bestehende Unternehmens- und Präventionskultur und passen sie an die neuen Anforderungen an.

¹² vgl. u. a. VDI-Richtlinie 3780; vgl. auch Ethik Kommission 2017; Europäische Gruppe für Ethik der Naturwissenschaften und der neuen Technologien 2018, S. 18ff.

¹³ Ethik-Kommission 2017, S. 6

¹⁴ Ethik-Kommission 2017, S. 11

¹⁵ vgl. Küpper 2006, S. 216ff.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Wer beim Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI) unternehmensethische Aspekte bewusst mitreflektiert, nutzt alle Chancen, seine Führungskräfte und Beschäftigten für die digitale Transformation im Betrieb zu gewinnen und zu motivieren. Außerdem zeigen

sich Unternehmer glaubwürdig als verantwortungsbewusst.

Gefahren: Wer unternehmensethische Aspekte ignoriert, unterliegt der Gefahr einer eindimensionalen Technisierung der Arbeitsprozesse, bei der die für Innovation und Kreati-

vität erforderlichen Kompetenzen der Menschen womöglich nicht aktiviert werden können, weil grundlegende menschliche Werte (wie Achtung, Eigenverantwortung, Selbstbestimmung) missachtet werden.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Folgende Maßnahmen können beispielsweise helfen, unternehmensethische Werte für den Umgang mit intelligenter Software (inkl. KI) im Betrieb festzuschreiben.¹⁶

- *Vorstellungen entwickeln, wie intelligente Software (inkl. KI) helfen soll, Ziel und Sinn des Betriebes in einer guten Balance zwischen wirtschaftlichen und ethischen Aspekten abzusichern und zu fördern.* – Die intelligente Software (inkl. KI) sollte dazu beitragen, die Wirtschaftlichkeit und die Funktionalität im Betrieb zu verbessern sowie gleichzeitig die Persönlichkeit und Handlungsfreiheit der Führungskräfte und Beschäftigten zu achten. › *Siehe auch Umsetzungshilfe 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI).*
- *Bewusst deutlich machen, welche Rolle die Führungskräfte und Beschäftigten im Verhältnis zur intelligenten Software (inkl. KI) einnehmen und welchen Wert der Mensch für das Unternehmen hat (Menschenbild).* – Das Unternehmen hat darüber nachgedacht, welche Rolle die Führungskräfte und Beschäftigten für seine Existenz und die Absicherung der Wettbewerbsfähigkeit spielen. Die Bedeutung der Führungskräfte und Beschäftigten für den Betrieb sollte allen Beteiligten bekannt gemacht werden – zum Beispiel in Leitlinien, Vereinbarungen, Infomedien, Besprechungen. Hierbei sollte verdeutlicht werden, welche Rolle die Führungskräfte und Beschäftigten im Verhältnis zur 4.0-Technologie

einnehmen und welchen Wert sie für das Unternehmen haben (Menschenbild).

- *Das Thema Handlungsträgerschaft in Arbeitsprozessen wird thematisiert und es ist so weit wie möglich geklärt, welche Eingriffsmöglichkeiten die Führungskräfte und Beschäftigten besitzen. Die 4.0-Prozesse sind transparent.* › *Siehe auch Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).* Die Mensch-Software-Schnittstelle wird so ausgelegt, dass bestmöglich geregelt und erkennbar ist, welche Zuständigkeiten auf welcher Seite liegen, insbesondere auf welcher Seite die Kontrolle liegt. Die Verteilung der Zuständigkeiten (und damit der Verantwortung) zum Beispiel im Hinblick auf Zeitpunkt und Zugriffsregelungen sollte dokumentiert und gespeichert werden. Das gilt vor allem für Übergabevorgänge zwischen Mensch und Technik.¹⁷ Die Notwendigkeit einer abrupten Übergabe der Kontrolle der Software an den menschlichen Nutzer („Notstand“) sollte dabei ausgeschlossen werden.¹⁸ Führungskräfte und Beschäftigte sollten immer die Möglichkeit zur Intervention haben.
- *Die Chancen und Gefahren der intelligenten Software (inkl. KI) sind analysiert und bewertet.* – Die Chancen und Gefahren der 4.0-Technologien für unternehmensethische Zusammenhänge sollten analysiert und bewertet

werden und es sollten entsprechende Maßnahmen festgelegt sein. Dies gilt unter anderem für die Handlungsträgerschaft der intelligenten Software (inkl. KI) in Prozessen oder Teilprozessen, die sichere und gesundheitsgerechte Gestaltung, den Umgang mit personenbezogenen Daten und die Transparenz der Ziele und Abläufe der intelligenten Software (inkl. KI).

- *Es ist geklärt, wie die intelligente Software (inkl. KI) auf die Persönlichkeit der Führungskräfte und Beschäftigten wirken kann.* – Es wird – im besten Fall gemeinsam mit den Führungskräften und Beschäftigten – überlegt und festgelegt, welche Funktionen und Handlungsträgerschaften die Software der cyber-physischen Systeme übernehmen soll (zum Beispiel Entlastung, unterstützende Aufgaben). Dazu gehören auch Überlegungen zu Entscheidungs- und Handlungsspielräumen, Standardisierung von Abläufen, zu Interventionsmöglichkeiten oder zur Überwachung und Kontrolle.
- *Die intelligente Software (inkl. KI) ist gesundheitsgerecht.* – Von der intelligenten Software (inkl. KI) gehen keine Gefahren für die Führungskräfte sowie Beschäftigten aus und sie verursacht keine Personen- und Sachschäden. Sie fördert das Systemverständnis sowie das Verständnis der Sinnhaftigkeit der Arbeit und trägt so zum psychischen und körperlichen Wohlbefinden der Beschäftigten und zu ihrer Produktivität und Bindung an den

¹⁶ vgl. u. a. VDI-Richtlinie 3780; Deutscher Ethikrat 2017; Ethik Kommission 2017

¹⁷ Ethik-Kommission 2017, S. 13

¹⁸ Ethik-Kommission 2017, S. 14

Betrieb bei. Die intelligente Software (inkl. KI) trägt aktiv zur Sicherheit bei und unterstützt ein gesundheitsgerechtes und ergonomisches Arbeiten. Auch die Bedeutung der Sicherheit der Daten wird als ein Ziel dargestellt (Datensicherheit).
 ▶ *Maßnahmen zu diesem Thema finden sich in fast allen Umsetzungshilfen.*

- **Die Durchschaubarkeit der Abläufe im Betrieb wird sichergestellt.** – Es wird im Betrieb darüber informiert, welche Daten erfasst und von der intelligenten Software (inkl. KI) im Betrieb verarbeitet werden. Es wird dargestellt, nach welchen Kriterien die Daten eingesetzt werden. Die 4.0-Prozesse sollten immer für die Beteiligten erklärbar sein. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien.*
- **Wahrung der Persönlichkeitsrechte** – Es wird vereinbart, welche personenbezogenen Daten erhoben werden dürfen und wie diese verwendet werden. ▶ *Siehe auch*

Umsetzungshilfen 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen; 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.

- **Datensouveränität wird sichergestellt:** Die intelligente Software (inkl. KI) ermöglicht, dass Führungskräfte und Beschäftigte ein hinreichendes Maß an Kontrolle über die eigenen Daten behalten oder sich zumindest auf die Wahrung ihrer Interessen durch Dritte verlassen können¹⁹ (organisatorische Vertraulichkeitsstandards²⁰). Die intelligente Software ermöglicht es, eine gegebene Zustimmung zur Verwendung personenbezogener Daten zu widerrufen beziehungsweise die zurückgezogene Zustimmung softwaretechnisch umzusetzen.²¹
- **Der Zugriff durch Dritte auf die Daten der Beschäftigten ist vereinbart.** – Es ist festgeschrieben, welche Prozesse intern verfügbar gehalten werden, welche Daten und Prozesse für Dritte freigegeben

werden und wo diese Daten liegen. Dies wird für alle Betroffenen transparent gemacht.

- **Es ist sichergestellt, dass die intelligente Software (inkl. KI) nicht die Beschaffenheit der natürlichen Umgebung gefährdet.** – Die intelligente Software (inkl. KI) geht so sparsam wie möglich mit den natürlichen Ressourcen um und minimiert Emissionen, Immissionen und Abfälle. Beispielsweise können Effizienzsteigerungen durch 4.0-Technologien eine schonendere nachhaltigere Nutzung von Ressourcen bedeuten.
- **Die intelligente Software (inkl. KI) passt sich dem Kommunikationsverhalten des Menschen an.** – Um eine effiziente, zuverlässige und sichere Kommunikation zwischen Mensch und Maschine zu ermöglichen und Überforderung zu vermeiden, sollte sich die intelligente Software (inkl. KI) stärker dem Kommunikationsverhalten des Menschen anpassen.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Deutscher Ethikrat (2017). *Big Data und Gesundheit – Datensouveränität als informationelle Freiheitsgestaltung*. Berlin: Deutscher Ethikrat.

Ethik-Kommission (2017). *Automatisiertes und vernetztes Fahren*. Bericht Juni 2017. Berlin: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/bericht-der-ethik-kommission.pdf?__blob=publicationFile. Zugriffen: 11.05.2018.

Kimpeler, S. (2014). Zukünfte der Identität und Virtualität. In W. Schröter (Hrsg.), *Identität in der Virtualität* (S. 137–145). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.

Körtner, H. J. (1999). *Evangelische Sozial-*

ethik. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Küpper, H.-U., & Picot, A. (1999). Gegenstand der Unternehmensethik. In W. Korff et al. (Hrsg.), *Handbuch der Wirtschaftsethik, Band 3: Ethik wirtschaftlichen Handelns* (S. 132–148). Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus.

Luhmann, N. (1997). *Die Gesellschaft der Gesellschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.

Rendtorff, T. (1999). Selbstverständnis und Aufgabe der Ethik. In W. Korff et al. (Hrsg.), *Handbuch der Wirtschaftsethik, Band 1: Verhältnis von Wirtschaft und*

Ethik (S. 152–207). Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus.

Schröter, W. (2014). Identität in der Virtualität. In W. Schröter (Hrsg.), *Identität in der Virtualität* (S. 119–136). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.

VDI-Richtlinie 3780 *Technikbewertung – Begriffe und Grundlagen*. September 2000.

Ulrich, P., & Wieland, J. (1999). *Unternehmensethik in der Praxis* (2. Aufl.). Bern, Stuttgart, Wien: Verlag Paul Haupt.

Ulrich, P. (2001). *Integrative Wirtschaftsethik* (3. Aufl.). Bern, Stuttgart, Wien: Verlag Paul Haupt.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.2 Autonomie der Systeme
- 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen

¹⁹ Deutscher Ethikrat 2017, S. 115
²⁰ Deutscher Ethikrat 2017, S. 130
²¹ Deutscher Ethikrat 2017, S. 160

1. Führung und Kultur > 1.1 Ziele, Strategie und Kriterien für 4.0-Prozesse

1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)



■ **Stichwörter:** Ethik, Technikbewertung, Softwaregestaltung, Akzeptanz

› Warum ist das Thema wichtig?

Die intelligente Software¹ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) sollte ethischen Werten entsprechen, damit die Akzeptanz der Beschäftigten für die cyber-physischen Systeme (CPS)² und die 4.0-Prozesse³ im Betrieb gegeben ist und die Unternehmen ihrer ethischen Verant-

wortung auch in diesen Prozessen nachkommen. Eine Berücksichtigung ethischer Werte für die Softwaregestaltung findet in einem permanenten Prozess der kritischen Überlegung und Gestaltung von legitimem, menschlich orientiertem und ökonomischem Wirtschaften gleichermaßen statt.⁴ In

diesen Umsetzungshilfen werden die ethischen Werte für die Gestaltung und Programmierung der intelligenten Software (inkl. KI) formuliert, die in allen Umsetzungshilfen mit Maßnahmen konkretisiert werden.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Ethik

Ethik ist die Überlegung, die das menschliche Handeln aufgrund der moralischen Orientierung und den sich daraus ergebenden Ansprüchen überprüft. Die Aufgabe der Ethik besteht darin, Orientierung für die Einschätzung „Richtig“ und „Falsch“ zu

geben sowie für die Normen und Werte, nach denen in einer Gesellschaft oder in einem Betrieb üblicherweise darüber entschieden wird.⁵ Die Grundannahme der Unternehmensethik ist, dass sich ethische und wirtschaftliche Zusammenhänge und Entscheidungen im betrieblichen Alltag nicht

trennen lassen; jede wirtschaftliche Entscheidung ist fast immer auch eine ethische Entscheidung.⁶ Die grund- und menschenrechtlichen Werte bieten eine wichtige Orientierung in den 4.0-Prozessen.⁷

Für die Gestaltung der „traditionellen“ Technik (Arbeitsmittel, Anlagen, Handlungstechniken) gibt es Bewertungskriterien, die beispielsweise in der VDI-Richtlinie 3780 „Technikbewertung – Begriffe und Grundlagen“ beschrieben werden. Für intelligente Software mit ihren Modellen der KI

gibt es kaum Vergleichbares, wenn ethische Kriterien in unterschiedlichen Zusammenhängen intensiv diskutiert werden⁸ und auch große Konzerne die Frage der Ethik und der KI thematisieren.⁹ Die in der VDI-Richtlinie beschriebenen Kriterien können als Orientierung auch für die intelli-

gente Software (inkl. KI) dienen. Auch die Hinweise der Ethikkommission zum autonomen Fahren¹⁰ und des Deutschen Ethikrates zu Big Data und Gesundheit¹¹ können bei der Gestaltung der intelligenten Software mit ihrer KI herangezogen werden.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁴ vgl. Ulrich 2001, S. 428

⁵ vgl. Körtner 1999, S. 33; Rendtorff 1999, S. 154f.; Ulrich 2001, S. 43

⁶ Küpper & Picot 1999, S. 133

⁷ Di Fabio 2016, S. 42ff.

⁸ vgl. u. a. Asilomar Konferenz 2017; Europäische Gruppe für Ethik der Naturwissenschaften und der neuen Technologien 2018; High-Level Expert Group on Artificial Intelligence 2018; Krüger und Lischka 2018; Rohde 2018; UNI Global Union 2017

⁹ vgl. u. a. Deutsche Telekom 2018; Microsoft o. J.; SAP 2018

¹⁰ Ethik-Kommission 2017

¹¹ Deutscher Ethikrat 2017

Welche Werte sollten bei der Gestaltung und beim Einsatz der intelligenten Software (inkl. KI) berücksichtigt werden?

Auf der Grundlage der beschriebenen Vorgaben sollten als ethische Kriterien die unten stehenden Wertebereiche bei der Entwicklung der intelligenten Software (inkl. KI) in allen Anwendungsbereichen¹² berücksichtigt werden. Zwischen all diesen Wertebereichen bestehen mittelbare oder unmittelbare Beziehungen. Sie beeinflussen sich gegenseitig und können teilweise in der konkreten Umsetzung in Konkurrenz zueinander stehen (zum Beispiel Funktionalität oder Persönlichkeitsentfaltung und Wirtschaftlichkeit). Die einzelnen Bereiche sollten in einem möglichst ausgeglichenen Verhältnis stehen und alle berücksichtigt werden.

- **Menschliche Lebensmöglichkeiten weiterentwickeln:** Entwicklung und sinnvolle Anwendung der intelligenten Software (inkl. KI) sollte die menschlichen Lebensmöglichkeiten sichern und möglichst auch verbessern.¹³ „Der Schutz von Menschen hat Vorrang vor allen anderen Nützlichkeitsabwägungen.“¹⁴
- **Funktionsfähigkeit:** Die intelligente Software (inkl. KI) soll erstrebte Wirkungen herbeiführen, die dem „menschlichen Nutzungsbedürfnissen entsprechen“¹⁵ (Brauchbarkeit). Sie soll möglichst einfach, robust, genau, eindeutig, zuverlässig und von hoher Lebensdauer sein.
- **Wirtschaftlichkeit:** Die intelligente Software (inkl. KI) soll einen bestimmten Nutzen mit möglichst geringem Aufwand herbeiführen oder mit einem bestimmten Aufwand einen möglichst hohen Nutzen erzielen. Die Wirtschaftlichkeit umfasst auch die Verbesserung der Wertschöpfung, die Verringerung der Kosten oder Steigerung des Ar-

beitsergebnisses, etwa über Qualitätsverbesserungen oder höhere Mengen.

- **Sicherheit:** Von der intelligenten Software dürfen keine Gefahren für Leib und Leben ausgehen und sie darf keine Personen- und Sachschäden verursachen. Dies ist vor dem Einsatz der Software sicherzustellen (wie Betriebsversagen, Missbrauchsrisiko). Bei der Risikobewertung haben sicherheitstechnische Erfordernisse den Vorrang vor wirtschaftlichen Überlegungen¹⁶ (nach DIN 3100). „Die Vermeidung von Unfällen ist Leitbild.“¹⁷ Muss das autonome technische System in Ausnahme- und Notsituationen entscheiden, dürfen als Entscheidungskriterien persönliche Merkmale keine Rolle spielen (Alter, Geschlecht, körperliche oder geistige Konstitution). „Eine allgemeine Programmierung auf eine Minderung der Zahl von Personenschäden kann vertretbar sein.“¹⁸ Allerdings ist die intelligente Software (inkl. KI) so zu gestalten, dass kritische Situationen gar nicht erst entstehen können. Der Arbeitsschutz muss eingehalten sein.
- **Gesundheit:** Die intelligente Software (inkl. KI) darf das „psychische und körperliche Wohlbefinden des Menschen“¹⁹ nicht gefährden. Die intelligente Software (inkl. KI) ist gesundheitsgerecht gestaltet. Im Idealfall fördert sie die Gesundheit der Führungskräfte und Beschäftigten. Dies gilt sowohl für ihre eigentliche Funktion als auch für die Menschen, die sie einsetzen und verwenden. Dazu gehört dann, zum Beispiel die Kriterien der Gebrauchstauglichkeit und der Nutzungsqualität bei der Gestaltung zu berücksichtigen.²⁰ Der Gesundheitsschutz muss eingehalten sein.

- **Fairness und keine Diskriminierung:** Die intelligente Software (inkl. KI) darf keine Menschen und Menschengruppen aufgrund sichtbarer und unsichtbarer Merkmale und Dimensionen diskriminieren. Diese Merkmale und Dimensionen sind zum Beispiel Lebensalter, Geschlecht, sexuelle Orientierung/Identität, Behinderung (physische und/oder psychische Fähigkeiten), ethnische Herkunft und Nationalität, Religion und Weltanschauung. Dabei darf es weder zu intendierter Selektion noch zu nicht intendierter Diskriminierung kommen – zum Beispiel: Data-Analysen und Algorithmen können zu Ergebnissen führen, die zu einer ungewollten Diskriminierung von Personen oder Gruppen führen.²¹
- **Art des menschlichen Kommunikationsverhaltens als Grundlage:** Um eine effiziente, zuverlässige und sichere Kommunikation zwischen Mensch und Maschine zu ermöglichen und Überforderung zu vermeiden, sollte sich die intelligente Software (inkl. KI) stärker dem Kommunikationsverhalten des Menschen anpassen.
- **Individuelle Ressourcen unterstützen:** Die intelligente Software (inkl. KI) soll individuelle Ressourcen und die Bewältigungskompetenz stärken. Im Idealfall fördert die intelligente Software (inkl. KI) die Persönlichkeit, das Selbstbewusstsein.
- **Transparenz und Erklärbarkeit:** Beim Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI) sollte es möglich sein zu erkennen, wie und warum das technische System eine bestimmte Entscheidung getroffen hat und warum es in einer bestimmten Weise gehandelt hat. Erklärbarkeit und Transparenz darf nicht durch Komplexität verschleiert werden. Für die Nutzer ist Transparenz und

¹² Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

¹³ VDI-Richtlinie 3780, S. 12

¹⁴ Ethik-Kommission 2017, S. 10; Europäische Gruppe für Ethik der Naturwissenschaften und der neuen Technologien 2018, S. 18

¹⁵ Ethik-Kommission 2017, S. 13

¹⁶ nach DIN 3100

¹⁷ Ethik-Kommission 2017, S. 10

¹⁸ Ethik-Kommission 2017, S. 11

¹⁹ Ethik-Kommission 2017, S. 18

²⁰ vgl. DGUV Information 215-450, 2016

²¹ Böhme und Luhn 2014, S. 46f.; Busch 2018, S. 20ff.; Deutscher Ethikrat 2017, S. 180; Krüger und Lischka 2018, S. 21

Erklärbarkeit wichtig, da sie nur so Vertrauen in intelligente Software (inkl. KI) und Verständnis für das autonome technische System entwickeln können. Nur so können sie verstehen, was intelligente Software (inkl. KI) tut und warum.²²

› *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien.*

■ **Handlungsträgerschaft sichtbar machen und dokumentieren:** Intelligente Software (inkl. KI) muss klar sichtbar machen, ob die Software entscheidet (Handlungsträgerschaft besitzt) oder ein Beschäftigter die Möglichkeit des Eingreifens (des „Overturings“) besitzt und die Verantwortung behält. Übernimmt die intelligente Software (inkl. KI) die Handlungsträgerschaft „muss die Mensch/Maschine-Schnittstelle so ausgelegt werden, dass zu jedem Zeitpunkt klar geregelt und erkennbar ist, welche Zuständigkeiten auf welcher Seite liegen, insbesondere auf welcher Seite die Kontrolle liegt. Die Verteilung der Zuständigkeiten (und damit der Verantwortung) zum Beispiel im Hinblick auf Zeitpunkt und Zugriffsregelungen sollte dokumentiert und gespeichert werden. Das gilt vor allem für Übergabevorgänge zwischen Mensch und Technik.“²³ › *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).*

■ **Datensouveränität:** Die intelligente Software (inkl. KI) sollte es ermöglichen, dass Menschen ein „hinreichendes Maß an Kontrolle, Souveränität und Macht über die eigenen Daten behalten oder sich zumindest auf die Wahrung ihrer Interessen durch Dritte verlassen“ können.²⁴ Die intelligente Software (inkl. KI) sollte es ermöglichen,

dass der Mensch sich auf den vereinbarten Gebrauch der Daten durch Institutionen verlassen kann (organisationelle Vertraulichkeitsstandards).²⁵ Die intelligente Software (inkl. KI) ermöglicht es, eine gegebene Zustimmung zur Verwendung personenbezogener Daten zu widerrufen beziehungsweise die zurückgezogene Zustimmung softwaretechnisch umzusetzen.²⁶ Das System sollte in der Lage sein, diese Daten ganz oder teilweise zu löschen.²⁷ Der Datenschutz muss eingehalten sein.

■ **Datensicherheit:** Die intelligente Software (inkl. KI) sollte die Sicherheit der Daten gegenüber Angriffen von Dritten und gegenüber Missbrauch sicherstellen.

■ **Sicher im Notfall:** Die intelligente Software (inkl. KI) muss so ausgelegt sein, dass die Notwendigkeit einer abrupten Übergabe der Kontrolle an den Beschäftigten („Notstand“) praktisch ausgeschlossen ist. In Notsituationen muss intelligente Software (inkl. KI) autonom, das heißt ohne menschliche Unterstützung, in einen „sicheren Zustand“ gelangen (was unter einem sicheren Zustand zu verstehen ist, muss betriebsspezifisch näher definiert werden).²⁸ Es muss sichergestellt sein, dass es zu keinen Datenverlusten kommt und die Systeme bei Energieausfall die Grundfunktionen weiter erfüllen (zum Beispiel über ein Notaggregat)

■ **Umweltqualität:** Die intelligente Software (inkl. KI) soll die Umweltqualität (Beschaffenheit der natürlichen Umgebung) fördern und nicht gefährden – das bedeutet, sparsam mit den natürlichen Ressourcen umgehen, Emissionen minimieren, Immissionen und Abfall vermeiden.

■ **Gesellschaftsqualität:** Die intelli-

gente Software (inkl. KI) sollte zwischenmenschliche Beziehungen und die auf diesem Zusammenwirken basierenden gesellschaftlichen Institutionen nicht gefährden:²⁹ „Nur in Sozialkontakten kann der Einzelne die Wertschätzung seiner persönlichen Eigenart und seiner persönlichen Leistungen erfahren. Deshalb sollte darauf geachtet werden, dass bestimmte Formen der Automatisierung und der neuen Medien Menschen am Arbeitsplatz oder im privaten Bereich nicht übermäßig isolieren.“³⁰ Es besteht die schwierige Aufgabe, das soziale Zusammenleben in einer durch Technik und intelligente Software (inkl. KI) geprägten Gesellschaft und Arbeit so zu organisieren, dass „die Handlungsfreiheit der Einzelnen möglichst wenig eingeschränkt, andererseits aber auch ein notwendiges Maß an Ordnung, Stabilität und Regelmäßigkeit gewährleistet wird.“³¹ Die Technik sollte beherrschbar bleiben, das heißt, „Technik darf sich nicht unkontrolliert und quasi eigengesetzlich entwickeln.“³² Die Gesellschaft ist gefordert die ethischen Ansprüche, Kriterien und Rahmenbedingungen für die Gestaltung und den Einsatz der intelligenten Software (inkl. KI) vorzugeben, da die Unternehmen es schwer haben, alleine diese Fragen unternehmensethisch zu klären.

Die Berücksichtigung der Werte erscheint nicht nur aus grundsätzlich ethischen Gründen erforderlich, sondern sie wird auch darüber entscheiden, wie die intelligente Software (inkl. KI) gesellschaftlich sowie in jedem einzelnen Betrieb und Arbeitsprozess akzeptiert werden wird. In den „Leitlinien für den Big-Data-Einsatz“ des Bundesverbandes Informationswirt-

²² vgl. u. a. Europäische Gruppe für Ethik der Naturwissenschaften und der neuen Technologien 2018, S. 18; UNI Global Union 2017, S. 3

²³ Ethik-Kommission 2017, S. 13

²⁴ Deutscher Ethikrat 2017, S. 115

²⁵ Deutscher Ethikrat 2017, S. 130

²⁶ Deutscher Ethikrat 2017, S. 160

²⁷ Deutscher Ethikrat 2017, S. 177

²⁸ Ethik-Kommission 2017, S. 13

²⁹ vgl. VDI-Richtlinie 3780, S. 20

³⁰ Ethik-Kommission 2017, S. 21

³¹ Ethik-Kommission 2017, S. 21

³² Ethik-Kommission 2017, S. 22

schaft, Telekommunikation und neue Medien (Bitkom) wird darauf hingewiesen, dass sich nachhaltiger Erfolg mit Big-Data-Technologien nur dann einstellen wird, „wenn die Unternehmen hiermit auf Akzeptanz bei den Nutzern stoßen. Eine zentrale Voraussetzung dafür ist eine ethisch fundierte und untermauerte Herangehensweise“.³³ Den Führungskräften und Beschäftigten sollten die Sinnhaftigkeit und der Nutzen der 4.0-Prozesse vermittelt werden. „Die Akzeptanz von Big-Data-Technologien in der breiten Öffentlichkeit setzt insbesondere voraus, dass die Technologieanbieter eine ethisch fundierte und untermauerte Herangehensweise praktizieren. Ein verantwortungsvoller Umgang mit Big Data zeichnet sich dadurch aus, dass die Rechte und Interessen der Betroffenen bei der Verwendung von Big Data gewahrt werden und damit ein ethisches Korrektiv zu den nahezu unbegrenzten technischen Möglichkeiten besteht“.³⁴ Das wird – so ist anzunehmen – zunehmend eine Voraussetzung, um nachhaltig wirtschaftlich erfolgreich sein zu können.

Wo und wie werden diese ethischen Werte festgelegt, nach denen die intelligente Software (inkl. KI) funktioniert?

Die Werte der intelligenten Software (inkl. KI) entwickeln sich in der Phase der Festlegung der Ziele und der Konzeption für die Software und

der Programmierung: Ziele, Konzepte und inhaltliche Anforderungen für intelligente Software (inkl. KI) werden primär von betrieblichen Akteuren (zum Beispiel von Unternehmern) definiert. Sie wird im Idealfall in Feedback-Schleifen (mit zum Beispiel IT, Fachverantwortlichen, Anwendern, Interessenvertretung) weiterentwickelt und in klassischen Lasten-/Pflichtenheften³⁵ beschrieben. Diese Ziele und Konzepte werden dann von Personen zum Beispiel mithilfe spezieller Programmiersprachen und Algorithmen, semantischer Technologien oder Ontologien und Modellen künstlicher Intelligenz programmiert. Die Präferenzen und strategischen Vorstellungen der Personen und Organisationen, die die Ziele und Konzeptionen festlegen, entscheiden über die „Werte“, nach denen die intelligente Software (inkl. KI) entscheidet und sich gegebenenfalls weiterentwickelt. Die Werte, auf deren Grundlage intelligente Software (inkl. KI) agiert, entscheiden sich damit wesentlich in der Phase der Konzeption (Lastenheft) und Programmierung der Software. Intelligente Software (inkl. KI) erhält somit ihre grundlegende Ausrichtung durch Personen und Organisationen.³⁶

Werden fertige Tools verwendet, wird über die Werte, nach denen die intelligente Software (inkl. KI) sich entwickelt, vom Lizenzgeber der Software entschieden.

Ist die intelligente Software (inkl. KI) in Aktion, agiert sie autonom, lernt und entwickelt sich eigenständig weiter. Wenn sich die Software in die „falsche Richtung“ entwickelt, muss die Software abgeschaltet oder verändert werden. Insofern stellen sich für die betroffenen Führungskräfte und Beschäftigten im Betrieb die Fragen: Sind die Kriterien für die Werte, nach denen die intelligente Software (inkl. KI) sich entwickelt, bekannt? Wo wurden diese Kriterien festgelegt?

Ein Beispiel, bei dem die ethischen Werte der intelligenten Software (inkl. KI) keine adäquate Berücksichtigung fanden, ist der Social-Bot von Microsoft, der im März 2016 rechtsradikal und sexistisch wurde.³⁷ Die Programmierer hatten ungewünschte Werte nicht abgefangen und die intelligente Software (inkl. KI) entwickelte sich eigenständig in die „falsche“ Richtung.

Nur wenn ethische Werte in der Programmierung berücksichtigt werden, wird die intelligente Software (inkl. KI) diese Werte unterstützen und erfüllen können. Nur so kann verhindert werden, dass die intelligente Software (inkl. KI) ethische Werte im Betrieb, zum Beispiel Effizienz- und Wirtschaftlichkeitswerte, Sicherheit und Gesundheit, ignoriert. Nur so kann erreicht werden, dass Prävention integrierter Bestandteil der intelligenten Software (inkl. KI) wird.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Werden ethische Werte in der Programmierung der intelligenten Software (inkl. KI) berücksichtigt, wird diese Software am Arbeitsplatz und auch gesellschaftlich von den Menschen akzeptiert werden. Dann

kann die Software ihre Potenziale in den Arbeitsprozessen voll entfalten.

Gefahren: Werden ethische Werte in der Programmierung der intelligenten Software (inkl. KI) ignoriert, besteht das Risiko, dass die Software

von den Menschen nicht akzeptiert wird und Gefahren für Wirtschaftlichkeit, Gesundheit und Sicherheit, Kommunikations- und Lebensmöglichkeiten, Persönlichkeitsentfaltung, Umwelt, Gesellschaft entstehen.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Diese Maßnahmen können beispielsweise helfen, dass die verwendete intelligente Software (inkl. KI) auch ethischen Werten entspricht:

■ Es wird im Betrieb festgelegt, wel-

che ethischen Werte die intelligente Software (inkl. KI) erfüllen sollte, wie zum Beispiel:

– Werte nach gesetzlichen Mindeststandards in den Bereichen

Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit oder Umweltschutz.

– Darüber hinausgehende Werte wie Handlungsfreiheit, Selbstbestimmung, Erhalt sozialer

³³ Ethik-Kommission 2017, S. 71

³⁴ Bitkom 2015, S. 70

³⁵ Das Lastenheft wird in der Regel vom Auftraggeber verfasst, das Pflichtenheft vom Auftragnehmer. Das Pflichtenheft ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

³⁶ vgl. Bender 2007, S. 46

³⁷ Steiner 2016

Kontakte, gesundheitsgerechte Gestaltung, Datensouveränität.

- Werte, die die 4.0-Technologie³⁸ ermöglichen sollten, wie Transparenz und Erklärbarkeit, Interventionsmöglichkeiten, Datenschutz, Datensicherheit.

➤ *Siehe auch Umsetzungshilfe 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI) und die oben beschriebenen Werte.*

- Alle betroffenen Personen im Betrieb werden über diese Kriterien informiert. Beschaffer und Füh-

rungskräfte werden verpflichtet, diese Kriterien bei der Anschaffung und beim Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI) zu berücksichtigen. Zu empfehlen ist es, die ethischen Werte, die die intelligente Software (inkl. KI) im Betrieb erfüllen soll, mit den Führungskräften und Beschäftigten zu vereinbaren.

- Bei Anschaffung von smarten Dingen (wie zum Beispiel Arbeitsmitteln, Anlagen, Arbeitsstoffen, Fahrzeugen, Einrichtungen) wird recherchiert, ob die intelligente Software (inkl. KI) dieser smarten

Dinge die ethischen Anforderungen des Betriebes an die Software erfüllt. Informationen beim Anbieter/Hersteller einfordern. ➤ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte.*

- Bei der Programmierung beziehungsweise der Anschaffung von intelligenter Software (inkl. KI) wird sichergestellt, dass sie die ethischen Werte des Betriebes erfüllt. Ist dies bei fertigen Tools nicht der Fall, sollte die Möglichkeit bestehen, betriebsspezifische ethische Werte zu integrieren.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Asilomar Konferenz (2017). *Die KI-Leitsätze von Asilomar*. <https://futureoflife.org/ai-principles-german/?cn-reloaded=1>. Zugriffen: 03.11.2019.
- Bender, G. (2007). Wechselwirkung zwischen Technik und institutionellen Strukturen versus Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozess. In U. Dolata & R. Werle, R. (Hrsg.), *Gesellschaft und Macht der Technik* (S. 45–62). Frankfurt am Main, New York: Campus Verlag.
- Bitkom Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (2015). *Leitlinien für den Big-Data-Einsatz*. Berlin: Bitkom.
- Böhme, R. & Luhn, S. (2014): Die Privatsphäre des Verbrauchers – ein Luxusgut? In C. Bala & K. Müller (Hrsg.) (2014), *Der gläserne Verbraucher – Wird Datenschutz zum Verbraucherschutz?* (S. 41–56). Düsseldorf: Verbraucherzentrale NRW.
- Busch, C. (2018): *Algorithmic Accountability*. Osnabrück: Universität Osnabrück.
- Deutsche Telekom (2018). *KI-Leitlinien*. Bonn: Deutsche Telekom AG.
- Deutscher Ethikrat (2017): *Big Data und Gesundheit – Datensouveränität als informationelle Freiheitsgestaltung*. Berlin: Deutscher Ethikrat.
- DGUV Information 215-450 (2016). *Softwareergonomie*. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV).
- Di Fabio, U. (2016). *Grundrechtsgeltung in digitalen Systemen*. München: Verlag C. H. Beck.
- DIN 31000:2011-05. VDE 1000:2011-05. *Allgemeine Leitsätze für das sicherheitsgerechte Gestalten von Produkten*.
- Ethik-Kommission (2017). „Automatisiertes und vernetztes Fahren“. Bericht Juni 2017. Berlin. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/bericht-der-ethik-kommission.pdf?__blob=publicationFile. Zugriffen: 11.05.2018.
- Europäische Gruppe für Ethik der Naturwissenschaften und der neuen Technologien (2018). *Erklärung zu künstlicher Intelligenz, Robotik und „autonomen“ Systemen*. Brüssel: Europäische Kommission.
- High-Level Expert Group on Artificial Intelligence (2018). *Draft Ethics Guidelines for Trustworthy AI*. Brüssel: Europäische Kommission.
- Körtner, H.J. (1999). *Evangelische Sozialethik*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Krüger, J. & Lischka, K. (2018). *Damit Maschinen den Menschen dienen Lösungsansätze, um algorithmische Prozesse in den Dienst der Gesellschaft zu stellen – Arbeitspapier*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Küpper, H.-U., & Picot, A. (1999). Gegenstand der Unternehmensethik. In W. Korff et al. (Hrsg.), *Handbuch der Wirtschaftsethik, Band 3: Ethik wirtschaftlichen Handelns* (S. 132–148). Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus.
- Microsoft (o.J.). Microsoft AI-Prinzipien. <https://www.microsoft.com/de-de/ai/our-approach-to-ai>. Zugriffen: 03.11.2018.
- Rohde, N. (2018). *Gütekriterien für algorithmische Prozesse – Eine Stärken- und Schwächenanalyse ausgewählter Forderungskataloge*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Rendtorff, T. (1999). Selbstverständnis und Aufgabe der Ethik. In W. Korff et al. (Hrsg.), *Handbuch der Wirtschaftsethik, Band 1: Verhältnis von Wirtschaft und Ethik* (S. 152–207). Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus.
- SAP (2018). Die Grundsätze für Künstliche Intelligenz von SAP. <https://news.sap.com/germany/2018/09/ethische-grundsätze-kuenstliche-intelligenz/>. Zugriffen: 03.11.2018.
- Steiner, A. (2016). *Zum Nazi und Sexisten in 24 Stunden*. In Frankfurter Allgemeine Zeitung, 24.03.2016.
- Ulrich, P. (2001). *Integrative Wirtschaftsethik* (3. Aufl.). Bern, Stuttgart, Wien: Verlag Paul Haupt.
- UNI Global Union (2017). *Die 10 wichtigsten Grundsätze für ethische künstliche Intelligenz*: http://www.thefutureworldofwork.org/media/35484/uni-global-union_kuenstliche-intelligenz.pdf. Zugriffen: 03.11.2019.
- VDI-Richtlinie VDI 3780 *Technikbewertung – Begriffe und Grundlagen*. September 2000.

³⁸ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/ Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen etc., smarte Dienstleistungen, Apps), die von Software 4.0 (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation
- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen

1. Führung und Kultur > 1.1 Ziele, Strategie und Kriterien für 4.0-Prozesse

1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien



■ **Stichwörter:** Algorithmen, Datensouveränität, Deep Learning, künstliche Intelligenz, Sensorik, Transparenz

› Warum ist das Thema wichtig?

Cyber-physische Systeme¹ und intelligente Software² mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) erfassen im Arbeitsprozess Daten, verarbeiten sie, lernen und geben Daten weiter (Big Data). Dies geschieht oft, ohne das Betreiber und Nutzer genau wissen, welche Daten erfasst werden und nach welchen Kriterien beziehungsweise Regeln die Software 4.0 (inkl. KI) lernt oder Entscheidungen trifft oder wie die Daten

verwendet werden. Die Anwender/Nutzer verfügen nicht mehr allein über ihre Daten (Datensouveränität). Die Potenziale und Möglichkeiten der 4.0-Technologien³ für den Wertschöpfungsprozess sowie für eine sichere und gesundheitsgerechte Arbeitsgestaltung können jedoch dann ausgeschöpft werden, wenn bekannt ist, welche Daten erfasst und anhand welcher dahinterliegenden Entscheidungsregeln diese miteinander in

Verbindung gebracht werden. Aus diesen Gründen ist es wichtig, dass die Betreiber und die Nutzer der Daten grundsätzlich darüber informiert sind, welche Daten in den 4.0-Prozessen⁴ erhoben werden, wie die intelligente Software (inkl. KI) arbeitet und die Abläufe ganz oder teilweise steuert, wie sie lernt, wo die Daten wie verwendet und wo sie gespeichert werden.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Datensouveränität – Transparenz – Erklärbarkeit
Unter **Datensouveränität**⁵ wird hier verstanden, dass ein Nutzer von 4.0-Technologien (zum Beispiel Betreiber, Führungskraft, Beschäftigter) weiß, was mit seinen erfassten Daten geschieht, und der Verwendung zustimmt (inklusive Datenschutz und Datensicherheit). Datensouveränität ist die „Fähigkeit einer natürlichen oder juristischen Person zur ausschließlichen Selbstbestimmung hinsichtlich des Wirtschaftsguts Da-

ten“.⁶ Grundlage ist die Befugnis und die Entscheidungskompetenz, selbst zu bestimmen, mit welchen Inhalten jemand in Beziehung zu seiner Umwelt tritt und mit ihr kommuniziert. Gleichzeitig wird mit der Zustimmung die Möglichkeit der Nutzung der Daten in Big Data und 4.0-Prozessen möglich. Der Umfang der Datensouveränität ist abhängig vom Umfang der Transparenz und Erklärbarkeit der 4.0-Prozesse.

Transparenz bezeichnet bei 4.0-Technologien die Eigenschaft,

dass die Aktionen und Funktionen des autonomen technischen Systems nachvollziehbar sind. Die Forderung nach maximaler Transparenz ist häufig nicht vollständig erfüllbar, da viele Modelle so komplex sind, dass Nutzer von 4.0-Technologien diese softwaretechnischen Abläufe nicht durchschauen können.⁷

Erklärbarkeit: Damit 4.0-Technologien erklärbar sind, müssen die Gesetzmäßigkeiten, nach denen das autonome technische System agiert, bekannt sein.

In den Umsetzungshilfen „Arbeit 4.0“ wird immer wieder die Transparenz und Erklärbarkeit der 4.0-Technologien als Maßnahme gefordert, da Betreiber und Nutzer wissen sollten,

welche Daten erhoben werden, wie sie verarbeitet werden, nach welchen Kriterien die intelligente Software (inkl. KI) Entscheidungen trifft und die Prozesse ganz oder teilweise steuert, so-

wie nach welchen Kriterien die intelligente Software lernt und wie mit den Daten des Betriebes beziehungsweise der beteiligten Personen umgegangen wird. Das ist die Voraussetzung,

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁵ vgl. Deutscher Ethikrat 2017, S. 166ff.; Gräf et al. 2018, S. 4ff.; Otto 2016

⁶ Otto 2016, S. 5

⁷ vgl. BaFin 2018, S. 37; Döbel et al. 2018, S. 30

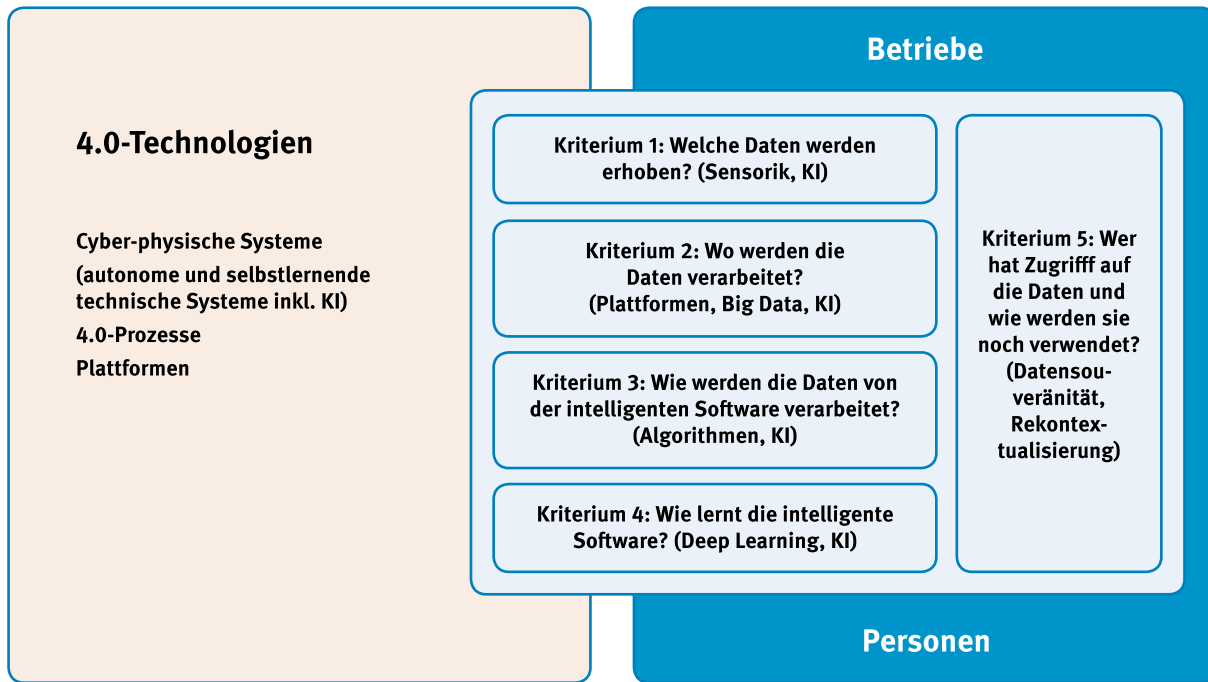


Abbildung 1: Kriterien für die Erklärbarkeit der 4.0-Technologien (eigene Darstellung)

um die Daten (des Betriebes, der Personen) bewusst, gezielt und systematisch für die Wertschöpfungsprozesse nutzen zu können sowie Datenschutz und Datensicherheit der eigenen Daten und der genutzten intelligenten Software (inkl. KI) zu realisieren.

Betriebe und Personen sollten ein Bewusstsein herausbilden, wie 4.0-Technologien arbeiten und wie ihre Daten verwendet werden. Dazu ist kein spezifisches IT-Wissen erforderlich. Die wesentlichen Kriterien des Umgangs mit den betrieblichen und personenbezogenen Daten sollten sie jedoch kennen.

Im Folgenden werden Kriterien für die Erklärbarkeit der 4.0-Technologien als Grundlage für die Datensouveränität beschrieben, über die Betriebe und Personen vor dem Einsatz von 4.0-Technologien Informationen von Herstellern, Anbietern, Dienstleistern und Programmierern einfordern können – siehe Abbildung 1.

Die Kriterien für die Erklärbarkeit der 4.0-Technologien werden im Folgenden weiter erläutert:

Kriterium 1: Betreiber und Nutzer sollten wissen, welche Sensoren in dem „Gegenstand“ sind, den sie anschaffen oder benutzen wollen, und welche Daten von diesen Sensoren erhoben werden.

Sensoren sind (elektronische) Bauteile zur Erfassung einer physikalischen Größe. Sensoren können alle physikalisch messbaren Werte erfassen⁸, wie zum Beispiel Wärmestrahlung, Temperaturen, Feuchtigkeit, Druck, Kraft, Beschleunigung oder Magnetismus. Damit können Daten über Zustände, Bewegungen und Prozesse von Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Arbeitsstoffen, Räumen, Assistenzmitteln, Produkten über integrierte Sensorik erfasst werden. Aber auch personenbezogene Daten (wie zum Beispiel Vitaldaten, Bewegungsdaten) können über Sensorik beispielsweise in Smartphones, Kleidung oder Fitnessarmbändern erhoben werden.

Sensoren können mikroskopisch klein sein, sodass sie beispielsweise in Gewebefäden von Kleidung integ-

riert werden. Es existieren bereits winzige Sensoren („Smart Dust“ – intelligenter Staub). Viele Sensorsysteme basieren auf der Kombination sehr unterschiedlicher Sensortypen. Fitnessarmbänder enthalten beispielsweise Bewegungssensoren, optische Sensoren, bioelektrische Sensoren und GPS-Empfänger. Die Informationen dieser Sensorsysteme können sich ergänzen oder gegenseitig kontrollieren (Sensorfusion).

Um Daten für seine Geschäftszwecke und seine Arbeitsgestaltung zu erhalten und um Datenschutz und Datensicherheit garantieren zu können, sollte jeder Betrieb vom Hersteller/Dienstleister Informationen darüber einfordern, welche wesentlichen Sensoren in dem smarten Gegenstand sind und welche Daten diese erheben (betriebliche und personenbezogene).

Kriterium 2: Betreiber und Nutzer sollten wissen, wo Daten gespeichert werden.

Die Daten, die über Sensoren er-

⁸ vgl. Cernavin & Lemme 2018, S. 27ff.; Mücklich 2015; Völz 1999

fasst werden oder die selbst eingegeben werden (zum Beispiel über Messenger-Dienste, Social Media, Suchmaschinen, Internetnutzung, E-Mails), werden auf Plattformen abgelegt ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.3 Plattformökonomie*. So werden beispielsweise die Daten des Fahrzeugs in der Regel auf einer Plattform des Herstellers gesammelt, die Daten des Fitnessarmbands auf einer Service-Plattform oder die in eine Suchmaschine eingegebenen Daten auf der Plattform des Betreibers der Suchmaschine. In der Regel wissen Betreiber und Nutzer nicht, wo ihre Daten gespeichert werden. In den Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der Anbieter und Hersteller sollte diese Information zu finden sein. Diese AGB sind meist sehr umfassend. Kurzinformationen dazu stehen oft nicht zur Verfügung.

Betreiber und Nutzer sollten sich dennoch informieren, wo ihre Daten gespeichert werden, bevor sie den smarten „Gegenstand“ oder die Anwendung anschaffen. Auch bei bereits verwendeter 4.0-Technologie sollte zum Beispiel Fragen der Datensicherheit und des Datenschutzes nachgegangen werden. Relevant kann auch der Gerichtsort sein, da das Recht des Landes angewendet wird, in dem die Daten liegen.

Kriterium 3: Betreiber und Nutzer sollten wissen, nach welchen Kriterien die intelligente Software (inkl. KI) ihre Daten verarbeitet und nach welchen Kriterien sie die Prozesse steuert (teilweise oder komplett).

Intelligente Software (inkl. KI) verarbeitet, entscheidet und steuert (ganz oder teilweise) Prozesse mit ihren Modellen der KI ganz oder teilweise, ohne dass dies von außen sichtbar ist. Ebenso wenig können Betreiber und Nutzer oftmals erkennen, warum die intelligente Software (inkl. KI) zu welchem Ergebnis kommt. Um dennoch zu wissen, nach welchen Kriterien die intelligente Software (inkl. KI) Daten verarbeitet und Prozesse ganz

oder teilweise steuert, lassen sich folgende Empfehlungen ableiten:⁹

Betreiber oder Nutzer sollten beim Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI) vom Hersteller/Dienstleister zum Beispiel folgende Informationen beschaffen:

■ **Grundlegende Zielsetzung:** Die Zielsetzung der intelligenten Software (inkl. KI) sollte allgemeinverständlich dargestellt sein. Dabei geht es nicht um die softwaretechnische Zielsetzung, sondern um die inhaltlichen Vorgaben, die die intelligente Software (inkl. KI) erfüllen soll (zum Beispiel Konzepte für den sicheren Umgang mit einer Maschine, Optimierung von Persönlichkeitsprofilen zur Verbesserung der Personaleinsatzplanung).

■ **Inhaltliche Entscheidungskriterien:** Die Entscheidungsfindung der intelligenten Software (inkl. KI) sollte für einen Laien nachvollziehbar sein (Handlungslogik). Dabei geht es nicht um die Offenlegung von Quellcodes, Algorithmen oder Programmstrukturen, sondern darum zu verstehen, auf Grundlage welcher inhaltlichen Kriterien und Gewichtungen die Software entscheidet.¹⁰ Beispiele hierzu sind:

- Bei der Steuerungssoftware von smarten verketteten Arbeitsmitteln sollte dargestellt sein, nach welchen Kriterien sie die Prozesse ganz oder teilweise steuert, wie zum Beispiel Zeit, Qualität, Materialeinsatz, Verfügbarkeit von Personal ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 3.1.4 Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie*.
- Bei der smarten Personaleinsatzplanung sollte informiert werden, nach welchen Kriterien sie Personal aussucht, wie zum Beispiel Kompetenz, gerechte Arbeitszeitverteilung, Gesundheitszustand ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes*.
- Die Personalbewertungssoft-

ware sollte die Kriterien darstellen, nach denen die Personen bewertet werden und wie diese gewichtet werden, zum Beispiel Fehlzeiten, Arbeitsproduktivität, Arbeitszeit, Fehltage, Zufriedenheit ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.6.3 Personalbeurteilung und CPS*.

Es ist auch möglich, dass Daten nicht für den vorgesehenen Zweck genutzt, sondern ohne Wissen des Nutzers interpretiert und zusätzliche Schlussfolgerungen daraus gezogen werden. Zu einer derartigen Datenanalyse, die auch diskriminierend¹¹ sein kann, kann es beispielsweise kommen, wenn die intelligente Software (inkl. KI) ein geändertes (Einkaufs-)Verhalten erkennt und daraus auf bevorstehende Lebensereignisse schließt (wie Trennungen, Schwangerschaften), ohne dass hierzu konkrete Daten erhoben worden sind. Über derartige Möglichkeiten der intelligenten Software (inkl. KI) sollte informiert werden.

■ **Einbindung von Plattformen:** Der Zugriff von intelligenter Software (inkl. KI) auf Plattformen von weiteren Anbietern durch den Hersteller/Dienstleister sollte allgemeinverständlich dargestellt sein. Auch hier geht es nicht um die softwaretechnischen Codes, sondern um die Benennung der Anbieter, auf deren Daten und Plattformen zurückgegriffen wird (zum Beispiel Social Media, Hersteller).

■ **Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit:** Regelungen und Grundlagen des sicheren und gesundheitsgerechten Arbeitens, die die intelligente Software (inkl. KI) bei ihren Entscheidungen berücksichtigt, sollten durch den Hersteller/Dienstleister allgemeinverständlich dargestellt werden (zum Beispiel Verordnungen, DGUV Vorschriften, technische Regeln, Normen und arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse).

■ **Berücksichtigung weiterer ethi-**

⁹ vgl. u. a. Büнау 2018; Bundesregierung 2016, S. 5f.; Busch 2018, S. 40ff.; Deutscher Ethikrat 2017, S. 166ff.; Gräf et al. 2018; Krüger & Lischka 2018, S. 31ff.; Rohde 2018

¹⁰ Wachter 2018

¹¹ Kar et al. 2004, S. 478

scher Kriterien: Die ethischen Grundlagen, die die intelligente Software (inkl. KI) berücksichtigt, sollten bekannt sein, wie zum Beispiel Fairness und Diskriminierungsfreiheit.¹² ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software.*

- **Datenschutz und Datensicherheit:** Es sollte bekannt sein, wie die intelligente Software (inkl. KI) bei ihren Entscheidungen Datenschutz (zum Beispiel Datenschutz über Privacy by Design¹³, Privacy-Preserving Data-Mining¹⁴) und Datensicherheit (zum Beispiel über Zertifikate wie Trusted Cloud) sicherstellt¹⁵ ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen; 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*

Diese Empfehlungen sind sowohl auf kommerzielle Software als auch auf Open-Source-Software (offener Quellcode) anwendbar. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.2 Integration von intelligenter Software in die Organisation.*

Kriterium 4: Betreiber und Nutzer sollten wissen, nach welchen Kriterien die intelligente Software (inkl. KI) lernt und sich autonom weiterentwickelt.

Die Kriterien, nach denen intelligente Software autonom lernt und sich weiterentwickelt (Lernalgorithmen, künstliche Intelligenz, Deep Learning), sind für den Anwender in vielerlei Hinsicht unverständlich und nicht direkt erkennbar.¹⁶

Bei lernender intelligenter Software (inkl. KI) und insbesondere beim Deep Learning¹⁷ werden beispielsweise Lernalgorithmen sowie ständig wachsende Datenmengen in große künstliche Lernnetzwerke eingespeist. Diese Lernnetzwerke orientieren sich an der Funktionsweise von neuronalen Netzwerken des

menschlichen Gehirns. Die Fähigkeit der Lernnetzwerke zu „denken“ und zu „lernen“ steigt, je mehr Daten verarbeitet werden. Die künstlichen Lernnetzwerke der intelligenten Software (inkl. KI) sollten mit einem spezifischen Lernziel von Auftraggebern programmiert werden und sie lernen dann autonom weiter. Problem bei diesen Lernprozessen kann sein, dass der lernenden Software Daten zugrunde liegen, die für die Fragestellung des Betriebes nicht zutreffen, oder dass die Qualität der Daten nicht ausreicht. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.* Es kann auch sein, dass die lernende Software nicht zulässige oder nicht sinnvolle Korrelationen herstellt und nicht korrekte Schlussfolgerungen zieht. Zudem ist es möglich, dass intelligente Software (inkl. KI) ohne Lernziel ausgestattet ist und autonom in eine gegebenenfalls nicht gewünschte Richtung weiterlernt.

Damit kleine und mittlere Betriebe, Führungskräfte und Beschäftigte annähernd erkennen können, nach welchen Kriterien die intelligente Software (inkl. KI) lernt und sich weiterentwickelt, können unter anderem folgende Empfehlungen hilfreich sein:¹⁸

- **Inhaltliches Lernziel:** Es sollte bekannt sein, welches Lernziel die intelligente Software (inkl. KI) besitzt. Dabei geht es um inhaltliche Ziele, die vorgegeben werden (zum Beispiel dass ein autonomes technisches System die Maschine ergonomisch optimal auf den Benutzer einstellen soll).
- **Inhaltliche Lernkriterien:** Es sollte bekannt sein, nach welchen inhaltlichen Kriterien die intelligente Software (inkl. KI) lernt (Lernlogik). Hier geht es darum aufzuzeigen, nach welchen allgemeinen inhaltlichen Parametern die intelligente Software (inkl. KI) auf Grundlage des Lernziels lernt. Inhaltliche Pa-

rameter können zum Beispiel sein: Verkettung von Arbeitsmitteln zur Optimierung der Schnittstellen Mensch – Maschine, die wirkungsvollere Ausnutzung der einzelnen Maschinen zur Optimierung der Produktion.

- **Datengrundlagen:** Es sollte bekannt sein, auf welcher allgemeinen inhaltlichen Datengrundlage die intelligente Software (inkl. KI) lernen kann (ihre Lernmuster herausbilden kann). Beispielsweise kann bekannt sein, dass eine Software, die Unfallursachen analysiert und Unterweisungshinweise gibt, auf Grundlage der Unfallberichte einer Branche ihre Lernmuster entwickelt hat.
- **Ethische Grundlagen für das Lernen:** Es sollte bekannt sein, ob beziehungsweise wie die intelligente Software (inkl. KI) beim Lernen ethische Grundlagen berücksichtigen kann, wie zum Beispiel Sicherheit und Gesundheit oder Fairness und Diskriminierungsfreiheit.¹⁹ ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software.*
- **Datenschutz und Datensicherheit:** Es sollte bekannt sein, ob beziehungsweise wie die intelligente Software (inkl. KI) im Lernprozess den Datenschutz und die Datensicherheit (zum Beispiel über Zertifikate wie Trusted Cloud) sicherstellt. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen; 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*

Kriterium 5: Betreiber und Nutzer sollten wissen, wer auf ihre Daten Zugriff hat sowie ob und wie diese noch verwendet werden.

Betreiber, Führungskräfte und Beschäftigte sollten wissen, wer Zugriff auf ihre Daten hat und in welchen Zusammenhängen ihre Daten verwendet werden. Da die Daten des Betriebes

¹² Döbel et al. 2018, S. 31

¹³ Privacy by Design = Die Software 4.0 verarbeitet prinzipiell keine Informationen, die in Bezug auf den Datenschutz problematisch sind – siehe BaFin 2018, S. 38

¹⁴ Privacy-Preserving Data-Mining = Die Software 4.0 integriert die Datenschutzerfordernungen direkt in die Datenanalyse und Datenauswertung – siehe BaFin 2018, S. 38

¹⁵ Döbel et al. 2018, S. 31

¹⁶ vgl. u. a. BaFin 2018 S. 37; Stockley 2018

¹⁷ „Deep“ bezieht sich auf die vielen Schichten, die das künstliche Lernnetzwerk mit der Zeit autonom ansammelt. Je vielschichtiger das Netzwerk wird, desto stärker werden die Leistung und die Lernfähigkeit im Rahmen der vorgegebenen Parameter. 18 vgl. u. a. Anderl 2018; BaFin 2018, S. 26ff.; Deutscher Ethikrat 2017, S. 166ff.; Döbel et al. 2018; Kar et al. 2017; Rohde 2018; Schonschek 2018; Stockley 2018; Wachter 2018

¹⁹ Döbel et al. 2018, S. 31

oder der Person, mit der die intelligente Software (inkl. KI) arbeitet, oft auf Plattformen liegen oder in anderen betriebsübergreifenden Zusammenhängen verwendet werden, die nicht nur dem Betreiber oder Nutzer zugänglich sind, können die Daten noch von weiteren Anwendern genutzt werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.3 Plattformökonomie.* Nutzer sollten sich darüber informieren, was mit den anonymisierten Daten passiert. Beispielsweise sollte Nutzern bekannt sein, dass die anonymisierten Daten eines Fahrzeugs zur Optimierung der Fahrleistung und zur optimalen Einstellung der Fahrzeugtechnik verwendet werden. Werden diese Daten an Dritte weitergegeben, sollte auch darüber informiert werden. Beispielsweise werden die erfassten Daten mit den Daten anderer Hersteller abgeglichen und von dem Institut XY für statisti-

sche Zwecke ausgewertet.

4.0-Technologien ermöglichen darüber hinaus eine umfassende Dekontextualisierung und Rekontextualisierung von Daten. Das bedeutet, die Daten werden für Zusammenhänge genutzt, für die sie nicht erhoben wurden, und sie werden neu verknüpft.²⁰ Dies kann bei betrieblichen und personenbezogenen Daten sehr sinnvoll, aber auch problematisch sein, wenn beispielsweise unbefugt Nutzerprofile erstellt werden. Diese Vorgänge ermöglichen zum Beispiel im Gesundheitswesen, dass in der Klinik erhobene Laborwerte mit in Forschungslaboren durchgeführten Gesamtgenomanalysen verknüpft werden und so verbesserte Therapiemöglichkeiten für individuelle Patienten ausgewählt werden können.²¹ Dies ist zum einen aus Datenschutzgründen ohne Zustimmung des Betroffenen grundsätzlich nicht

zulässig. Zum anderen können die Daten für das Profiling ungeeignet sein beziehungsweise können sie für Fragestellungen (zum Beispiel Verhaltensmuster) genutzt werden, für die sie nicht erhoben wurden (zum Beispiel kann das Kaufverhalten einer Person Rückschlüsse auf ihre Gesundheitssituation zulassen). Dabei kann es zu Verzerrungen kommen, wenn Daten nicht lückenlos vorliegen (zum Beispiel Daten über Sportaktivitäten, die nicht erfasst werden, oder fehlende Gesundheitsdaten).

Auch in der Frage des Zugriffs auf die Daten sollten Betriebe und Personen vom Hersteller/Dienstleister allgemeine grundlegende inhaltliche Informationen einfordern, wie mit ihren Daten umgegangen wird. Dazu gehört, wer Zugriff auf die Daten hat und in welchen Zusammenhängen sie von wem verwendet werden.

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Wenn Datensouveränität gewährleistet ist, bietet dies unter anderem folgende **Chancen**:

- Kontrolle über die Steuerung der Lernprozesse von intelligenter Software (inkl. KI).
- Gezielte Einflussnahme auf das Lernziel der intelligenten Software (inkl. KI) während des Lernprozesses.
- Systematische Datenerfassung durch Sensorik kann nützlich sein (beispielsweise Erfassung von Vitaldaten im Gesundheitswesen).
- Speicherort der Daten ist bekannt und der Zugriff darauf geregelt.
- Optimierung von Prozessen möglich (zum Beispiel effizientes Fahren).
- Frühzeitiges und vorausschauendes Erkennen von gesundheitlichen oder technischen Problemen.
- Höheres Vertrauen in intelligente Software (inkl. KI) und bessere Akzeptanz.

- Bessere Nutzbarkeit von intelligenter Software (inkl. KI), höhere Produktivität und Zufriedenheit der Beschäftigten, wenn Kenntnisse über deren Funktionen vorliegen und sich ein Bewusstsein im Umgang damit entwickelt.
- Sicherstellung der Betriebssicherheit.

Wenn Datensouveränität nicht geklärt ist, ergeben sich daraus unter anderem folgende **Gefahren**:

- Kontrollverlust über das Lernziel der intelligenten Software (inkl. KI).
- Nutzer kennen die Kriterien nicht, nach denen intelligente Software (inkl. KI) lernt und sich weiterentwickelt.
- Bekanntgabe von Daten, die nicht bekannt sein sollen und damit beispielsweise unbefugtes Erstellen von Nutzerprofilen.
- (Unbekannte) Sensoren erfassen Daten, von denen Nutzer nichts

wissen.

- Daten können im Ausland gespeichert werden und den dortigen rechtlichen Bestimmungen unterliegen.
- Unbefugter Zugriff zu den Daten und unbefugte Nutzung durch Dritte.
- Gewährleistung der Betriebssicherheit nicht möglich, wenn diese Kriterien im Lernziel nicht definiert sind.
- Misstrauen und fehlende Akzeptanz der Betroffenen in Bezug auf die intelligente Software (inkl. KI).
- Mögliche Konflikte zwischen Unternehmer, Führungskräften und Beschäftigten beziehungsweise zwischen Betriebsrat und Geschäftsführung mit gegebenenfalls unnötigen Vorbehalten gegenüber der 4.0-Technologie generell.
- Ethische Grundlagen sind nicht definiert und mit Betreibern und Nutzern nicht kommuniziert.

²⁰ Deutscher Ethikrat 2017, S. 57

²¹ Deutscher Ethikrat 2017, S. 28

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Bei allen Anwendungen von 4.0-Technologien – vom einfachen smarten Handbohrer über das Smartphone und das Fahrzeug bis hin zu komplexen autonom gesteuerten Prozessen – sollten Betreiber und Nutzer vom Hersteller/Dienstleister dieser Systeme allgemeinverständliche Erklärungen zur Funktionsweise der autonomen technischen Systeme einfordern. Dies sollte in jedem Fall bei Neuanschaffungen oder Programmierungen der Fall sein, es sollten aber gegebenenfalls auch bestehende 4.0-Prozesse und -Anwendungen hinterfragt werden.

Dabei sollten Betreiber und Nutzer unter anderem folgende Aspekte hinterfragen beziehungsweise dazu Informationen einfordern:

Welche Daten werden erhoben (Sensoren)?

- Welche Sensoren sind in der 4.0-Technologie integriert?
- Welche Daten erheben diese Sensoren?

Wo werden die Daten gespeichert (Plattformen)?

- Auf welchen Plattformen werden die Daten gespeichert?
- Welches Landesrecht gilt?
- Wie ist die Datensicherheit der Plattform geregelt (zum Beispiel zertifiziert durch Trusted Cloud)?

Wie werden die Daten von der intelligenten Software verarbeitet (Algo-

rithmen, künstliche Intelligenz)?

- Welche grundlegende Zielsetzung hat die intelligente Software (inkl. KI)?
- Nach welchen allgemeinen inhaltlichen Kriterien entscheidet die intelligente Software (inkl. KI)?
- Werden auch Merkmale erarbeitet, die nicht speziell erfasst werden (entstehen zum Beispiel durch Kombination erhobener Merkmale neue Merkmale)?
- Greift die intelligente Software (inkl. KI) auf Daten von anderen Plattformen zurück, wie verwertet die Software 4.0 diese Daten und welche Schlussfolgerungen zieht sie daraus?
- Wie berücksichtigt die intelligente Software (inkl. KI) das Thema Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit?
- Wie werden im Lernprozess der intelligenten Software (inkl. KI) und bei autonomen Entscheidungen Datenschutz und Datensicherheit berücksichtigt?

Wie lernt die intelligente Software (wie Deep Learning, KI)?

- Welches Lernziel verfolgt die intelligente Software (inkl. KI)?
- Nach welchen allgemeinen inhaltlichen Kriterien lernt die intelligente Software (inkl. KI)?
- Auf welcher allgemeinen inhaltlichen Datengrundlage hat die intelligente Software (inkl. KI) ihre Lernmuster erstellt?

- Auf welcher allgemeinen inhaltlichen Datengrundlage lernt die intelligente Software (inkl. KI) weiter (zum Beispiel inhaltliche Kriterien des Lernens wie Anforderungen aus Gesetzen, ökonomische Kriterien)?
- Wie berücksichtigt die intelligente Software (inkl. KI) ethische Grundlagen beim Lernen (wie zum Beispiel Sicherheit und Gesundheit des Menschen oder Fairness und Diskriminierungsfreiheit)?
- Wie berücksichtigt die intelligente Software (inkl. KI) Datenschutz und Datensicherheit beim Lernen?

Wer hat Zugriff auf die Daten und wie werden sie noch verwendet (Datensouveränität)?

- Wer hat Zugriff auf die Daten von Betreibern/Nutzern?
- In welchen Zusammenhängen werden Daten von Betreibern/Nutzern über die konkrete Nutzung durch Betreiber/Nutzer hinaus zusätzlich verwendet?
- Werden die Daten von Betreibern/Nutzern für Zusammenhänge genutzt, für die sie nicht erhoben wurden (Dekontextualisierung), und werden sie neu verknüpft (Rekontextualisierung)?

Die Darstellung dieser Informationen ließe sich dabei sehr gut in kompakter Form realisieren:

Empfehlung: Kurzinformation zum Umgang mit Daten

Die Kriterien zur Erklärung des Umgangs mit den Daten von einer autonomen und selbstlernenden Software (inkl. KI) sollten für Laien so aufbereitet werden, dass sie schnell nachzulesen und verständlich sind. Sie sollten kurz und übersichtlich formuliert sein und die wesentli-

chen Informationen, zum Beispiel zur Erfassung, Speicherung, Weitergabe von Daten, enthalten (zum Beispiel in Form eines „Onepagers“).²² Der Verweis auf oftmals ausführliche und komplex formulierte Allgemeine Geschäftsbedingungen (AGB) hilft im Alltag von kleinen und mittleren Unternehmen oft nicht weiter. Beispielsweise werden vom Hersteller

nach Gefahrstoffverordnung Sicherheitsdatenblätter über Gefahrstoffe zur Verfügung gestellt, zu denen der Arbeitgeber Kurzinformationen erstellt, die als Betriebsanweisung bekannt sind. › Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.

²² Busch 2018, S. 59

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Anderl, S. (2018). *KÜNSTLICHE INTELLIGENZ: Denn wir wissen nicht, wie sie's tun*. <http://www.FAZ.NET/AK1.1.6> Informationsblatt smartes ProduktTUELL/WISSEN/COMPUTER-MATHEMATIK/DIE-RISIKEN-KUENSTLICHER-INTELLIGENZ-15163407.HTML?PRINTPAGED-ARTICLE=TRUE#PAGEINDEX_0. Zugegriffen: 28.07.2018
- BaFin – Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2018). *Big Data trifft auf künstliche Intelligenz Herausforderungen und Implikationen für Aufsicht und Regulierung von Finanzdienstleistungen*. Bonn: BaFin.
- Bünau, Paul. v. (2018). *Algorithmen und Transparenz*. <https://legal-revolution.com/de/the-legal-revolutionary/itk/algorithmen-und-transparenz>. Zugegriffen: 20.07.2018.
- Bundesregierung (2016). *Positionspapier der Bundesrepublik Deutschland zum Regelungsumfeld für Plattformen, Online-Vermittler, Daten, Cloud Computing und die partizipative Wirtschaft (Konsultation der EU)*. https://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/BKM/2016/2016-04-22-positionspapier-plattformregulierung.pdf?__blob=publicationFile&v=2. Zugegriffen: 28.07.2018.
- Busch, C. (2018). *Algorithmic Accountability*. Osnabrück: Universität Osnabrück.
- Deutscher Ethikrat (2017). *Big Data und Gesundheit – Datensouveränität als informationelle Freiheitsgestaltung*. Berlin: Deutscher Ethikrat.
- Döbel, I., Leis, M., Vogelsang, M. M., Neustroev, D., Petzka, H., Riemer, A., Rüping, S., Voss, A., Wegele, M., Welz, J. (2018). *Maschinelles Lernen*. München: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.
- Geisberger, E., & Broy, M. (Hrsg.). (2012). *agendaCPS – Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems*. München: acatech STUDIE.
- Gräf, E., Lahmann, H., & Otto, P. (2018). *Die Stärkung der digitalen Souveränität, Deutsches Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet – DIVSI* (Hrsg.). <http://www.iRights-Lab.de>. Zugegriffen: 28.07.2018.
- Kar, R. M., Thapa, B., & Parycek, P. (2004). *(Un)berechenbar – Algorithmen und Automatisierung in Staat und Gesellschaft*. Kompetenzzentrum Öffentliche IT (ÖFIT); Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS. Berlin.
- Krüger, J. & Lischka, K. (2018). *Damit Maschinen den Menschen dienen – Lösungsansätze, um algorithmische Prozesse in den Dienst der Gesellschaft zu stellen*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Mücklich, F. (2015). *Funktionswerkstoffe I & II*. Vorlesungsmanuskript Universität des Saarlands.
- Otto, B. (2016). *Digitale Souveränität: Beitrag des Industrial Data Space*. München: Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.
- Rohde, N. (2018). *Gütekriterien für algorithmische Prozesse – Eine Stärken- und Schwächenanalyse ausgewählter Forderungskataloge*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Schonschek, O., & Litzel, N. (2018). *Mehr Transparenz bei Künstlicher Intelligenz*. <https://www.bigdata-insider.de/mehr-transparenz-bei-kuenstlicher-intelligenz-a-690269/>. Zugegriffen: 28.07.2018.
- Stockley, M. (2018). *Die Krux mit dem Machine Learning*. <https://www.dotnetpro.de/diverses/krux-machine-learning-1482393.html>. Zugegriffen: 28.07.2018.
- Völz, H. (1999). *Das Mensch-Technik-System: physiologische, physikalische und technische Grundlagen; Software und Hardware*. Renningen-Malmsheim: Expertverlag.
- Wachter, S. (2018). *Counterfactual Explanations without Opening the Black Box: Automated Decisions and the GDPR*. In Harvard Journal of Law & Technology.
- Vöcking, B., Alt, H., Dietzfelbinger, M., Reischuk, R., Scheideler, C., Vollmer, H., & Wagner, D. (2008). *Taschenbuch der Algorithmen*. Berlin: Springer Verlag.
- Zweig, K. A. (2018). *Überprüfbarkeit von Algorithmen*. <https://algorithmwatch.org/de/zweites-arbeitspapier-ueberpruefbarkeit-algorithmen/>. Zugegriffen: 20.07.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 1.3.4 Autonome Softwaresysteme und Unternehmerverantwortung
- 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.5.3 Plattformökonomie

1. Führung und Kultur > 1.1 Ziele, Strategie und Kriterien für 4.0-Prozesse

1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen



■ **Stichwörter:** 4.0-Technologien, Einsatzbereiche, Anwendungen, Lösungen

> Warum ist das Thema wichtig?

Die 4.0-Prozesse¹ etablieren sich auf Grundlage von intelligenter Software² mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) im Arbeitsalltag nicht revolutionär, sondern evolutiv. 4.0-Technologien³ und cyber-physische

Systeme (CPS)⁴ ziehen sukzessive in alle Prozesse und auf allen Ebenen der Arbeit ein, in jedem einzelnen Betrieb spezifisch. Ein Betrieb sollte die Integration der 4.0-Technologien systematisch und ausgerichtet

auf die eigenen Strategien, Ziele und Bedarfe voranbringen. Dazu sollte er Vor- und Nachteile wesentlicher Anwendungsbereiche kennen.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: CPS-Anwendungsbereiche

Anwendungsbereiche von CPS können sein:

- Insellösungen, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme)
- verkettete Gesamtprozesse und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel Prozessorganisation(ERP/MES), komplex verkettete Arbeitsmittel, betriebliche und überbe-

triebliche Wertschöpfungskette) und

- geschlossene Betriebsanwendungen (autark – zum Beispiel Edge-Computing, betriebliche Cloud)
 - offene Anwendungen (zum Beispiel Public-Clouds, Hersteller-Plattformen, APPs)
 - hybrid Anwendungen (Kombination von offenen und geschlossenen (Cloud-Anwendungen))
- Auswirkungen auf den Anwendungsbereich kann auch haben welchen

Softwareanbieter man auswählt und damit:

- einem ganzheitlichen Softwareansatz (homogene IT-Lösung) oder
- einem Spezialisten-Ansatz („Best of Breed“), Rückgriff auf die jeweiligen Spezialisten und Marktführer in den verschiedenen Anwendungen folgt.

Die 4.0-Technologien kommen im Betrieb in verschiedenen Formen und Ausprägungen zum Einsatz. Eine Hilfe, die Anwendungsbereiche zu identifizieren kann der Kompass 4.0 sein – siehe *Abbildung 1*. Mit dem Kompass 4.0 können Akteure in Betrieben ermitteln, wo der Betrieb bei der Einführung und Nutzung von 4.0-Technologien und künstlicher Intelligenz (KI) steht. Außerdem kann er aufzeigen, welche

Entwicklungsmöglichkeiten sich einem Betrieb bieten. Der Kompass 4.0 unterscheidet zwischen:

- **Technik:** Eingesetzte und genutzte 4.0-Technologien (wie Sensoren, smarten Arbeitsmitteln, Clouds und Plattformen und der Nutzung von intelligenter Software [inkl. KI]).
- **Anwendungen:** Einsatzbereiche der 4.0-Technologien, als einzelne Dinge, als Insellösungen, als verkettete Lösungen, als interne

Prozesslösungen oder als betriebsübergreifende Lösungen.

Die Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 thematisieren alle denkbaren Anwendungsbereiche, die in betrieblichen und überbetrieblichen Wertschöpfungsprozessen jeweils spezifisch umgesetzt sind. In dieser Umsetzungshilfe werden einige Vor- und Nachteile von unterschiedlichen Anwendungen zusammengefasst, die eine grobe Orientierung bieten können.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

Der Kompass 4.0					
Anwendungen	Einzelne Dinge, Gegenstände	Insellösungen	Verkettete Lösungen	Interne Prozesslösungen	Betriebsübergreifende Prozesse
Technik					
Sensorik (z. B. in Smartphones, Arbeitsmitteln, Räumen)					
Assistierende Arbeitsmittel (z. B. Smartphones, Roboter)					
Clouds, Plattformen (offen, betrieblich)					
Autonome Software (u. a. Algorithmen, KI, die Smartphones, Arbeitsmittel usw. steuern)					

<p>Sensorik: Einzelne Dinge/Gegenstände sind mit Sensoren und einfacher Software (Verwaltungsschalen) ausgestattet und liefern Daten zu Prozessen, Zustand und Zielerreichung.</p>	<p>Autonome Software, Algorithmen, künstliche Intelligenz (KI): 4.0-Prozesse sind softwaregesteuert. Die Software ist selbstlernend, trifft autonom Entscheidungen beinahe in Echtzeit. Sie nutzt Sensordaten als virtuelles Abbild der physischen Dinge für die Prozesse (cyber-physische Systeme – CPS).</p>	<p>Verkettete Lösungen: Verschiedene Maschinen, Gegenstände, aber auch Personen sind miteinander vernetzt, tauschen Informationen aus und autonome Software (inkl. KI) steuert die Prozesse teilweise oder komplett.</p>
<p>Assistierende Arbeitsmittel: Assistenzmittel (zum Beispiel Smartphones, Datenbrillen, Roboter, Exoskelette) unterstützen durch gezielte Informationen und entlasten körperlich oder psychisch bei Arbeitsprozessen.</p>	<p>Einzelne Dinge/Gegenstände/Personen: Werden per Sensor erfasst und können mit dem Internet der Dinge (IoT) verbunden werden (Dinge wie zum Beispiel Werkzeuge, Maschinen, Räume, Fahrzeuge).</p>	<p>Interne Prozesse: Komplexe betriebsinterne Prozesse (Bestellung, Wareneingang, Kundenmanagement, Produktion/Dienstleistung) sind miteinander verknüpft und werden autonom teilweise oder komplett gesteuert.</p>

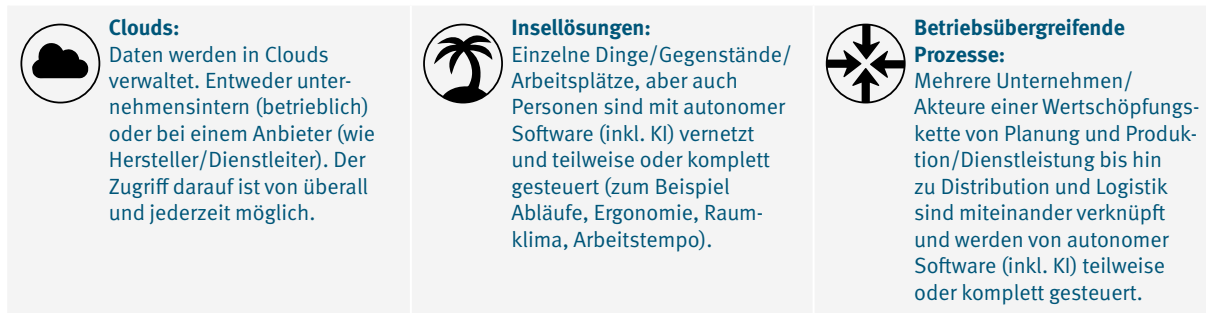


Abbildung 1: Der Kompass 4.0 (nach Offensive Mittelstand 2018, S. 6f.)

Was für alle Anwendungen zählt ...

Unabhängig von dem Anwendungsbereich und dem Stand der Umsetzung der 4.0-Technologien sollten folgende Aspekte bei allen Anwendungen beachtet werden:

1. Es sollten nur 4.0-Komponenten verwendet werden, die den DIN-ISO-Normen entsprechen.⁵ Es sollten nur Dienstleister beauftragt werden, die bei Anfragen ihr Leistungsspektrum im Bereich der 4.0-Komponenten beschreiben können und die Daten in entsprechender kompatibler Form ausliefern.
2. Bei der Auswahl der intelligenten Software (inkl. KI) sollte immer darauf geachtet werden, wie die Nutzungsrechte und die Datenhoheit sowie die Datensicherheit und der Datenschutz geregelt sind.
3. Es gibt keine Königswege, jede Anwendung ist spezifisch und besitzt Vor- und Nachteile. Jeder Betrieb sollte die Vor- und Nachteile für eine spezifische Lösung abwägen und sich für die sinnvollste Lösung entscheiden. Nicht alles, was technologisch machbar ist, muss sinnvoll sein.

Vor- und Nachteile von Einzel- und Insellösungen (im Kompass 4.0 Spalte 1 und 2)

Einzel- und Insellösungen beschreiben Anwendungen von 4.0-Technologien, die sich auf einen Arbeitsplatz oder einen Arbeitsbereich begrenzen lassen und nicht mit dem Gesamtprozess verkettet sind. Beispiele hierfür sind einzelne Arbeitsplätze, Teile

von Anlagen, Assistenzsysteme oder smarte Werkzeuge.

Vorteile von Einzel- und Insellösungen können unter anderem sein:

- Die intelligente Software (inkl. KI) für eine Insellösung/einen Teilprozess ist günstig in der Anschaffung, da nur die Software gekauft werden muss, die tatsächlich für die eine Anwendung benötigt wird. Statt Gesamtlösungen wird also beispielsweise nur eine App benötigt.
- Die intelligente Software (inkl. KI) für eine Insellösung oder einen Teilprozess lässt sich meist schnell in Betrieb nehmen, gegebenenfalls auch anpassen und auf andere Bereiche kostengünstig erweitern. Ein modularer Aufbau ist teilweise möglich.
- Die Einzel- und Insellösungen ermöglichen eine hohe Überschaubarkeit und Transparenz einzelner Teilprozesse.
- Die Einzel- und Insellösungen ermöglichen höhere Flexibilität und Eingriffsmöglichkeiten durch Personen, da weniger Abhängigkeiten zu anderen Prozessen vorhanden sind und berücksichtigt werden müssen.
- Die Folgen bei Störfällen und Ausfällen sind begrenzt, da sie nur auf den Teilprozess bezogen sind.
- Die Abhängigkeit von intelligenter Software (inkl. KI) für den Gesamtprozess ist geringer als bei Gesamtprozesssoftware.
- Intelligente Software (inkl. KI) für eine Insellösung/Teilprozess kann hilfreich als Einstieg in Gesamtpro-

zesssteuerungen sein, um Erfahrungen mit autonomen technischen Systemen zu sammeln.

- Bei Einzel- und Insellösungen ist die Handhabung von Datensicherheit und Datenschutz einfacher herzustellen und zu kontrollieren, da der Bereich beschränkt ist.

Nachteile von Einzel- und Insellösungen können unter anderem sein:

- Eine nachträgliche Einführung der Einzel- und Insellösung in den Gesamtprozess kann aufwendig sein und an Kompatibilitätsproblemen scheitern. Gegebenenfalls können je Teilprozess unterschiedliche Anforderungen an Hardware, Betriebssysteme, Datenbanken, intelligente Software (inkl. KI) entstehen, die zwischen den Teilprozessen kaum vereinbar sind.
- Bei Einzel- und Insellösungen bleiben viele Möglichkeiten der 4.0-Technologien ungenutzt.
- Auswertungen der Daten von Einzel- und Insellösungen liefern kein umfassendes Bild, da sie nur für den Teilprozess, in dem sie eingesetzt werden, Aussagen treffen können.
- Einzel- und Insellösungen können meist nicht betriebsspezifisch angepasst werden, da sie in der Regel standardisiert sind.

Vor- und Nachteile von verketteten Prozessen und internen Prozesslösungen (im Kompass 4.0 Spalte 3 und 4)

Verkettete Gesamtprozesse und Gesamtsystemlösungen bestehen aus unterschiedlichen 4.0-Technolo-

⁵ BMWi 2016; BMWi 2017; DIN, DKE, VDE 2018; DIN SPEC 91345:2016-04; Heidel et al. 2017; Seidel et al. 2016

gien, die miteinander vernetzt sind, Informationen austauschen und die Prozesse teilweise oder vollständig im Unternehmen steuern.

Beispiele hierfür sind Prozessorganisation (wie ERP und MES), verkettete Arbeitsmittel und innerbetriebliche Wertschöpfungsketten.

Vorteile bei verketteten Prozessen und internen Prozesslösungen können unter anderem sein:

- Die Daten aus verketteten Prozessen liefern mehr Informationen (wie zum Beispiel zu Laufzeiten, Auslastungen, Mengenmeldungen, Stillständen, Nutzerverhalten, Schnittstellenproblemen, verketteten Arbeitsmitteln, Informationsflüssen) und ermöglichen genauere Auswertungen. Damit erhöht sich die Chance, die Prozesse besser zu durchschauen, zu planen und zu optimieren.
- Fehler und Mängel können durch permanente rechnergestützte Überwachung aller wichtigen Arbeitsparameter verringert werden.
- Die Personen können auf alle Daten beinahe in Echtzeit zugreifen.
- Jederzeit ist ein Soll/Ist-Vergleich über die aktuellen Arbeitsprozesse und die Geschäftsentwicklung für ein aktuelles Controlling möglich (permanente Transparenz über Kennzahlen beinahe in Echtzeit).
- Die Gefährdungen und Störursachen des Gesamtprozesses, die auch durch Wechselwirkungen zwischen einzelnen Komponenten entstehen können, können durch die 4.0-Technologien vorausschauend erkannt werden. Teilweise können die Ursachen beseitigt beziehungsweise die verantwortlichen Personen rechtzeitig informiert werden.
- Sich verändernde Marktanforderungen können flexibler und schneller in die betreffenden Arbeitsabläufe integriert werden.
- Die autonome (Teil-)Steuerung von verketteten Prozessen kann die Führungskräfte und Beschäftigten entlasten.
- Die Arbeitsplätze können einfacher auf individuelle Bedürfnisse (zum Beispiel körperliche, Quali-

fikations- oder Inklusionsanforderungen) eingerichtet werden, wie durch Anpassung der Sprache oder der Höhe der Arbeitstische.

- Bei verketteten Prozessen und internen Prozesslösungen reduziert sich der Administrationsaufwand, da in der Regel nur eine einzige intelligente Software (inkl. KI) verwaltet werden muss. Auch Softwareupdates betreffen nur ein System.

Nachteile bei verketteten Prozessen und internen Prozesslösungen können unter anderem sein:

- Bei verketteten Prozessen und internen Prozesslösungen haben Fehlfunktionen, Störungen oder Angriffe größere Auswirkungen, bei fehlerhaften Systemen steigen die Betriebskosten.
- Es können Abhängigkeiten von einem Hersteller/Softwareanbieter entstehen (nachteilig bei Preissteigerungen, fehlenden/teuren Updates, nicht auf betriebliche Bedarfe passende Weiterentwicklungen).
- Die Einführungsphase von verketteten Prozessen und internen Prozesslösungen kann komplex und aufwendig sein (abhängig unter anderem von Sorgfalt der Planung, systematischem Lasten-/Pflichtenheft,⁶ Anzahl der Module, Grad der Integration in vorhandene Systeme, Anzahl der Nutzer).
- Wenn das Gesamtsystem die relevanten Daten nicht korrekt erfasst oder interpretiert, sind die Auswirkungen daraus abgeleiteter Fehlschlüsse weitreichender.
- Die autonome (Teil-)Steuerung von Prozessen kann den Handlungsspielraum der Führungskräfte und Beschäftigten einschränken.
- Die strukturierten Informationsflüsse der Gesamtsysteme können personale Kommunikation reduzieren und dadurch soziale Isolation fördern.
- Die Intransparenz kann wachsen, wenn das System nicht sichtbar macht, welche Aktionen es augenblicklich durchführt, wie es sich weiterentwickelt und wer die Handlungsträgerschaft besitzt (Software/Mensch).

Vor- und Nachteile von betriebsübergreifenden Prozessen (im Kompass 4.0 Spalte 5)

Wenn mehrere Unternehmen/Akteure einer Wertschöpfungskette (wie Kunden, Zulieferer, Berater, andere Unternehmen) in die 4.0-Technologie integriert werden, sprechen wir von betriebsübergreifenden Prozessen. Beispiele hierfür sind die direkte Integration von Kundenanforderungen, automatisierte Bestellprozesse und Wartungsvorgänge oder Building Information Modeling (BIM).

Vorteile bei betriebsübergreifenden Prozessen können unter anderem sein:

- Abstimmungsprozesse werden schneller, direkter und einfacher (zum Beispiel zwischen Unternehmen und Lieferanten oder zwischen verschiedenen Gewerken zu einem gemeinsamen Objekt im Baubereich ▶ *siehe Umsetzungshilfe 2.4.2 Building Information Modeling BIM*).
 - Vereinfachte, schnellere und effizientere Instandhaltung und Wartung zum Beispiel in Form von Predictive Maintenance ▶ *siehe Umsetzungshilfe 3.1.6 Neue Formen der Instandhaltung von Arbeitsmitteln*.
 - Individuelle Kundenwünsche können autonom und ohne zusätzlichen Aufwand in die betreffenden Arbeitsabläufe integriert werden.
 - Vereinfachte Organisation im Falle von Krisen, Manipulationen, Sabotage, Ausfällen oder Notfällen ▶ *siehe Umsetzungshilfe 2.2.4 Notfallorganisation und 4.0-Prozesse*.
- Nachteile bei betriebsübergreifenden Prozessen* können unter anderem sein:
- Aus der betriebsübergreifenden Vernetzung ergeben sich Herausforderungen für den Schutz sensibler oder personenbezogener Daten (wie Missbrauch von Daten, Weitergabe von Daten an Dritte ▶ *siehe Umsetzungshilfe 2.5.3 Plattformökonomie*).
 - Betriebsstörungen der vernetzten Partner (zum Beispiel Probleme in der Datensicherheit) haben Auswirkungen auf den eigenen Betrieb.

⁶ Das Lastenheft für die Software wird in der Regel vom Auftraggeber verfasst, das Pflichtenheft vom Auftragnehmer. Das Pflichtenheft wird mit dem Auftraggeber abgestimmt. Auftraggeber und Auftragnehmer berücksichtigen dabei auch, in welche Richtungen die Software weiterlernt.

- Die Komplexität des Systems steigt, was zu fehlender Transparenz über betriebliche und überbetriebliche Prozesse führen kann.

- Es können neue Abhängigkeiten entstehen, die den Handlungsspielraum des Betriebes einschränken.

Neben den oben beschriebenen verschiedenen Anwendungsbereichen der 4.0-Technologie ist die Auswahl des Anbieters wichtig. Daher werden im Folgenden die Vor- und Nachteile verschiedener Ansätze beschrieben.

Vor- und Nachteile von einem oder mehreren Anbietern

Wir unterscheiden im Folgenden zwei Möglichkeiten, einen Softwareanbieter auszuwählen:

- „Alles aus einer Hand“: ganzheitlicher Softwareansatz (homogene IT-Lösung); dabei wird ein Softwareanbieter für die komplette Lösung oder die verschiedenen Teilkomponenten ausgewählt.

- „Best of Breed“: Spezialisten-Ansatz; dabei werden verschiedene Softwareanbieter für einzelne Lösungen oder Teilkomponenten ausgewählt, Auswahl der jeweiligen Spezialisten und Marktführer in den verschiedenen Anwendungen.

Vorteile eines Anbieters („Alles aus einer Hand“) können unter anderem sein:

- Es besteht eine einheitliche Datenbasis.
- Es besteht eine einheitliche Bedieneroberfläche und -freundlichkeit.
- Ein effektiver Umgang mit Schnittstellen ist gegeben, gerade auch mit Blick auf Updates und neue Releases.
- Bei Fehlern in der intelligenten Software (inkl. KI) und Problemen kann auf einen Ansprechpartner zurückgegriffen werden.
- Die Position des Betriebes (zum Beispiel in Vertragsangelegenheiten und Verhandlungen) kann stärker sein, wenn alle Module eines Komplettsystems genutzt werden.
- Die Nutzung eines Systems von einem einzigen Anbieter erleichtert

die Wartung und den Support.

Nachteile eines Anbieters („Alles aus einer Hand“) können unter anderem sein:

- Der Betrieb ist von einem Anbieter abhängig (nachteilig bei Lizenzen, Softwareänderungen, Updates, Support, Preiserhöhungen, attraktiven Alternativangeboten).

- Es treten Gewöhnungsprozesse ein, die zu Betriebsblindheit führen können. Dadurch können attraktivere Alternativen oder Qualitätsmängel in den bestehenden Softwarelösungen übersehen werden.

- Ein Wechsel zu anderen Anbietern wird kostspielig, aufwendig und kompliziert, da das Gesamtsystem dann verändert werden muss.

Vorteile verschiedener Anbieter (Spezialisten) können unter anderem sein:

- Es können jeweils Spezialisten für spezielle Aufgabenstellungen beauftragt werden, sodass ihre jeweiligen Stärken wirkungsvoll genutzt werden.

- Es besteht eine größere Unabhängigkeit, da der Wechsel eines Anbieters in der Regel nicht das gesamte System betrifft.

- Änderungen auf dem Softwaremarkt können direkter und schneller berücksichtigt werden.

Nachteile verschiedener Anbieter können unter anderem sein:

- Es kann zu Abstimmungs-, Schnittstellen- und Kompatibilitätsproblemen kommen, da die einzelnen Anbieter eigene Formate und Systeme einsetzen.

- Updates und neue Module intelligenter Software (inkl. KI) sind aufwendiger aufeinander abzustimmen, damit sie keine unerwünschten Auswirkungen auf andere Module haben.

- Der Wartungs- und Pflegeaufwand für jeweils einzelne Module ist höher (personell, organisatorisch, zeitlich).

- Die Verantwortung für Fehler im Gesamtsystem kann schwierig einzelnen Anbietern zugeordnet werden.

Vor und Nachteile von geschlossenen Betriebsanwendungen und offenen Anwendungen

Generell kann zwischen offenen Anwendungen (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen) und geschlossenen Betriebsanwendungen (geschlossene Infrastruktur – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud) unterschieden werden.

Vorteile von geschlossenen Betriebsanwendungen können unter anderem sein:

- Die Daten, der Datenschutz und die Datensicherheit sind in der Hand des Betriebes.

- Die Vorgaben und die Standards werden vom Betrieb definiert und kontrolliert.

- Die Ressourcen und Netze sind von anderen Nutzern vollständig abgetrennt – möglichst auf eigener Hardware.

- Die Speicher- und die Rechner-Ressourcen sind geschützt durch eine spezielle Firewall. Die Daten werden in einem kontrollierten Raum (das heißt nicht offshore) verarbeitet.

- Es besteht eine größere Datensicherheit und damit eine höhere Ausfallsicherheit.

- Die Daten werden unmittelbar im Zusammenhang der betrieblichen Arbeitsprozesse verarbeitet. Damit wird eine Streuung und die Speicherung der Daten an unterschiedlichen Orten vermieden.

- Die Sicherheit geschäftskritischer, sensibler Daten übernimmt der Betrieb selbst (zum Beispiel personenbezogene Daten, Forschungs- und Entwicklungsdaten).

- Der Zugriff auf die Daten durch Unbefugte kann so verhindert werden.

- Die zeitgleiche Bearbeitung von Daten durch Führungskräfte und Beschäftigte ist möglich.

- Die Führungskräfte und Beschäftigte können ortsunabhängig auf Daten und Anwendungen zugreifen.

Nachteile von geschlossenen Betriebsanwendungen können unter anderem sein:

- Der Aufwand für Pflege und Aktua-

lisierungen kann höher sein als bei offenen Anwendungen.

- Es entstehen insgesamt höhere Kosten als bei offenen Anwendungen, da die Dienstleistung exklusiv ist beziehungsweise Kosten für Server-Hardware und -software anfallen.
- Der Zugriff auf Plattformen durch Dritte kann eingeschränkt sein.
- Der direkte Zugriff auf die Arbeitsprozesse durch Kunden kann erschwert sein (und damit die kundenspezifische Leistung/Produktion).
- Der Zugriff auf die eigenen Daten ist von der Qualität der Internetanbindung abhängig. Auch das Arbeitstempo hängt von der Geschwindigkeit des Internets ab, wenn Führungskräfte und Beschäftigte ortsunabhängig auf Daten und Anwendungen zugreifen möchten.

Vorteile von offenen Anwendungen können unter anderem sein:

- Es entstehen geringere Kosten, da nur das bezahlt wird, was genutzt wird.
- Die zeitgleiche Bearbeitung von Daten durch Führungskräfte und Beschäftigte ist möglich.
- Die Führungskräfte und die Beschäftigten können ortsunabhängig auf Daten und Anwendungen zugreifen.
- Eigene Hard- und Software wird teilweise eingespart, da Speicherkapazität und IT-Infrastruktur aus-

gegliedert sind.

- Die Wartung von Servern und intelligenter Software (inkl. KI) entfällt. So reduzieren sich auch Kosten für IT-Fachleute, die die betriebliche Infrastruktur warten, pflegen und instand setzen müssten.
- Der Dienstleister stellt die aktuellen Hard- und Softwarestandards zur Verfügung.
- Kostenintensive präventive Maßnahmen zum Ausfallschutz können vermieden werden.
- Die Speicherkapazitäten können bedarfsgerecht erweitert werden (Skalierbarkeit).
- Der Datenschutz liegt in der Hand des Betreibers.

Nachteile von offenen Anwendungen können unter anderem sein:

- Die Daten sind nicht in der Hand des Betriebes.
- Der Anbieter stellt Rechnerressourcen extern auf Servern zur Verfügung, auf die auch andere Nutzer Zugriff haben. Der Betrieb weiß nicht, wie viele andere Kunden des Anbieters auf der Plattform unterwegs sind und welche Applikationen sie dort betreiben.
- Datensicherheit und Sicherheitsmanagement des Anbieters bei Ausfällen können nicht verlässlich sein.
- Der Zugriff auf die eigenen Daten ist von der Qualität der Internetanbindung abhängig. Auch das

Arbeitstempo hängt von der Geschwindigkeit des Internets ab.

- Es kann eine Abhängigkeit vom Anbieter entstehen (wie Lizenzen, fehlende Kundenbetreuung, nicht ausreichende Kapazitäten, Insolvenz, Netzausfall).
- Cloud-Umzüge sind kompliziert; aufgrund fehlender Standards ist ein Anbieterwechsel meist aufwendig und langwierig und mit weiteren Kosten verbunden.
- Die Datenspeicherung auf einem Server im Ausland unterliegt nicht den deutschen oder oft auch nicht den europäischen Datenschutzrichtlinien und gesetzlichen Grundlagen. Die Datensicherheit kann so gegebenenfalls eingeschränkt sein.
- Eigene IT-Kompetenz geht verloren. Das führt zu einer zunehmenden Abhängigkeit von den Kompetenzen und Leistungen des Cloud-Anbieters.
- Sind Zugriffe auf Daten, ihre Weiterverarbeitung, Löschung und Nutzung nicht eindeutig geregelt, können die Betriebsdaten zweckfremd verwendet werden.
- Wird intelligente Software (inkl. KI) für Arbeitsprozesse vom Cloud-Anbieter zur Verfügung gestellt, kann es dazu kommen, dass die bestehenden Arbeitsprozesse sich an die Möglichkeiten dieser Software anpassen müssen.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Wer die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten von CPS reflektiert und sorgfältig abwägt, wird die **Chancen** ausschöpfen können, die in den Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 beschrieben sind. Zum Beispiel können sich folgende Chancen ergeben:

- Bei einer funktionierenden, passgenauen Lösung können Wettbewerbsvorteile entstehen.
- Sämtliche Daten können für den Arbeits-/Geschäftsprozess wirkungsvoll genutzt werden (zum Beispiel wirkungsvolle Planung und Abstim-

mung von Einkauf, Lagerplanung, Arbeits-/Produktionskosten und Verkaufspreis).

- Bei sich wandelnden Marktanforderungen ist eine bessere und schnellere Reaktion möglich.
- Aufgrund von in der Vergangenheit erfassten Daten und Informationen können Prognosen fundierter und zuverlässiger erstellt werden.

Wer dagegen intuitiv und unreflektiert die 4.0-Technologien einsetzt, ohne Vor- und Nachteile abzuwägen, unterliegt unter anderem folgenden

Gefahren:

- Wenn vorab nicht überprüft wurde, ob die gewählte 4.0-Technologie tatsächlich die zentralen Wertschöpfungs-/Geschäftsprozesse unterstützt, können unnötige Kosten entstehen.
- Erfahrungswissen und kreative Ideen von Führungskräften und Beschäftigten können verloren gehen.
- Bei einer nicht funktionierenden, unpassenden Lösung können Wettbewerbsnachteile entstehen.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Bei allen in den Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 beschriebenen und empfohlenen Maßnahmen sollten die Betriebe genau überlegen, in welchen Anwendungsbereichen die 4.0-Technologien bereits verwendet werden beziehungsweise in welchen Anwendungsbereichen sie eingesetzt werden sollen. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation.* Bei der Entscheidung zwischen verschiedenen Anwendungen können unter anderem folgende Maßnahmen hilfreich sein:

- Bei der Auswahl von 4.0-Technologien sollten die Vor- und Nachteile möglichst systematisch reflektiert werden. Es empfiehlt sich, eine Pro-Kontra-Liste oder SWOT-Analyse zu erstellen, um die für den Betrieb effektive, wirtschaftliche

sowie sichere und gesundheitsgerechte Anwendung einführen zu können.

- Es ist darauf zu achten, dass die Daten und die intelligente Software (inkl. KI) aller Insellösungen kompatibel mit der Software der vorhandenen oder der geplanten Gesamtprozesse sind, da Einzel- und Insellösungen oft Bestandteil von Gesamtprozessen sind oder werden.

- Es ist vorab zu überprüfen, ob intelligente Software (inkl. KI) tatsächlich die zentralen Wertschöpfungs-/Geschäftsprozesse unterstützt.

- Die Zugriffsrechte auf Daten, ihre Weiterverarbeitung, Löschung und Nutzung sollten eindeutig geregelt werden, gegebenenfalls gemeinsam mit juristischer/fachlicher Un-

terstützung überprüft werden.

- Die Führungskräfte und die Beschäftigten gehen mit dem System motivierter um, wenn sie vorab in die Einführung eingebunden waren, ihnen der Nutzen erklärt wurde und wenn sie im Umgang mit dem System qualifiziert, trainiert und unterwiesen wurden.

- Die Transparenz der Prozesse nimmt zu, wenn das System sichtbar macht, in welchem Prozessschritt es arbeitet beziehungsweise welche Aktionen es augenblicklich durchführt und wer in diesem Schritt die Handlungsträgerschaft besitzt (Software – Mensch).

- Im Fehlerfall und bei operativen Fragen sind die Ansprechpartner klar zu definieren. Dies fördert eine schnelle und problembezogene Fehlerbehebung.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016). *Struktur der Verwaltungsschale – Fortentwicklung des Referenzmodells für die Industrie 4.0-Komponente.* Berlin: BMWi.

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2017). *Beziehungen zwischen 4.0-Komponenten – Verbundkomponenten und intelligente Produktion Fortentwicklung des Referenzmodells für die Industrie 4.0-Komponente SG Modelle und Standards.* Berlin: BMWi.

DIN, DKE, VDE – DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik, Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (2018). *Deutsche Normungs-Roadmap – Industrie 4.0 (Version 3).* Berlin, Frankfurt am Main: DIN e.V., DKE.

DIN SPEC 91345:2016-04 *Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0).* Berlin: Beuth Verlag.

Heidel, R., Hoffmeister, M., Hankel, M., & Döbrich, U. (2017). *Industrie 4.0 – Basiswissen RAMI 4.0.* Berlin: Beuth Verlag.

Offensive Mittelstand (Hrsg.) (2018). *Potenzialanalyse Arbeit 4.0,* Heidelberg: Stiftung „Mittelstand – Gesellschaft – Verantwortung“.

Seidel, U., Heusinger, S., & Pichler, R. (2016). *Leitfaden Band 4 – Normung und Standardisierung für Industrie 4.0 – Begleitforschung AUTONOMIK für Industrie 4.0.* Berlin: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH an modularen Maschinen – Whitepaper SF-3.1: 04/2018. Kaiserslautern.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte

- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen

- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS

1. Führung und Kultur › 1.1 Ziele, Strategie und Kriterien für 4.0-Prozesse

1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt



■ **Stichwörter:** Strategie, Kompetenzen, Führung, grundlegende Funktionsweisen der 4.0-Technologie

› Warum ist das Thema wichtig?

Die grundlegende Funktionsweise und der Umgang mit den Daten von cyber-physischen Systemen (CPS),¹ die durch intelligente Software (inkl. KI)² gesteuert werden, sind Nutzern in der Regel nicht bekannt. Nur durch Kenntnis der Funktionsweise von 4.0-Technologien³ können 4.0-Prozesse

se⁴ für Unternehmen, Führungskräfte und Beschäftigte durchschaubar und beherrschbar sein sowie (Daten-)Sicherheit und Datensouveränität gewährleistet werden. Insofern sollten zu jedem Produkt der 4.0-Technologie und zu jeder Anwendung, die intelligente Software (inkl. KI) nutzt, die

grundlegenden und für den Nutzer relevanten Informationen in verständlicher Sprache über die Funktionsweise zum sicheren Umgang mit den smarten Produkten vom Hersteller, in Form eines Informationsblatts, mitgeliefert werden.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Smartes Produkt

Unter einem smarten (intelligenten) Produkt wird hier ein physisches Produkt (wie ein Arbeitsmittel, Fahrzeug, Smartphone/Assistenzmittel,

Gebäudetechnik) verstanden, das durch intelligente Software gesteuert wird. Dies geschieht überwiegend auf Grundlage eines Modells der künstlichen Intelligenz (KI). Smarte Produkte

sind in der Lage, mit anderen smarten Produkten, Verbrauchern oder Schnittstellen zu interagieren.⁵

Verständliche Informationen über das smarte Produkt

Voraussetzung für eine produktive und gesundheitsgerechte Nutzung der 4.0-Technologien ist es, dass deren Aktionen und Funktionen nachvollziehbar sind. Nur so können Unternehmen, Führungskräfte und Beschäftigte ihre Datensouveränität bewahren, die Potenziale der 4.0-Technologien für ihre Strategie und Arbeitsprozesse selbstbestimmt erkennen sowie nutzen und sich vor Abhängigkeiten schützen › siehe *Umsetzungshilfen* 1.3.4 *Autonome Softwaresysteme* und

Unternehmerverantwortung; 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen. Dabei geht es um verständliche Informationen, zum Beispiel darüber, welche Daten erhoben werden, wo sie liegen, wofür sie verwendet werden oder wer Zugriff auf sie hat. Dabei geht es nicht um spezifisches IT-Fachwissen oder Kenntnisse über Algorithmen der Quellcodes oder Modelle der künstlichen Intelligenz,⁶ denn viele Anwendungen intelligenter Software (inkl. KI) sind so komplex, dass Nutzer diese softwaretechnischen Abläufe nicht

verstehen, nicht durchschauen können und es oft auch um Betriebsgeheimnisse der Anbieter geht.⁷

Derzeit bestehen keine konkreten Lösungen zur Darstellung verständlicher Informationen über die Funktionsweise von CPS. Zur Bewahrung der Datensouveränität werden aktuell beispielsweise Erläuterungspflichten, Rechenschaftspflichten, die technisch realisiert werden, Selbstverpflichtungen, Zulassungsverfahren, Zertifizierungen oder ein Algorithmen-TÜV diskutiert.⁸ Ein grundlegendes Problem bei der Diskussion ist die Frage nach

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder gesteuert werden.

⁴ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁵ vgl. u. a. Abramovici 2018, S. 3f.; Fraunhofer – IOSB 2018

⁶ vgl. u. a. https://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/nat_Fak_III/Biochemie2/lehre/edv/Einf_Inf/gl_inf.htm#Algorithmen; Busch 2018; Bundesregierung 2016, S. 6; Deutscher Bundestag 2017, S. 11

⁷ vgl. u. a. BaFin 2018, S. 37; Döbel et al. 2018, S. 30; Langer et al. 2018, S. 33ff.

⁸ vgl. u. a. BaFin 2018; Busch 2018; Consumers International 2017; Deutscher Bundestag 2017, S. 12ff.; Di Fabio 2015, S. 43ff.; Langer et al. 2018, S. 32ff.; Sachverständigenrat für Verbraucherfragen 2017, S. 21; vzbv 2017

der Abwägung der konkurrierenden Ziele des Persönlichkeitsschutzes, dem Schutz der Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse von Unternehmen und Anbietern (Aufdeckung von Quellcodes) sowie der Förderung digitaler Wertschöpfungspotenziale.

Zentral ist es, die grundlegenden Funktionsweisen der jeweils eingesetzten autonomen technischen Systeme der künstlichen Intelligenz darzustellen ▶ siehe auch Umsetzungshilfe 1.1.5 Kriterien für die Erklärbarkeit der 4.0-Technologien.

Beispielhafte Inhalte eines Informationsblattes

Die grundlegenden Funktionsweisen eines smarten Produktes können beispielsweise in einem Informationsblatt durch die Beantwortung folgender Fragen beschrieben werden:

- Welche Daten allgemein und welche personenbezogenen Daten werden erhoben?

Beispiel Dienst-Pkw: Daten, die über Sensoren des Pkw erhoben werden, zum Beispiel:

Aktuelle Position des Autos, Bewegungsmuster, Anzahl der Fahrten/Starts, gefahrene Zeit, Kilometerstand, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Bremsmanöver, Temperaturen, Dauer der verwendeten Fahrmodi, Drehzahl, Laufleistungsangabe, Raddrehzahlen, Spritverbrauch, Reifendruck, Abstandsdaten, Fahrumgebungsdaten, Fahrverhalten/-stil, Status der Fahrzeugbeleuchtung, Qualität des Batterieladungsvorgangs, Ladungssteckernutzung, Fehlfunktionen von technischen Einrichtungen wie Brems Scheiben, Ölsorte, Müdigkeits-Erkennung, Blinkverhalten sowie Art und Weise der Pedalnutzung, Zahl der elektronischen Gurtstraffungen oder persönliche aus Mobiltelefonen synchronisierte Daten wie Namen, Adressen, Telefonnummern, E-Mail-Adressen, Bilder.

- Wo liegen die Daten und wo werden diese verarbeitet?

Beispiel Dienst-Pkw: Wo liegen die

erfassten Daten des Pkw und wo werden sie verarbeitet (Plattformen, Big Data)? Textbeispiel:

Die Daten werden komplett an die Plattform des Herstellers übermittelt. Die Plattform liegt in X-Land und unterliegt damit dem Rechtssystem von X-Land. Die Daten werden nur auf dieser Plattform vom Hersteller verarbeitet. Die Daten des Navigationssystems werden zusätzlich an den Hersteller des Navigationsgerätes weitergeleitet. Die Plattform des Navigationsgeräte-Herstellers liegt in X-Land und unterliegt damit dem Rechtssystem von X-Land. Die Daten werden nur auf dieser Plattform vom Hersteller verarbeitet. ...

- Wie werden die Daten von der intelligenten Software (inkl. KI) verarbeitet?

Beispiel Dienst-Pkw: Nach welchen Kriterien werden die erfassten Daten des Pkw verarbeitet (Algorithmen, KI)? Textbeispiele:

Die erfassten Daten werden zu folgenden Zwecken und nach folgenden Mustern von Modellen künstlicher Intelligenz ausgewertet: Bewegungsmuster der Nutzer, Fahrstil der Nutzer, Zustand und Sicherheitsprognose der Fahrzeugtechnik, Fehler- und Schwachstellenmuster des Fahrzeugs zur Verbesserung und Weiterentwicklung, Muster des Kommunikationsverhaltens des Nutzers während der Fahrt, prospektives Notfallsystem ...

Die Software berücksichtigt dabei die rechtlichen Anforderungen in Deutschland und Europa, ethische Werte wie Fairness, Sicherheit, Gesundheit oder Umweltqualität, indem sie ... (welche rechtlichen Grundlagen wie berücksichtigt werden, sollte beschrieben sein).

Die Software übernimmt die Steuerung und trifft autonom Entscheidungen in folgenden Bereichen und Aufgaben: ... (Bereiche und Aufgaben sollten beschrieben sein).

- Wie lernt die intelligente Software (inkl. KI)?

Beispiel Dienst-Pkw: Nach welchen Kriterien lernt die intelligente Software (inkl. KI) des Pkw (Deep Learning)? Textbeispiel:

Die Modelle der künstlichen Intelligenz lernen auf Grundlage der erfassten Daten des Fahrzeugs nach folgenden grundlegenden Kriterien: Die Software stellt sich auf die individuellen Fahrstile des Nutzers ein, macht entsprechende Vorschläge (zum Beispiel Routen, Fahrweise). Außerdem optimiert sie die Fahrzeugeinstellung und passt sie an den Fahrstil des Nutzers an.

- Wer hat Zugriff auf die Daten und wie werden sie noch verwendet?

Beispiel Dienst-Pkw: Es wird beschrieben, wer auf die erfassten Daten des Pkw Zugriff hat. Textbeispiel:

Der Pkw-Hersteller hat einen Kooperationsvertrag mit dem Datenkonzern XY abgeschlossen, in dem auch die personenbezogenen Daten des Nutzers aus dem Fahrzeug (vor allem Kommunikationsdaten, Fahrstil, Bewegungsmuster) weitergegeben werden. Der Datenkonzern XY nutzt diese Daten zum Zwecke des Kundenprofilings und der Erstellung von Persönlichkeitsprofilen. Die Daten des Nutzers werden vom Pkw-Hersteller nur weitergegeben, wenn der Halter des Fahrzeugs dies mit dem Hersteller vereinbart hat. Die Daten des Navigationsgerätes, die dem Hersteller des Navigationsgerätes übermittelt werden, werden von diesem nicht weitergegeben.

Die Antworten auf diese Fragen beschreiben die grundlegenden Funktionsweisen eines autonomen technischen Systems – in diesem Fall des Dienst-Pkw.

Diese Informationen führen zu ausreichender Transparenz über die Funktionsweise des Systems und sind Grundlage für ein reflexives und kritisches Bewusstsein zum Umgang mit

Systemen der künstlichen Intelligenz.⁹

So wäre es wünschenswert, dass jedem smarten Produkt (zum Beispiel jedem Smartphone, smarten Arbeitsmittel, Fahrzeug, jeder smarten Gebäudeanlage) eine Kurzinformation „Informationsblatt smartes Produkt“¹⁰ vom Hersteller beiliegt. Dies sollte von der Gesellschaft und der Politik eingefordert und geregelt werden.

Hier könnte man sich an Beispielen

aus anderen Bereichen orientieren, wie den Sicherheitsdatenblättern zu Gefahrstoffen, die Hersteller zum Umgang mit den von ihnen gelieferten Gefahrstoffen erstellen müssen.¹¹ Auch beim Umgang mit Gefahrstoffen können Gefahren auftreten, die ein Nutzer nicht erkennen kann – wie zum Beispiel krebserzeugende Dämpfe oder Stäube. Im Sicherheitsdatenblatt zu einem Gefahrstoff müssen beispiels-

weise mögliche Gefahren des Stoffes, die Zusammensetzung sowie Angaben zu Bestandteilen, Maßnahmen zur Handhabung und Lagerung oder Angaben zu den physikalischen und chemischen Eigenschaften des Stoffes in verständlicher und kurzer Form aufgeführt sein.¹² Die Logik des Sicherheitsdatenblattes könnte auf die Logik eines „Informationsblattes smartes Produkt“ übertragen werden.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen

Ein „Informationsblatt smartes Produkt“ oder vergleichbare verständliche Informationen über grundlegende Funktionsweisen der 4.0-Technologien können unter anderem folgende Vorteile haben:

- Die Unternehmen besitzen die Informationen, um die 4.0-Technologien für ihre Strategien und Arbeitsprozesse nutzen zu können.
- Die Unternehmen erhalten die Voraussetzungen, um die 4.0-Technologien selbstbestimmt nutzen zu können, ohne in Abhängigkeit zu geraten.
- Die Unternehmen, Führungskräfte und Beschäftigten wissen grundlegend, welche Daten über ihre Person und ihre Prozesse erhoben werden und wie, wo und von wem sie bearbeitet werden.

■ Führungskräfte und Beschäftigte erhalten die Voraussetzung, um zu wissen, welche personenbezogenen Daten, die von ihnen genutzten 4.0-Technologien erheben und verarbeiten.

■ Führungskräfte und Beschäftigte haben somit die Grundlage, um über ihre Datensouveränität und ihr informationelles Selbstbestimmungsrecht selbst entscheiden zu können.

■ Die grundlegenden Informationen über die Funktionsweisen der 4.0-Technologien liegen vor und können vom Beschaffer, vom Digital-Mentor und von Führungskräften sowie Beschäftigten genutzt werden › siehe *Umsetzungshilfen 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0; 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen*

sen; 2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“).

Auch für die Hersteller smarter Produkte können sich Vorteile ergeben. Beispielsweise indem die Offenlegung der Datennutzung für die Kunden (Unternehmen, Privatpersonen) als Wettbewerbsfaktor genutzt werden kann („Bei uns wissen Sie, was mit Ihren Daten passiert!“).

Gefahren

Besitzen Unternehmen und Personen kein „Informationsblatt smartes Produkt“ beziehungsweise keine verständlichen Informationen über grundlegende Funktionsweisen der 4.0-Technologien, können die oben genannten Chancen nicht genutzt werden.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Da es momentan derartige kurze und verständliche Informationen über die grundlegenden Funktionen der Produkte und der Software der

4.0-Technologien nicht gibt, sollten Führungskräfte und Beschäftigte eine solche kurze und verständliche Information von den Herstellern einfor-

dern. Ein solches Informationsblatt würde es ermöglichen, die Funktionsweise der intelligenten Software (inkl. KI) besser zu verstehen.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Abramovici, M. (Hrsg.). (2018). *Engineering smarter Produkte und Services Plattform Industrie 4.0*. München: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.

BaFin – Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2018). *Big Data trifft auf künstliche Intelligenz. Herausforderungen und Implikationen für Auf-*

sicht und Regulierung von Finanzdienstleistungen. Bonn: BaFin.

Bundesregierung (2016). *Positionspapier der Bundesrepublik Deutschland zum Regelungsumfeld für Plattformen, Online-Vermittler, Daten, Cloud Computing und die partizipative Wirtschaft (Konsultation der EU)*. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/positi->

[onspapier-zum-regelungsumfeld-plattformen-online-vermittler.pdf?__blob=publicationFile&v=4](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/positionspapier-zum-regelungsumfeld-plattformen-online-vermittler.pdf?__blob=publicationFile&v=4). Zugegriffen: 31.10.2018.

Busch, C. (2018). *Algorithmic Accountability*. Osnabrück: Universität Osnabrück.

Consumers International (2017). *Für eine digitale Welt, der Verbraucher ver-*

⁹ vgl. u. a. Deutscher Ethikrat 2017, S. 166ff.; Gräf et al. 2018, S. 4ff.; Otto 2016

¹⁰ vgl. Busch 2018, S. 59

¹¹ § 5 GefStoffV

¹² Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, Artikel 31

trauen – Empfehlungen internationaler Verbraucherorganisationen an die G20-Mitgliedsstaaten. Berlin: vzbv Deutscher Bundestag (2017). *Algorithmen im Medienbereich – Gesetzlicher Regelungsbedarf* – WD 10 – 3000 – 048/17, Berlin: Wissenschaftliche Dienste.

Deutscher Ethikrat (2017). *Big Data und Gesundheit – Datensouveränität als informationelle Freiheitsgestaltung*. Berlin: Deutscher Ethikrat.

Di Fabio, U. (2015). *Grundrechtsgeltung in digitalen Systemen*. München: Verlag C. H. Beck.

Fraunhofer – IOSB. FA7.21 Begriffe; Smart Product, <http://i40.iosb.fraunhofer.de/Smart%20Product>. Zugegriffen: 26.10.2018.

GefStoffV – *Gefahrstoffverordnung*, 29.03.2017

Gräf, E., Lahmann, H., & Otto, P. (2018). *Die Stärkung der digitalen Souveränität*. Deutsches Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet – DIVSI (Hrsg.). www.iRights-Lab.de. Zugegriffen: 28.07.2018.

Langer, M., Baum, K., & König, C. J. (2018). Die (Un-)Nachvollziehbarkeit algorithmenbasierter Entscheidungen: Implikationen und Empfehlungen für die Zukunft. In Berufsverband Deutscher Psychologinnen und Psychologen – BDP (Hrsg.), *Mensch und Gesellschaft im digitalen Wandel* (S. 32–38). Berlin: BDP.

Otto, B. (2016). *Digitale Souveränität: Beitrag des Industrial Data Space*. München: Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

Sachverständigenrat für Verbraucherfragen. (Hrsg.). (2017). *Digitale Souveränität*. Berlin: Sachverständigenrat für Verbraucherfragen beim Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz.

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EWG und 2000/21/EG der Kommission.

vzbv – Verbraucherzentrale Bundesverband e.V. (2017). *Algorithmenbasierte Entscheidungsprozesse*. Berlin: vzbv.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.5 Kriterien für die Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.3.4 Autonome Softwaresysteme und Unternehmerverantwortung
- 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen
- 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0
- 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen
- 2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“)
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen

1. Führung und Kultur > 1.2 Führungsformen und -verhalten in 4.0-Prozessen

1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse



■ **Stichwörter:** neue Führungsthemen, Rolle der Führung, Change Management, Vor- und Nachteile autonomer Systeme, 4.0-Unterstützung für die Führung

› Warum ist das Thema wichtig?

Cyber-physische Systeme (CPS)¹ können mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI)² eigenständig und autonom Entscheidungen im Betrieb übernehmen, selbstlernend Schlussfolgerungen ziehen und 4.0-Prozesse³ oder Teilprozesse in allen Anwendungsbereichen⁴ steuern (Handlungsträgerschaft). Dadurch wird die intelligente

Software (inkl. KI) Teil des Führungsprozesses. Entsprechend können sich die Aufgaben und die Rolle der Führung verändern. So können CPS beispielsweise Aufgaben und Entscheidungen übernehmen, die bisher die Führungskraft ausgeführt hat (Bestandteile der aufgabenbezogenen Führung). Die Führungskraft kann so gegebenenfalls

mehr Zeit für die mitarbeiterbezogene Führung haben und stärker die Rolle eines Gestalters zwischenmenschlicher Interaktionen übernehmen. Eine neue Anforderung an Führungskräfte wird es sein, entscheiden zu können, wo CPS und wo Menschen und ihre sozialen Beziehungen Vor- und Nachteile für die jeweilige Arbeitsaufgabe besitzen.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Führung – Führungsrolle

Unter **Führung** wird hier verstanden das

- *Entwickeln* und *Entscheiden* (klare Ziele und Strategie vorgeben, um die Zukunft bewältigen zu können),
- *Gestalten* und *Organisieren* (einen Rahmen und aktivierende Kontexte für die Zusammenarbeit ermöglichen, um Ziele erreichen sowie Menschen dafür entwickeln und fördern zu können [Kontextsteuerung]), sowie das
- *Lenken* und *Kontrollieren* (legitime

und unterstützende Einflussnahme durch Kommunikation, um in unsicheren und problematischen Situationen Aufgaben bewältigen zu können)

von Wertschöpfungs- und Arbeitsprozessen.⁵ Führung schafft somit eine legitime systematische Struktur und Kontexte, in denen sie in Interaktion mit anderen Personen (mitarbeiterbezogen) und mit Einflussnahme Ziele (aufgabenbezogen) gemeinsam mit anderen Personen umsetzt.⁶ So verstandene Führung versucht über präventive Kontextsteuerung, das En-

agement und die Eigeninitiative der Beteiligten zur Realisierung der Ziele des Betriebes und der einzelnen Projekte zu fördern.⁷

Die **Führungsrolle** ergibt sich aus der festgelegten Position im Betrieb (zum Beispiel als Führungskraft), dem Verhalten als Führungskraft sowie der Gesamtheit der Erwartungen der anderen Personen im Betrieb (zum Beispiel der Beschäftigten, anderer Führungskräfte). Jedes Verhalten, das eine Person in ihrer Position als Führungskraft zeigt, ist damit als Rollenverhalten zu verstehen.⁸

Die Rolle der Führungskraft und autonome technische Systeme

Die Einführung von CPS in den Betrieben kann dazu führen, dass die

autonomen technischen Systeme eigenständig und autonom entscheiden, handeln und lernen. So können diese zum Beispiel Entscheidungen

übernehmen, Arbeitsprozesse, wie zum Beispiel die Personaleinsatzplanung, ganz oder teilweise steuern und lenken oder die Qualität

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁴ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁵ Bleicher 2011, S. 54ff.; Malik 2000, S. 174ff.; Neuberger 2002, S. 47; Rosenstiel & Kaschube 2014, S. 678

⁶ Nerdinger et al. 2014; Neuberger 2002, S. 47; Wunderer 2007

⁷ Neuberger 2002, S. 632f.; Willke 1998, S. 124ff.

⁸ Nerdinger et al. 2014, S. 106, S. 572

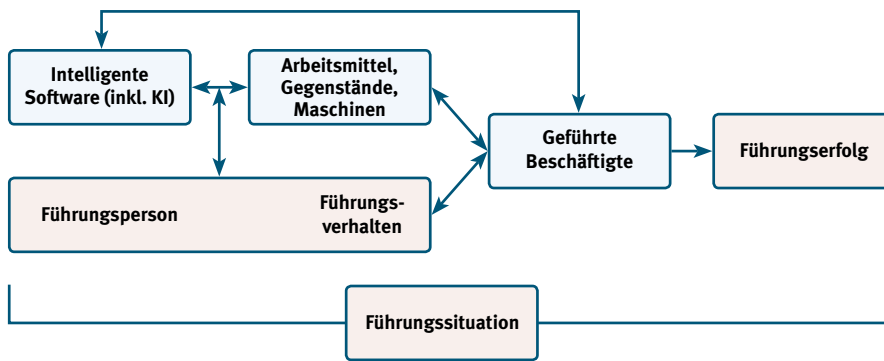


Abbildung 1: Rahmenmodell der Führung 4.0 (eigene Darstellung in Anlehnung an Nerding 2012)

der Arbeitsleistungen kontrollieren.
 ▶ Siehe auch Umsetzungshilfen 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse; 2.4.1 Prozessplanung mit CPS; 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes. Auf diese Weise können CPS die Führungskraft entlasten, indem sie beispielsweise Routine-, Lenkungs- und Einsatzaufgaben übernehmen (siehe Tabelle 2). Die Führungskräfte können so (Zeit-)Ressourcen gewinnen, um sich verstärkt auf die aktivierenden Kontexte für die Zusammenarbeit sowie auf die strategische Entwicklung ihres Zuständigkeitsbereiches zu konzentrieren.
 ▶ Siehe auch Umsetzungshilfe 1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungsverhalten für 4.0-Prozesse. Die Einführung von CPS hat demzufolge eine Veränderung der Rolle und der Aufgaben der Führungskraft zur Folge. In *Abbildung 1* ist dargestellt, dass neben der Führungsperson die intelligente Software (inkl. KI) als weiterer „Akteur“ im Führungsprozess hinzukommen kann.

Aus dieser Situation entstehen neue Anforderungen an Führungskräfte: Auf der einen Seite müssen sie die Stärken von autonomen technischen Systemen wirkungsvoll in ihre Prozesse integrieren, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Andererseits müssen sie die spezifischen Fähigkeiten der Menschen und sozialen Beziehungen im Betrieb bewahren, um Innovationsfähigkeit und Einzigartigkeit zu erhalten und so Wettbewerbsvorteile weiterhin zu sichern. Führungskräfte sollten also entscheiden können, bei wel-

chen Aufgaben die CPS und bei welchen die Menschen und ihre sozialen Beziehungen Vor- und Nachteile besitzen.
 ▶ Siehe Umsetzungshilfe 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien. Dabei sollten auch ethische Überlegungen eine Rolle spielen. Intelligente Software (inkl. KI) sollte helfen, Ziel und Sinn des Betriebes in einer guten Balance zwischen wirtschaftlichen und ethischen Aspekten abzusichern und zu fördern. Sie sollte die Wirtschaftlichkeit und die Funktionalität im Betrieb verbessern und gleichzeitig die Persönlichkeit und Handlungsfreiheit der Beschäftigten achten.
 ▶ Siehe Umsetzungshilfe 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI). Insofern ist es wichtig, dass Führungskräfte die jeweiligen Eigenschaften der autonomen technischen Systeme, der Menschen und die Funktionen sozialer Beziehungen (sozialen Systeme) kennen und im Kontext der jeweiligen Arbeitsaufgabe bewerten können. Tabelle 1 bietet eine idealtypische Übersicht der Fähigkeiten von intelligenter Software (inkl. KI) und Menschen beziehungsweise der Funktionen von sozialen Beziehungen.

Um die neuen Möglichkeiten der 4.0-Technologien⁹ zu nutzen, sollte die Führungskraft die Möglichkeit haben, die neuen Potenziale der CPS kennen und einschätzen zu lernen, aber auch ihre eventuell veränderte Rolle zu erkennen und zu akzeptieren. Der Rollenwandel sollte zwischen den Führungskräften offen besprochen und reflektiert werden. Sie sollten gemeinsam überlegen, festhalten und vereinbaren, wie die Rollen sich ver-

ändern, welche Rolle die autonomen technischen Systeme übernehmen und welche neuen Möglichkeiten es für Führungskräfte gibt, die gewonnenen Ressourcen für die Geschäfts- und Teamentwicklung zu nutzen. Dieses veränderte Führungsverständnis sollte auch mit den Beschäftigten besprochen werden, damit auch sie die veränderte Führungssituation und die neuen Möglichkeiten erkennen. Dabei ist die grundlegende Unternehmerverantwortung mitzubedenken.

Veränderung von Führungsaufgaben und die Unterstützung autonomer technischer Systeme

Die autonomen technischen Systeme können mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) die Führungskräfte in vielen Führungsaufgaben unterstützen. Dies gilt vor allem für Aufgaben, die standardisiert und systematisch strukturiert werden. Die CPS können den Führungskräften auch im Umgang mit den Beschäftigten helfen, indem sie detaillierte Informationen über die Personen und die Prozesse liefern, wie sie bisher nicht zugänglich waren (Datenschutz vorausgesetzt). Die folgende Tabelle 2 gibt eine grobe Orientierung darüber, bei welchen Führungsaufgaben autonome technische Systeme Führungskräfte unterstützen können. Die tatsächliche Unterstützung hängt wesentlich von der Qualität der intelligenten Software (inkl. KI) und der Qualität der Daten (▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen) sowie von der Akzeptanz der Beschäftigten und ihrer Einbindung in die neuen Führungsprozesse ab.

⁹ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

Fähigkeiten von intelligenter Software (inkl. KI), Menschen und Funktionen sozialer Beziehungen		Tabelle 1
Fähigkeiten von autonomen technischen Systemen (intelligente Software [inkl. KI]) – Beispiele (idealtypisch)	Fähigkeiten von Menschen – Beispiele (idealtypisch)	Fähigkeiten sozialer Beziehungen – Beispiele (idealtypisch)
<ul style="list-style-type: none"> ■ Erfassen und Erkennen von Zuständen, Prozessen und Personen ■ Zugang zu weltweiten Datenbeständen (Big Data/Komplexität) ■ Verarbeitung und Interpretation großer Datenmengen beinahe in Echtzeit (Reduktion von Komplexität) ■ Schlussfolgerungen und Entscheidungen auf Grundlage vorgegebener Muster für Prozesse ■ Aufgabenbezogene Recherche in weltweiten Datenbeständen in kurzen Fristen ■ Aufgabenbezogenes Verbinden und Vernetzen von Daten ■ Lernen aufgrund technischer Muster ■ Orts- und zeitunabhängiges Verarbeiten von Daten und (Teil-) Steuerung von Prozessen ■ Erfassen von Zuständen und Bewegungen von Arbeitsmitteln, Räumen, Personen, Prozessen ■ Verknüpfung von weltweiten Datenbeständen ■ Steuerung von Fahrzeugen und Arbeitsmitteln ■ Kontrolle des betriebssicheren Zustandes und der Wartung von Arbeitsmitteln, Fahrzeugen und Einrichtungen ■ Bedarfsgerechte Informationen beinahe in Echtzeit zum Bedienen von Arbeitsmitteln und Einrichtungen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fähigkeit zur Reflexion und zum Infragestellen von Zuständen ■ Fähigkeit, Entscheidungen Sinn zu geben ■ Fähigkeit, Unsicherheit und neue Situationen zu erkennen und zu bewältigen (Voraussetzung für Innovationen) ■ Fähigkeit, personenbezogen und fachlich zu kommunizieren ■ Fähigkeit, komplexe Muster der Sozialisation und der kulturellen Werte zu berücksichtigen ■ Fähigkeit, kreativ und innovativ zu denken, zu entscheiden und zu handeln ■ Fähigkeit zu eigenverantwortlichem Handeln ■ Fähigkeit, Folgen von Handlungen zu überblicken und einzuschätzen ■ Fähigkeit, die Auswirkungen von Handlungen auf andere Menschen einzuschätzen ■ Fähigkeit, ethische Werte zu berücksichtigen ■ Fähigkeit zu improvisieren ■ Fähigkeit, Erfahrungswissen zu nutzen ■ Fähigkeit, implizites Wissen in Handlungen zu nutzen ■ Fähigkeit, in unerwarteten Situationen zu reagieren ■ Empathie im Umgang mit Kunden und Beschäftigten ■ Verhalten basiert auf individuellen Persönlichkeitseigenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rahmen, um gemeinsam Ziele und Strategien des Unternehmens zu hinterfragen und weiterzuentwickeln (Ziele/ Strategie) ■ Raum der Kommunikation (zum Beispiel Rahmen für informelle Kommunikation oder für kritischen Diskurs und Kommunikation über Neues) ■ Einzigartigkeit des Betriebes hervorbringen als Ergebnis von spezifischer Kommunikation ■ Soziale Identität des Betriebes entwickeln (Corporate Identity) ■ Rahmen, um mit Unsicherheiten durch Kommunikation umgehen zu können ■ Wesentliche Voraussetzung für Kundenkontakt und -bindung ■ Formale Regelungen der Zusammenarbeit festlegen (Normen des Umgangs), um verlässliche Abläufe zu ermöglichen ■ Voraussetzung, um Verhalten und Ziele vereinbaren zu können ■ Voraussetzung zur Entwicklung einer aktivierenden Unternehmenskultur (Werte der Zusammenarbeit) ■ Soziale Basis für neue Gedanken und Innovationen, die ohne Kommunikation kaum möglich sind ■ Soziales Klima schaffen, in dem Personen sich einbringen und wohlfühlen ■ Voraussetzung, um kreativ und innovativ sein zu können ■ Rollen (und Machtpositionen) im sozialen Kontakt entwickeln und kommunizieren

Unterstützung der Führung durch autonome technische Systeme		Tabelle 2
Führungsaufgaben (beeinflussbare Kontexte) Beispiele	Möglichkeiten der Unterstützung durch autonome technische Systeme (idealtypisch und bei entsprechender intelligenter Software [inkl. KI], Datenschutz vorausgesetzt)	
<ul style="list-style-type: none"> Strategische Ziele festlegen 	<ul style="list-style-type: none"> Nicht möglich, bei Recherchen im Vorfeld unterstützende Informationen möglich 	
Zielkontrolle der Umsetzung der strategischen Ziele – zum Beispiel		
<ul style="list-style-type: none"> Umsatz 	<ul style="list-style-type: none"> Darstellung der Entwicklungen und detailliertere Auswertungen 	
<ul style="list-style-type: none"> Marktanteile 	<ul style="list-style-type: none"> Marktkennzahlen liefern 	
<ul style="list-style-type: none"> Produktivität 	<ul style="list-style-type: none"> Quantitative Kenngrößen ermitteln 	
<ul style="list-style-type: none"> Kundenbedarfe 	<ul style="list-style-type: none"> Kundenprofile liefern, Kundenbeteiligung ermöglichen 	
<ul style="list-style-type: none"> Kundenzufriedenheit 	<ul style="list-style-type: none"> Ermittlung von Kundenzufriedenheit, Informationen über Nutzung der Produkte 	
<ul style="list-style-type: none"> Innovationen, Entwicklung neuer Produkte 	<ul style="list-style-type: none"> Kaum möglich, im Bereich sozialer Innovationen mithilfe von 4.0-Technologien möglich 	
Wirtschaftlichkeit der Prozesse – zum Beispiel		
<ul style="list-style-type: none"> Zahlungsfluss 	<ul style="list-style-type: none"> Analyse und Darstellung des Zahlungsflusses 	
<ul style="list-style-type: none"> Wirtschaftliche Produktivität von Beschäftigten, Teams, Abteilungen, Projekten 	<ul style="list-style-type: none"> Analyse und Darstellung der Produktivität möglich – Ursachen können nur teilweise erfasst und dargestellt werden 	
<ul style="list-style-type: none"> Liquidität 	<ul style="list-style-type: none"> Analyse und Kontrolle der Liquidität (Kreditoren/Debitoren) 	
<ul style="list-style-type: none"> Rechnungsstellung 	<ul style="list-style-type: none"> Automatische Rechnungsstellung für standardisierte Produkte 	
<ul style="list-style-type: none"> Marketing/Kundenakquisition 	<ul style="list-style-type: none"> Kundengenau Ansprache über Kundenprofile Bedarfsgerechte Werbung (Profiling) 	
<ul style="list-style-type: none"> Ziele und Planung für Arbeitsaufgaben festlegen 	<ul style="list-style-type: none"> Für standardisierte Aufgaben möglich 	
<ul style="list-style-type: none"> Organisieren von Arbeitsabläufen 	<ul style="list-style-type: none"> Für standardisierte Aufgaben möglich 	
Wirksamkeitskontrolle für Arbeitsaufgaben – zum Beispiel		
<ul style="list-style-type: none"> Termine 	<ul style="list-style-type: none"> Überwachung möglich 	
<ul style="list-style-type: none"> Gefährdungsbeurteilung 	<ul style="list-style-type: none"> Beurteilung der Gefährdungen kaum möglich, außer bei standardisierten Abläufen 	
<ul style="list-style-type: none"> Wirksamkeitskontrolle der Gefährdungsbeurteilung 	<ul style="list-style-type: none"> Wirksamkeit kann über Sensorik teilweise überprüft werden (vor allem bei Technik) 	
<ul style="list-style-type: none"> Produktivität 	<ul style="list-style-type: none"> Wirksamkeit kann über Sensorik überprüft werden 	
<ul style="list-style-type: none"> Störungen, Sicherheit 	<ul style="list-style-type: none"> Erfassen, präventiv hinweisen, zum Beispiel bei erkennbaren Materialproblemen 	
<ul style="list-style-type: none"> Qualität 	<ul style="list-style-type: none"> Qualität von Produkten kann überprüft werden Qualität von Dienstleistungen kann teilweise überprüft werden (Nutzung, Zufriedenheit) 	
<ul style="list-style-type: none"> Reklamationen 	<ul style="list-style-type: none"> Erfassung, Auswertung von Kundenreklamationen und teilweise Reaktion 	
<ul style="list-style-type: none"> Personaleinsatz 	<ul style="list-style-type: none"> Planung und (Teil-)Steuerung des Personaleinsatzes 	
<ul style="list-style-type: none"> Kommunikationswege 	<ul style="list-style-type: none"> Überprüfung der erfolgten Kommunikation und Anweisungen geben 	
<ul style="list-style-type: none"> Information 	<ul style="list-style-type: none"> Aufgaben- und personenbezogene Information der Beschäftigten über Arbeitstätigkeit 	

Unterstützung der Führung durch autonome technische Systeme		Tabelle 2
Führungsaufgaben (beeinflussbare Kontexte) Beispiele	Möglichkeiten der Unterstützung durch autonome technische Systeme (idealtypisch und bei entsprechender intelligenter Software [inkl. KI], Datenschutz vorausgesetzt)	
■ Notwendige Ressourcen	■ Planung, Bereitstellung von Ressourcen (wie Material, Arbeitsstoffe, Räume, Fahrzeuge)	
■ Abstimmung der Arbeitsmittel untereinander	■ Komplette oder teilweise Steuerung der Prozesse	
■ Gemeinsame Kontrolle mit Beschäftigten	■ Kann nur quantitative Ergebnisse und subjektive Eingaben erfassen sowie über Algorithmen Profile und Muster erstellen	
■ Liquidität	■ Analyse und Kontrolle der Liquidität (Kreditoren/Debitoren)	
■ Rechnungsstellung	■ Automatische Rechnungsstellung für standardisierte Produkte	
■ Kontrolle der Arbeitsergebnisse	■ Kann erfasst und ausgewertet werden	
■ Zielvereinbarungen mit Führungskräften und Beschäftigten	■ Bereitstellung von Informationen	
Wirksamkeitskontrolle der Zielvereinbarungen – zum Beispiel		
■ Vereinbarte Entwicklungsziele	■ Quantitative Aspekte können verfolgt und überprüft werden	
■ Zufriedenheit	■ Kann erhoben und ausgewertet werden (über Befragungen, Vitaldaten)	
■ Qualifizierung	■ Kann teilweise übernommen und die Wirksamkeit überprüft werden	
■ Sicheres Arbeiten	■ Kann erhoben und überprüft werden	
■ Krankenstand	■ Kann erhoben und dargestellt werden, Schlussfolgerungen können abgeleitet werden	
Führung bei		
■ Störungen	■ Erfassung, teilweise Auswertung von Ursachen und teilweise Einleitung von Maßnahmen	
■ Unklarheiten, Fehlern, Widersprüchen	■ Kann nicht verlässlich erfasst werden	
■ Konflikten	■ Kann nicht verlässlich erfasst werden	
Verbesserung der Organisation und Abläufe – zum Beispiel		
■ Verbesserungsvorschläge	■ Können beinahe in Echtzeit erfasst und zeitnah umgesetzt werden	
■ Berücksichtigte Vorschläge	■ Qualität und Ablauf des Verbesserungsprozesses kann erfasst und ausgewertet werden	
■ Umsetzungszeit der Verbesserungsmaßnahmen	■ Kann erfasst werden	
■ Überprüfung der autonomen Systeme und der Ergebnisse ihrer Lernprozesse	■ Als selbstlernendes System sind quantitative Veränderungen möglich	
■ Beteiligung der Beschäftigten	■ Können beinahe in Echtzeit erfasst und zeitnah umgesetzt werden	
Förderung des sozialen Klimas/der Unternehmenskultur – zum Beispiel		
■ Wertschätzende Führung	■ Kann quantitativ erfasst und ausgewertet werden (Rückmeldung von Beschäftigten), positive Rückmeldungen möglich	
■ Faire Kommunikation	■ Kann quantitativ erfasst und ausgewertet werden (Rückmeldung von Beschäftigten)	
■ Empathie	■ Nicht möglich	
■ Vertrauen	■ Nicht möglich	
■ Förderung der Beschäftigten	■ Defizite können quantitativ erhoben und Vorschläge zur Veränderung gemacht werden	

Unterstützung der Führung durch autonome technische Systeme		Tabelle 2
Führungsaufgaben (beeinflussbare Kontexte) Beispiele	Möglichkeiten der Unterstützung durch autonome technische Systeme (idealtypisch und bei entsprechender intelligenter Software [inkl. KI], Datenschutz vorausgesetzt)	
Beurteilung der Qualität der Führung – zum Beispiel		
■ Unterstützung der Beschäftigten	■ Kann quantitativ erfasst und ausgewertet werden (Rückmeldung von Beschäftigten)	
■ Effektivität der Sitzungen	■ Kann nach quantitativen Kennzahlen überprüft werden	
■ Förderung der Eigenständigkeit der Beschäftigten	■ Kann quantitativ erfasst und ausgewertet werden (Rückmeldung von Beschäftigten)	
■ Art und Anzahl von Problemen/ Konflikten/Störungen/Unfällen	■ Kann quantitativ erfasst werden	
■ Zufriedenheit der Beschäftigten	■ Kann über Befragung und Vitaldaten teilweise ermittelt werden	
■ Zufriedenheit der anderen Führungskräfte	■ Kann über Befragung und Vitaldaten teilweise ermittelt werden	

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Die 4.0-Technologien bieten Führungskräften durch die höhere Verfügbarkeit von Informationen beinahe in Echtzeit sowie die autonome (Teil-) Steuerung von Prozessen zahlreiche neue Möglichkeiten und Chancen für eine gesundheitsgerechte und produktive Führung, wenn bestimmte Gefahren frühzeitig erkannt und diesen präventiv entgegengewirkt wird.

Chancen sind zum Beispiel:

- Entlastung der Führungsarbeit, indem autonome technische Systeme eine Reihe von Führungsaufgaben übernehmen beziehungsweise die Führungskraft unterstützen.
- 4.0-Prozesse können stärker orts- und zeitunabhängig ablaufen und ermöglichen Führen auf Distanz, was neue Formen der Kommunikation und Kooperation mit sich bringt („Loslassen“, Vertrauen).
› Siehe Umsetzungshilfe 1.2.3 *Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams*.
- Vereinfachter Zugang zu einer umfangreicheren Datenbasis (zum Beispiel über Prozess-, Beschäftigten- oder Geschäftskennzahlen)

für schnellere Entscheidungen und Prozessoptimierungen oder auch neue Formen von Kontrolle und Beteiligung. › Siehe Umsetzungshilfen 1.3.1 *Entscheidungen in 4.0-Prozessen*; 2.1.6 *Controlling und 4.0-Prozesse*; 2.4.4 *Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)*.

- Erweiterte Kommunikationswege und -kanäle, verkürzte und schnellere Kommunikations- und Entscheidungswege.
- Führungskräfte haben bessere Möglichkeiten, Personen oder Prozesse auf der Basis detaillierter Informationen über CPS zu vernetzen. › Siehe Umsetzungshilfe 2.4.1 *Prozessplanung mit CPS*.
- Mehr Zeit für mitarbeiterbezogene Führung aufgrund von Zeitersparnis durch die Abnahme von Routineaufgaben durch intelligente Software (inkl. KI).
- Möglichkeit einer einfacheren Überprüfung und Herstellung der Passung zwischen Kompetenzen, Aufgaben und Kapazitäten (Arbeitszeiten) der Beschäftigten durch neue Planungstools.

Gefahren sind zum Beispiel:

- Demotivation der Führungskräfte, weil autonome technische Systeme einen Teil ihrer Aufgaben übernehmen.
- Demotivation von Beschäftigten, weil CPS standardisiert Führungsaufgaben übernehmen und die Beschäftigten ihre Kompetenzen nicht den Möglichkeiten entsprechend einbringen können.
- Überforderung der Führungskräfte und Beschäftigten bei der Einführung der 4.0-Prozesse; Geschäftsführung führt zu schnell zu viele Veränderungsmaßnahmen durch oder berücksichtigt ethische Kriterien nicht.
- Standardisierte, ausschließlich quantitative Leistungskontrolle kann dazu führen, dass tiefer liegende qualitative Ursachen nicht betrachtet werden. Dies kann auch dazu führen, dass Verbesserungsmöglichkeiten nicht genutzt beziehungsweise nicht erkannt werden.
- Veränderte Führungsrolle wird nicht akzeptiert und „gelebt“.
- Schlechte Datenqualität führt zu „falschen“ Entscheidungen der intelligenten Software (inkl. KI) bei

der Umsetzung von Führungsaufgaben.

- 4.0-Prozesse können sich auf die Gesundheit von Führungskräften und Beschäftigten auswirken (zum Beispiel durch den Verlust von Handlungskompetenzen, ge-

ringeren Gestaltungsspielräumen, standardisierten Prozessen). Das erfordert die Berücksichtigung von Gesundheit bei der Gestaltung von 4.0-Prozessen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse.*

- Ungewollte oder unbewusste Verschiebung von Verantwortung zwischen Führungskraft und intelligenter Software (inkl. KI). ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen.*

▶ Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Führungsmaßnahmen bei Einführung von CPS – Beispiele

- Überlegen, welche Auswirkungen die im Betrieb festgelegte Strategie zur Integration von autonomen technischen Systemen (▶ *siehe Umsetzungshilfe 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation*) auf die Rollen der Führungskräfte hat.
- Sensibilisieren der Führungskräfte für die anstehenden Veränderungen beispielsweise durch Informationsveranstaltungen, Lernreisen an verschiedene Lernorte (4.0-Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Start-ups) oder durch externe Referenten.
- Führungskräfte sensibilisieren, dass die Bedeutsamkeit des (vertrauensvollen) Umgangs mit personenbezogenen Daten aus 4.0-Prozessen und Datenschutz steigt. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*
- Mit den Führungskräften die an sie gerichteten neuen Anforderungen und eventuellen Rollenänderungen besprechen und gemeinsam mit ihnen festlegen, wie dies angegangen und umgesetzt werden soll.
- Für die geplanten Maßnahmen zur Veränderung des Führungsverhaltens entsprechend zeitliche und finanzielle Ressourcen einplanen und gegebenenfalls Unterstützung durch Coaches einholen.
- Festlegen, welche Entscheidungen nach welchen Kriterien zukünftig von intelligenter Software (inkl. KI) und welche von Führungskräften und Beschäftigten getroffen werden sollen (Rolle des Menschen, Funktion des Führens). Dabei sowohl die Effizienzsteigerung durch autonome Systeme berücksichti-

gen wie auch die Fähigkeiten von Menschen und sozialen Beziehungen für die Einzigartigkeit des Betriebes und dessen Innovationskraft. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen; 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI).*

- Analysieren und festlegen, welche Kompetenzen die Führungskräfte für den Umgang mit CPS benötigen und wie diese im Betrieb ermöglicht werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0.*
- Beschäftigte über die neuen Anforderungen und das neue Führungsverständnis informieren und dies gemeinsam besprechen. Gesetzliche Interessenvertretungen (wie beispielsweise Betriebs- und Personalräte, Schwerbehindertenvertretungen, Gleichstellungsbeauftragte) entsprechend ihren jeweiligen Aufgaben beteiligen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.6.1 Arbeit 4.0: Neue Anforderungen an Interessenvertretung; 1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0.* Beteiligungsorientierte Lösungen schaffen meistens gute Ergebnisse. Führungskräfte sollten grundlegende Kenntnisse über die Sicherheit der autonomen technischen Systeme besitzen, da neue Formen der Störungen und Angriffe der Systeme bewältigt werden müssen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen und 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS.* Relevant ist auch die Vermittlung von Kenntnissen beziehungsweise Kriterien zur Einschätzung der Datenqualität, die über die Verlässlichkeit der Entscheidungen

autonomer Systeme entscheidet. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit von 4.0-Technologien; 1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen; 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*

Maßnahmen bei der Einführung der CPS als Unterstützung der Führungskräfte – Beispiele

- Überprüfen, welche Möglichkeiten die autonomen technischen Systeme, die im Betrieb eingeführt werden, für die speziellen Führungsaufgaben haben.
- Überlegen, welche autonomen technischen Systeme speziell zur Unterstützung der Führungskräfte angeschafft werden sollen. Dabei auch überprüfen, wie diese Systeme mit der bestehenden intelligenten Software (inkl. KI) im Betrieb verbunden werden kann und gegebenenfalls IT-Experten hinzuziehen.
- Ein Konzept für diese Systeme festlegen und mit den Führungskräften besprechen, damit deren Erfahrungen berücksichtigt werden und sie von Beginn an in die Entwicklung der autonomen Systeme eingebunden sind (auch um Akzeptanz zu erzeugen).
- Konzept entwickeln, wie die spezifischen Stärken der Führungskräfte, Beschäftigten und der sozialen Beziehungen für die Einzigartigkeit und die Innovationsfähigkeit des Betriebes bewahrt bleiben.
- Festlegen, welche Entscheidungen die intelligente Software (inkl. KI) und welche die Führungskraft trifft. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).*

¹⁰ Das Lastenheft für die Software wird in der Regel vom Auftraggeber verfasst, das Pflichtenheft vom Auftragnehmer. Das Pflichtenheft wird mit dem Auftraggeber abgestimmt. Auftraggeber und Auftragnehmer berücksichtigen dabei auch, in welche Richtungen die Software weiterlernt.

- Konzept (Pflichten-/Lastenheft)¹⁰ für die autonomen technischen Systeme zur Unterstützung der Führungsaufgaben festlegen, in dem die bisherigen Überlegungen und Richtlinien zusammengefasst werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte.*
- Führungskräfte an der Festlegung der Kriterien beteiligen (Programmierung von Algorithmen), nach denen die intelligente Software (inkl. KI) entscheidet und die 4.0-Prozesse autonom ganz oder teilweise steuert. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit von 4.0-Technologien; 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation.*
- Prüfen, wo eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen IT und technischen Beschäftigten, Prozessverantwortlichen und Fachkräften notwendig wird.
- Rahmenbedingungen zur Bewahrung und Stärkung der informellen Kommunikation schaffen (zum Beispiel Face-to-Face-Meetings bewusst planen).

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Bleicher, K. (2011). *Das Konzept integrierter Managements* (8. Aufl.). Frankfurt am Main: Campus Verlag.

Dudenredaktion (o. J.). „*Steuern*“ auf *Duden online*. http://www.duden.de/rechtschreibung/steuern_lenken_fuehren_dirigieren#Bedeutung3b. Zugegriffen: 30.07.2018.

Dudenredaktion (o. J.): „*Kontrolle*“ auf *Duden online*. URL: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Kontrolle>. Zugegriffen: 30.07.2018.

Frost, M., Terstegen, S., Altun, U., Adenauer, S., & Jeske, T. (2018). Führung und Organisation in der Arbeitswelt 4.0. In O. Cernavin, Schröter, W., & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0. Analysen und Handlungsempfehlungen für eine produktive und gesunde Arbeit 4.0* (S. 159–188). Wiesbaden: Springer Verlag.

Frost, M., & Sandrock, S. (2017). *Motivation und Führung – Potenziale durch Digitalisierung? Leistung und Entgelt. Arbeits- und Betriebsorganisation kompakt (1)*. Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (Hrsg.). Bergisch Gladbach: Heider Verlag.

Jung, S., & Casper, V. (2016). *Iterativ den Anforderungen der VUCA-Welt begegnen – Fraport auf dem Weg zu Leadership 4.0*. Personalführung (6), S. 24–31.

Malik, F. (2000). *Führen Leisten Leben*. München: Deutsche Verlagsanstalt.

Müller-Armack, A. (1990). *Wirtschaftslenkung und Marktwirtschaft* (Sonderausgabe, 1. Aufl. 1946). München: Kastell Verlag.

Nerdinger, F. W., Blickle, G., & Schaper, N. (2014). *Arbeits- und Organisationspsychologie*. Berlin: Springer Verlag.

Nerdinger, F. W. (2012). *Grundlagen des Verhaltens in Organisationen*. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.

Neuberger, O. (2002). *Führen und führen lassen* (6. Aufl.). Stuttgart: Lucius & Lucius.

Rendtorff, T. (1999). Selbstverständnis und Aufgabe der Ethik. In W. Korff (Hrsg.), *Handbuch der Wirtschaftsethik*, Band 1: *Verhältnisbestimmung von Wirtschaft und Ethik* (S. 152–207). Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus.

Rosenstiel, L. v., & Kaschube, J. (2014). Führung. In H. Schuler, & U. P. Kanning, (Hrsg.). *Handbuch der Personalpsychologie* (S. 677–724). Göttingen: Hogrefe Verlag.

Ulrich, P. (2001). *Integrative Wirtschaftsethik* (3. Aufl.). Bern, Stuttgart, Wien: Verlag Paul Haupt.

Willke, H. (1998). *Systemtheorie III: Steuerungstheorie* (2. Aufl.). München: Lucius & Lucius.

Wunderer, R. (2007). *Führung und Zusammenarbeit: Eine unternehmerische Führungslehre*. Köln: Luchterhand Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation
- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungsverhalten für 4.0-Prozesse
- 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams
- 1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen
- 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0
- 1.6.1 Arbeit 4.0: Neue Anforderungen an Interessenvertretung
- 1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse
- 2.1.7 Kennzahlen und CPS
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS
- 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS
- 4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse

1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungsverhalten für 4.0-Prozesse



■ **Stichwörter:** Führung, Führungsstile, Kontextsteuerung, agile Führung, Selbststeuerung

> Warum ist das Thema wichtig?

Cyber-physische Systeme (CPS)¹ verändern die Anforderungen an das Führungsverhalten. Die 4.0-Technologien² an sich sind wertneutral und können sowohl traditionelles wie innovatives Führungsverhalten unterstützen. Die Möglichkeiten der 4.0-Technologie mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) sowie die mit ihr verbundene gewachsene Komplexität und die zunehmenden

Unsicherheiten können aber dann wirkungsvoll bewältigt beziehungsweise genutzt werden, wenn die Potenziale aller beteiligten Personen (Beschäftigte, Kunden) und der sozialen Beziehungen im Betrieb berücksichtigt werden. Insofern ist für die wirkungsvolle Nutzung der 4.0-Technologien für viele Führungskräfte auch ein verändertes Führungsverständnis beziehungsweise -verhal-

ten zu empfehlen. Gleichzeitig bieten die 4.0-Technologien und die 4.0-Prozesse³ auch neue Möglichkeiten, Führungskräfte bei ihren Führungsaufgaben zu unterstützen (zum Beispiel durch umfassende Informationen über Prozesse und Beschäftigte beinahe in Echtzeit).
 > *Siehe Umsetzungshilfe 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse.*

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Führungsverhalten (-stil)

Unter Führungsverhalten wird hier ein persönliches relativ zeitstabiles Verhaltensmuster von Führungskräften verstanden. Führungsverhalten ist dabei unter anderem abhängig von Persönlichkeitsmerkmalen, formalen Rahmenbedingungen im Unternehmen, Unternehmens- und Führungskultur, wirtschaftlicher Lage des Unternehmens oder tech-

nischer Entwicklung und beeinflusst diese Faktoren gleichzeitig. Wesentliche Schwerpunkte beziehungsweise Ausrichtungen von Führungsverhalten können sein: Aufgaben- und Leistungsorientierung, Mitarbeiterorientierung sowie Mitwirkungs- und Partizipationsorientierung.⁴ Führungsverhalten umfasst ein Spektrum von Verhaltensmustern, die von einem eher linearen, autoritären Denken

bis hin zu einem systemischen und prozessorientierten Denken erzeugt werden können. Letzteres will Bedingungen schaffen, um die Beteiligten möglichst eigeninitiativ handeln zu lassen (Förderung der Selbststeuerung durch Kontextsteuerung).⁵
Erläuterung des Begriffs „Führung“
 > *siehe Umsetzungshilfe 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse.*

4.0-Prozesse verändern die Anforderungen an Führungskräfte

Cyber-physische Systeme (CPS) verändern mit ihrer intelligenten Software⁶ (inkl. KI) zum einen die Anforderungen, die von außen auf die Organisationen und damit die Führung wirken. So können CPS das Mark-

tumfeld (zum Beispiel Geschäftsmodelle) verändern und Möglichkeiten der Zusammenarbeit (zum Beispiel Kundeneinbindung) und der Wertschöpfung (vertikale Verknüpfung der Wertschöpfungsketten oder Crowdworking) erweitern. Führung sollte in einer instabilen, sich schnell ver-

ändernden und von Unsicherheit geprägten Arbeitswelt (VUCA-Welt),⁷ wandlungsfähig sein, um erfolgreich sein zu können.⁸

Zum anderen verändert die Einführung von CPS die Prozesse innerhalb von Organisationen und damit die Anforderungen, die von innen auf die

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁴ vgl. Neuberger 2002, S. 390ff.; Rosenstiel et al. 2009, S. 11ff.

⁵ vgl. Neuberger 2002, S. 632f.; Willke 1998, S. 124ff.

⁶ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁷ VUCA: Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity

⁸ vgl. Jung und Casper 2016

Führung wirken. Führungskräfte sind dabei sowohl für die Integration der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) in die Prozesse der Organisation verantwortlich (Objekt des Wandels, Steuerung eines Change-Prozesses) als auch selbst gefordert, den Umgang mit den neuen Technologien zu erlernen und zu nutzen (Subjekt des Wandels). *➤ Siehe Umsetzungshilfen 2.1.1 Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen; 2.1.2 Integration von intelligenter Software in die Organisation.*

Hierdurch stellen die 4.0-Prozesse

se Führungskräfte in Handlungsbereichen, die zu ihren Kernaufgaben gehören, vor unter anderem folgende neue Anforderungen *➤ Siehe Umsetzungshilfe 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse:*

■ Die **Bewältigung der zunehmenden Komplexität**, die durch die 4.0-Prozesse entsteht (Big Data und intelligente Software – inkl. KI).

■ Der **Umgang mit Unsicherheit**, da es für die Einführung der neuen komplexen 4.0-Prozesse keine Patentrezepte gibt und Führungskräfte und Beschäftigte gegebenenfalls

verunsichert sind.

■ Die **Nutzung der Chancen der 4.0-Prozesse**, wie zum Beispiel neue Produkte und Dienstleistungen, neue Formen der Einbindung von Kunden, neue Möglichkeiten menschengerechter Arbeitsgestaltung, neue Möglichkeiten von Kommunikation und Beteiligung.

Eine wesentliche Aufgabe für Führungskräfte wird es daher sein, das richtige Maß beziehungsweise die Balance zwischen folgenden „Gestaltungspolen“ herzustellen:

Gestaltungspole der Führung in 4.0-Prozessen			Tabelle 1
Gestaltung von ... Beispiele	Gestaltungspole		
Arbeitszeiten, Arbeitsort, Arbeitsaufgaben, Arbeitsprozesse	Flexibilität der Abläufe	◀ ▶	Starre Regeln
Arbeitszeiten, Übernahme von (Eigen-)Verantwortung, Prozesse, Maschinen, (Teil-)Steuerung durch autonome technische Systeme	Selbststeuerung der Personen und Teams	◀ ▶	Fremdsteuerung durch intelligente Software (inkl. KI)
Informationen, (Teil-)Steuerung der Prozesse, Algorithmen der intelligenten Software (inkl. KI)	Transparenz	◀ ▶	Undurchsichtigkeit
Umgang mit Daten durch hohe Datenqualität, Leistungserfassung der Beschäftigten, Verlässlichkeit der (Teil-)Steuerung von CPS	Vertrauen	◀ ▶	Kontrolle
Anzahl und Häufigkeit der Nutzung von Face-to-Face-Meetings, Messenger-Dienste, Roboter, Datenbrillen	Arbeit mit Menschen/ Emotionalität	◀ ▶	Arbeit mit Technologien/ Rationalität
Schnelligkeit und Güte von Entscheidungen, Erfassung von Daten	Qualität	◀ ▶	Quantität
Einführung von 4.0-Technologien, Umgang mit komplexen Datenmengen, neue Arbeitsweisen, 4.0-Kompetenzen, Strategien	Angst vor Neuem, Angst vor Veränderung und Widerstand gegen 4.0-Technologien	◀ ▶	Offenheit und Neugier gegenüber Neuem

Aktivierendes und präventives Führungsverständnis

Zunächst einmal ist darauf hinzuweisen, dass die 4.0-Technologien „an sich“ alle Führungsansätze unterstützen. Sie können beispielsweise dem „Kontroll-Denken“ fast unbe-

grenzte Daten zur Überwachung von allen Prozessen und Personen im Betrieb liefern. Sie können somit der Führung eine Grundlage für restriktive, kontrollierende, fremdbestimmende Mikrosteuerung an die Hand geben und zu einem neuen digitalen Taylo-

rismus führen. Die 4.0-Technologien können aber beispielsweise auch einem Führungsansatz des systemischen „Kontext-Denkens“ Daten an die Hand geben, mit denen Wege zu einem intelligenten, an den Fähigkeiten der Führungskräfte und Beschäf-

tigten orientierten Verständnis von Arbeitsqualität sowie für Selbststeuerung und Beteiligung eröffnet werden (unter anderem qualitative Anreicherung, Förderung von Gesundheitsressourcen, Prozessoptimierung, neue Arbeitsmodelle, Systeme, die sich ergonomisch an den Menschen anpassen). Die 4.0-Technologien „an sich“ erfordern daher zunächst kein spezifisches Führungsverständnis.

Wettbewerbsvorteile hat in unsicheren Prozessen jedoch eher der Betrieb, der Lern- und Innovationsfähigkeit besitzt und der ein aktivierendes und präventives Betriebsklima fördert, in dem sich alle Beteiligten aktiv und aus eigenem Antrieb einbringen.⁹ Unsicherheit, Komplexität und die Nutzung der Möglichkeiten lassen sich am wirkungsvollsten mit einem Führungsverständnis bewältigen, das die Rahmenbedingungen (Kontexte)

für Arbeit so beeinflusst, dass die beteiligten Personen aktiv eigenständig handeln, selbstgesteuert Anpassungen an die Situation vornehmen können und die Chancen nutzen (je nach Wertetyp der beteiligten Personen).¹⁰ Diese Erkenntnis lässt sich auch auf 4.0-Prozesse übertragen.

Hinter einem solchen Führungsverständnis steht ein Menschenbild, nach dem Beschäftigte als eigenständige Personen gesehen werden, die nach ihren eigenen Funktionsprinzipien handeln (wie Sozialisation, Persönlichkeit, Ansprüche, Gesundheit). Jeder Beschäftigte kommt aus eigenen Lebenszusammenhängen (lebensweltlichen Kontexten). Jede Führungskraft und jeder Beschäftigte hat besonderen Stärken und Schwächen. *➤ Siehe Umsetzungshilfe 1.5.2 Diversity in 4.0-Prozessen.* Ein solches Führungsverständnis eröffnet Führungs-

kräften auch den Weg, Beschäftigte von dem Nutzen der 4.0-Prozesse zu überzeugen und zu motivieren. Dazu steht eine Bandbreite von Möglichkeiten zur Verfügung. Eine Führungskraft kann einen Beschäftigten verpflichten (zum Beispiel per Anweisung), Rahmenbedingungen des Betriebes einzuhalten (wie 4.0-Strategien umsetzen, Arbeitsaufgaben erledigen, Handlungsbedingungen anerkennen) und es dann dabei belassen. Aber was eine Führungskraft formal anweist, ist nur eine der vielen Bedingungen, die auf den Beschäftigten als eigenständig denkende Personen wirken.¹¹ Andere Faktoren, die den Beschäftigten beeinflussen, sind beispielsweise die Art, wie die Führungskraft kommuniziert und ihn behandelt, wie der Beschäftigte das Verhalten der Führungskraft wahrnimmt und interpretiert, wie der Arbeitsprozess ins-

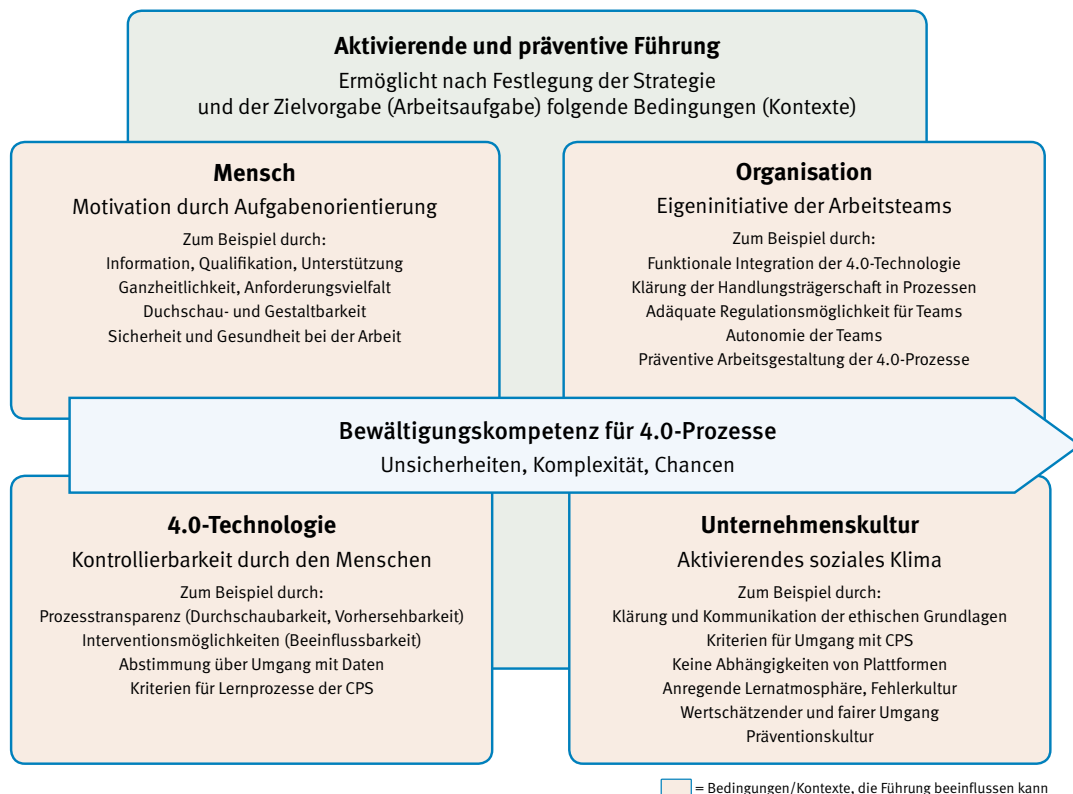


Abbildung 1: Aktivierende und präventive Führung zum erfolgreichen Umgang mit 4.0-Prozessen (in Anlehnung an das KOMPASS-Modell – vgl. Grote, G. 1997)

⁹ vgl. u. a. Böhle 2011; Bullinger et al. 2015; Grote 2009, S. 149ff.; Neuberger 2002, S. 611f.; Rosenstiehl 2007, S. 378ff.; Sonntag & Stegmaier 2007; Weick & Sutcliff 2016

¹⁰ vgl. u. a. Baecker 1999; Hauschildt 1997, S. 119f.; Neuberger 2002, S. 632ff.; Sonntag & Stegmaier 2007; Weyer & Schulz-Schaeffer 2009

¹¹ Neuberger 2002, S. 638

gesamt gestaltet ist, wie das soziale Klima im Betrieb ist oder auch welche persönliche Disposition der Beschäftigte besitzt und was er außerhalb des Betriebes erlebt hat.

Wer als Führungskraft die Eigeninitiative und Selbstorganisation der Beschäftigten für 4.0-Prozesse fördern und nutzen will, sollte nicht nur auf sein gesprochenes Wort setzen, sondern Bedingungen schaffen, die es den zu beeinflussenden Personen attraktiv erscheinen lässt, Änderungen eigenständig vorzunehmen, im Arbeitsprozess zu lernen, sich Unsicherheiten auszusetzen oder Komplexität zu bewältigen.¹² Ziel des Führungsverhaltens sollte es sein, die eigenständige Bewältigungskompetenz für 4.0-Prozesse jedes einzelnen Beschäftigten und damit der Organisation insgesamt zu fördern und zu entwickeln (personale und organisationale Resilienz für 4.0-Prozesse).

Die Führungskraft kann im Wesentlichen in folgenden Bereichen die Bedingungen beeinflussen, um das Engagement der beteiligten Personen für den Umgang mit 4.0-Technologien und insgesamt die Bewältigungskompetenz des Betriebes zu fördern – siehe *Abbildung 1*:

- **Der Mensch:** Führung kann Beschäftigte motivieren, sich für die 4.0-Prozesse zu engagieren, indem sie die Beschäftigten ausreichend informiert, qualifiziert und unterstützt sowie die Arbeit produktiv und präventiv gestaltet.¹³
- **Die Organisation:** Führung kann optimale Arbeitsbedingungen für Arbeitsteams organisieren, damit diese eigenständig die 4.0-Technologien nutzen sowie sie wirkungsvoll und gesundheitsgerecht einsetzen können.¹⁴
- **Die Unternehmenskultur:** Führung kann ein soziales Klima im Betrieb fördern, in dem Führungskräfte und Beschäftigte sich gern für die Ziele des Betriebes in 4.0-Prozessen

und für Veränderungsprozesse einsetzen. Die Führung kann auch eine Atmosphäre schaffen, in der Beschäftigte gern lernen, sich weiterentwickeln und neugierig auf den Umgang mit den neuen Technologien sind.¹⁵

- **Die Gestaltung der 4.0-Technologie:** Führung kann 4.0-Technologien so gestalten und einsetzen, dass die beteiligten Menschen die Kontrolle über die Systeme behalten beziehungsweise die Funktionsweise der Systeme kennen und intervenieren können.¹⁶

Aktivierendes und gesundes Führungsverhalten in 4.0-Prozessen

Wie kann dieses aktivierende und präventive Führungsverhalten konkret aussehen und gelebt werden? Ein häufig als förderlich für die Einführung der 4.0-Prozesse diskutiertes aktivierendes Führungsverhalten ist das sogenannte transformationale Führungsverhalten.¹⁷ Eine Führungskraft, die transformational führt, regt beispielsweise ihre Beschäftigten zu unabhängigem Denken an, vermittelt attraktive Ziele (Visionen) und ist selbst glaubwürdig und Vorbild im Umgang mit Veränderungen. Ebenso unterstützt sie ihre Beschäftigten beim Umgang mit Veränderungen sowie deren jeweils speziellen persönlichen Entwicklung (Kombination des visionären und ermächtigenden Führungsverhaltens). Ein solches Führungsverhalten kann die Beschäftigten dabei unterstützen, mehr Eigenverantwortung zu entwickeln, Aufgaben selbstgesteuert durchzuführen und Unsicherheit im Umgang mit 4.0-Technologien zu verringern, indem sie offen informiert und Eigenverantwortung fördert.¹⁸

Entscheidend für den Führungserfolg in 4.0-Prozessen ist, dass das tägliche Verhalten der Führungskraft sowie das Führungsverständnis und das Menschenbild zu den Werten und Vorstellungen des Unternehmens passen.

Dabei kann das konkrete Führungsverhalten je nach Betrieb sehr unterschiedlich sein – in jedem Fall sollte es jedoch authentisch und glaubwürdig sein. Entsprechend werden sich auch Maßnahmen zur Entwicklung benötigter Kompetenzen der Führungskräfte unterscheiden müssen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0.*

Beispiel: Agiles Führen

In der Diskussion um autonome technische Systeme spielen Begriffe wie „agile Organisation“, „agiles Führen“ oder „Scrum“ eine Rolle. Die unterschiedlichen Konzepte unter diesem Begriff gehen alle auf die Grundprinzipien zurück, die Beck¹⁹ und andere Autoren im „Agilen Manifest“ entwickelt haben. Die Grundidee ist, dass die Anforderungen der Kunden und der Umwelt komplex sind und sich ständig ändern und deswegen zur Bewältigung kein starrer Plan entwickelt wird, sondern die Arbeitsaufgaben durch selbstständig entscheidende und handelnde Teams ständig an die neuen Bedingungen angepasst werden.²⁰

Im Prinzip entspricht agiles Führen dem oben beschriebenen Führungsverständnis, wenn auch mit einigen speziellen Ausprägungen. Führung bedeutet hier vor allem, die aktivierenden Kontexte für die fluiden, die Ziele ständig anpassenden Prozesse zu schaffen und aktivierende Bedingungen für die im ständigen Abstimmungsprozess sich bewegenden Entwicklungsteams zu sichern, die keinen Chef und keine Subteams haben sollen. Aber auch die agile Organisation kennt Personen, die führen:

- Der **Product Owner** (Führungskraft), der dafür verantwortlich ist, dass ein erfolgreiches Produkt erstellt wird, und der den wirtschaftlichen Erfolg verantwortet. Er besitzt Weisungsbefugnis gegenüber dem Team.

¹² Neuberger 2002, S. 632

¹³ vgl. u. a. Nerdinger 2003; Ulich 1994, S. 141ff.

¹⁴ vgl. u. a. Rosenstiel et al. 2005, S. 94ff.; Sonntag & Stegmaier 2007

¹⁵ vgl. u. a. Badura & Ehresmann 2016; Cernavin & Diehl 2018

¹⁶ Rammert & Schulz-Schaeffer 2002; Rammert 2007; Weyer 2006

¹⁷ Felfe 2015

¹⁸ Kearney 2017

¹⁹ Beck et al. 2001

²⁰ Goll & Hommel 2015; Preußig 2015

■ Der **Scrum Master** (Coach), der dafür sorgt, dass alle die Scrum-Regeln verstehen und dass sie eingehalten werden, der das Entwicklungsteam unterstützt, Hindernisse beseitigt, fehlende Ressourcen beschafft, für eine gute

Gruppendynamik im Team und für einen optimalen Arbeitsprozess sorgt. Der Scrum Master hat eine Führungsrolle ohne Weisungsbefugnisse.

An diesem ursprünglich speziell

auf IT-Betriebe zugeschnittenen agilen Scrum-Konzept wird noch einmal deutlich, dass sich das oben beschriebene allgemeine Führungsverhalten für 4.0-Prozesse auch im agilen Führen wiederfindet.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen, die ein aktivierendes und präventives Führungsverständnis für die Bewältigung der 4.0-Prozesse bietet, sind unter anderem:

- Die Einführung der 4.0-Technologie wird erheblich erleichtert, wenn Führungskräfte schon mit den Prinzipien agilen Arbeitens beziehungsweise Führens vertraut sind.
- Die vorhandenen Kenntnisse der Führungskräfte und Beschäftigten werden aktiv und optimal beim Umgang mit den 4.0-Technologien genutzt und eingebunden.
- Die Unsicherheit und Komplexität der 4.0-Prozesse werden aktiv angegangen und bewältigt.

- Die einzelnen Führungskräfte und Beschäftigten werden in Fragen der 4.0-Themen gezielt gefördert und motiviert, sich mit den Themen zu befassen und ihre Kompetenz weiterzuentwickeln (personale digitale Resilienz).
- Die Fähigkeit des Betriebes, die digitale Transformation zu bewältigen, wird generell entwickelt und gefördert (organisationale digitale Resilienz).

Gefahren, wenn ein aktivierendes und präventives Führungsverständnis für die Bewältigung der 4.0-Prozesse nicht vorhanden ist, sind unter anderem:

- Überforderung der Führungskräfte und Beschäftigten bei der Einführung der 4.0-Prozesse; Geschäftsführung führt zu schnelle zu viele Veränderungsmaßnahmen durch.
- Unsicherheiten und Komplexität der 4.0-Prozesse werden nicht rechtzeitig erkannt und nicht mit allen zur Verfügung stehenden Möglichkeiten angegangen.
- Die Chancen, die 4.0-Technologien bieten, werden nicht für die präventive Arbeitsgestaltung genutzt.
- Die Chancen, die 4.0-Technologien bieten, werden nicht für den Wettbewerb genutzt.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Zur Förderung und Entwicklung eines aktivierenden und präventiven Führungsverständnisses sind unter anderem folgende Maßnahmen zu empfehlen:

- Das eigene Führungsverständnis kritisch reflektieren und überlegen, wie es weiterentwickelt werden kann. Gegebenenfalls andere Führungskräfte hinzuziehen (oder auch Coaches).
- Im Kreis der Führungskräfte überlegen, welches Führungsverhalten hilfreich ist, um die Chancen der

4.0-Prozesse zu nutzen. Dabei auch überlegen, wie die Beschäftigten motiviert werden können, sich eigeninitiativ und aktiv einzubringen.

- Überlegen, welche Kompetenzen die Führungskräfte für ein aktivierendes und präventives Führungsverhalten benötigen und gegebenenfalls den Führungskräften ermöglichen, diese Kompetenzen aufzubauen. › *Siehe Umsetzungshilfen 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intel-*

liger Software (inkl. KI); 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0.

Die Umsetzungshilfen „Arbeit 4.0“ gehen von einem aktivierenden und präventiven Führungsverständnis aus. Insofern helfen alle Umsetzungshilfen dabei, Kontexte zu gestalten, die für die Einführung und den Umgang mit 4.0-Technologien und autonomen technischen Systemen hilfreich sein können.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Badura, B., & Ehresmann, C. (2016). Unternehmenskultur, Mitarbeiterbindung und Gesundheit. In B. Badura, A. Ducki, H. Schröder, J. Klose, & M. Meyer (Hrsg.), *Fehlzeiten-Report 2016* (S. 81–96). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Baecker, D. (1999). *Organisation als Sys-*

tem. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.

Beck, K., Beedle, M., Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., ... Thomas, D. (2001). *Manifest für Agile Softwareentwicklung*. <http://agilemanifesto.org>. Zugegriffen: 09.01.2017.

Böhle, F. (2011). Management der Ungewiss-

heit. In S. Jeschke, I. Isenhardt, F. Hees, S. Trantow (Hrsg.), *Enabling › Innovation* (S. 17–30). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Bullinger, A. C., Hallensleben, T., & Roscher, C. (2015). Innovationsfähigkeit als personale Kompetenz. In A. C. Bullinger, O. Cernavin, D. Richter, &

- S. Schmicker (Hrsg.), *Innovationspotenziale im demografischen Wandel* (S. 114–132). München und Mering: Rainer Hampp Verlag.
- Cernavin, O., & Diehl, S. (2018). Arbeit 4.0 und Unternehmenskultur. In O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 189–229). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Felfe, J. (2015). Transformationale Führung: Neue Entwicklungen. In J. Felfe (Hrsg.), *Trends der psychologischen Führungsforschung. Neue Konzepte, Methoden und Erkenntnisse* (S. 39–53). Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Frost, M., & Sandrock, S. (2017). *Motivation und Führung – Potenziale durch Digitalisierung? Leistung und Entgelt. Arbeits- und Betriebsorganisation kompakt* (1/2017). Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (Hrsg.). Bergisch Gladbach: Heider Verlag.
- Goll, J., & Hommel, D. (2015). *Mit Scrum zum gewünschten System*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Grote, G. (1997). *Autonomie und Kontrolle – zur Gestaltung automatisierter und risikoreicher Systeme*. Zürich: vdf Hochschulverlag.
- Grote, G. (2009). Die Grenzen der Kontrollierbarkeit komplexer Systeme. In J. Weyer, & I. Schulz-Schaeffer (Hrsg.), *Management komplexer Systeme* (S. 149–168). München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.
- Hauschildt, J. (1997): *Innovationsmanagement*. München: Vahlen Verlag.
- Kearney, E. (2017). *Visionäre und ermächtigende Führung: Führungsstile der Zukunft?* *Personal Quarterly* 69 (1): S. 10–14.
- Kerschreiter, R., & Eisenbeiss, S. A. (2015). Ethische Führung. In J. Felfe (Hrsg.), *Trends der psychologischen Führungsforschung. Neue Konzepte, Methoden und Erkenntnisse* (S. 27–38). Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Nerdinger, F. W. (2003). *Grundlagen des Verhaltens in Organisationen*. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Neuberger, O. (2002). *Führen und führen lassen* (6. Aufl.). Stuttgart: Lucius & Lucius.
- Peus, C., Wesche, J. S., & Braun, S. (2015). Authentic Leadership. In J. Felfe (Hrsg.), *Trends der psychologischen Führungsforschung. Neue Konzepte, Methoden und Erkenntnisse* (S. 15–26). Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Preußig, J. (2015). *Agiles Projektmanagement*. Freiburg: Haufe Verlag.
- Rammert, W. (2007). *Technik – Handeln – Wissen*. Wiesbaden: VS-Verlag für Sozialwissenschaften.
- Rammert, W., & Schulz-Schaeffer, I. (2002). *Technik und Handeln – wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Artefakte verteilt*. Technische Universität Berlin, Fak. VI Planen, Bauen, Umwelt, Institut für Soziologie Fachgebiet Techniksoziologie (Hrsg.), Berlin, (TUTS – Working Papers 4-2002).
- Rosenstiel, L. von, (2007). *Grundlagen der Organisationspsychologie* (6. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Rosenstiel, L. von, Regnet, E., & Domsch, M. E. (2009). *Führung von Mitarbeitern* (6. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Rosenstiel, L. von, Molt, W., & Rüttinger, B. (2005). *Organisationspsychologie* (9. Aufl.). Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Sonntag, Kh., & Stegmaier, R. (2007). *Arbeitsorientiertes Lernen*. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Ulrich, E. (1994). *Arbeitspsychologie* (3. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Weick, K. E., & Sutcliffe, K. M. (2016). *Das Unerwartete managen* (3. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Weyer, J., & Schulz-Schaeffer, I. (Hrsg.). (2009). *Management komplexer Systeme*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.
- Weyer, J. (2006). *Die Kooperation menschlicher Akteure und nicht-menschlicher Agenten. Ansatzpunkte einer Soziologie hybrider Systeme*. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 16 (August 2006). Dortmund: Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät Universität Dortmund.
- Willke, H. (1998). *Systemtheorie III: Steuerungstheorie* (2. Aufl.). München: Lucius & Lucius.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.2.1 Führen und 4.0-Prozesse
- 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0
- 1.5.2 Diversity in 4.0-Prozessen

1. Führung und Kultur > 1.2 Führungsformen und -verhalten in 4.0-Prozessen

1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams



■ **Stichwörter:** Ortsflexibilität, Zeitflexibilität, Führung durch intelligente Software (inkl. KI), Kommunikation

› Warum ist das Thema wichtig?

Durch intelligente Software¹ mit ihrer künstlichen Intelligenz (KI) kann Arbeit in vielen Bereichen noch stärker orts- und zeitflexibel organisiert werden. Viele Arbeitsprozesse können so effizienter und produktiver gestaltet und gleichzeitig besser auf die Bedarfe der Beschäftigten (zum Beispiel bei Kinderbetreuung, Pflege von Angehörigen)

angepasst werden. Dadurch gewinnt Führung auf Distanz an Bedeutsamkeit und wird in weiteren Tätigkeiten beziehungsweise Berufsprofilen als bisher relevant. Intelligente Software (inkl. KI) kann die Gestaltung der Interaktion zwischen Führungskraft und Beschäftigten unterstützen und ganz oder teilweise steuern. Die Zunahme des Führens auf

Distanz kann aber auch dazu führen, dass die Bindung der Beschäftigten an das Unternehmen abnimmt, die Führungskraft Entwicklungen beim Beschäftigten nicht mehr wahrnimmt und ihre Beziehung entpersonalisiert wird. Intelligente Software (inkl. KI) kann direkte Kommunikation nur begrenzt ersetzen.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Distanz – virtuelle Teams

In diesem Beitrag wird unter **Distanz** ein Abstand verstanden. Dieser Abstand kann sowohl

- räumlich als Entfernung zwischen zwei Orten,
- zeitlich als eine Spanne zwischen zwei Zeitpunkten,
- interpersonal als eine Entfernung zwischen zwei Menschen

aufzutreten – *siehe Abbildung 1*. Die 4.0-Technologien² und 4.0-Prozesse³ ermöglichen durch cyber-physische Systeme (CPS)⁴ in Arbeitsbeziehungen mehr räumliche und zeitliche Distanz. Dezentrale und virtuelle Zusammenarbeit können damit in vielen Betrieben zunehmen. Die vertrauensvolle personale Zusammenarbeit (aufgrund von gemeinsam getragenen Erfahrungen)

kann zurückgehen.

Als **virtuelle Teams** werden hier Arbeitsgruppen verstanden, die auf der Grundlage von gemeinsamen Arbeitsaufträgen (Projekten) räumlich und/oder zeitlich getrennt zusammenarbeiten und informationstechnisch vernetzt sind. Oft gehen sie nach der Realisierung des Projektziels wieder auseinander.

Führungskräfte und Beschäftigte arbeiten zunehmend getrennt voneinander

Da die 4.0-Technologien eine Zunahme von zeit- und ortsunabhängiger Arbeit ermöglichen, ist zu erwarten, dass sich die Anzahl der auf Distanz zusammenarbeitenden Menschen stark erhöhen kann.⁵ Davon sind nicht nur Büroarbeitsplätze oder Außendiensttätigkeiten betroffen, sondern auch Dienstleistungen und teilweise

Produktionsarbeiten. Zusätzlich werden sich aufgrund von Projektarbeit, flexibleren Arbeitsformen, Interdisziplinarität, Crowdfunding und digitaler Kommunikation⁶ neue, bisher nicht bekannte Tätigkeiten und Berufsgruppen bei Beschäftigten entwickeln, bei welchen Führung auf Distanz ebenfalls eine relevante Führungsform sein kann.

Damit gewinnt für Führungskräfte folgende Situation an Bedeutung:

Führungskräfte sehen und sprechen die Beschäftigten nicht mehr vor Ort, sondern müssen sie auf Distanz führen. Gleichzeitig können sich dezentrale, virtuelle Teams zusammenfinden, bei denen sich auch die Teamzusammenarbeit und die soziale Bindung der Teams verändern werden, da sie vornehmlich nur noch virtuell zusammenarbeiten. Teilweise werden diese Teams zusätzlich nur projektbezogen und mit jeweils neuen Führungskräften

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

² 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen etc., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inklusive KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁴ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

⁵ Remdich 2016

⁶ Badura et al. 2017

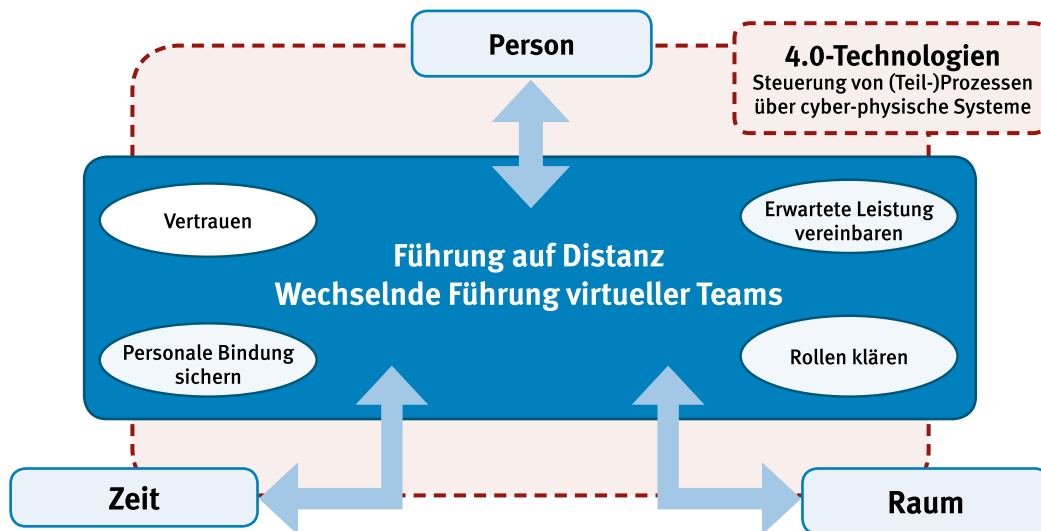


Abbildung 1: Dimensionen von Führung auf Distanz (eigene Darstellung)

des Teams zusammengestellt. Grundsätzlich können Arbeitssituationen mit Führen auf Distanz und wechselnder Führung von virtuellen Teams wie folgt aussehen:

1. An unterschiedlichen Orten zu denselben Zeiten (zum Beispiel Montage/Baustellen, Projektteams, Beratungssituationen, Büroarbeit)
2. An unterschiedlichen Orten zu unterschiedlichen Zeiten (zum Beispiel Reparatur/Notdienste, Informationsdienste, Büroarbeit)
3. An denselben Orten zu denselben Zeiten (zum Beispiel Büroarbeit/Präsenzarbeit)
4. An denselben Orten zu unterschiedlichen Zeiten (zum Beispiel Produktion/Schichtarbeit/Gleitzeit, Büroarbeit, Dienstleistungstätigkeiten)

Die wesentlichen Dimensionen des Führens auf Distanz

Bei der Führung auf Distanz und bei wechselnder Führung von virtuellen Teams lassen sich die vier Dimensionen Person, Raum, Zeit und 4.0-Technologie (cyber-physische Systeme) unterscheiden – siehe Abbildung 1.

Intelligente Software (inkl. KI) kann beinahe in Echtzeit in Aufgaben der Führung eingreifen oder sie übernehmen. Es stellt sich daher die Frage,

welche Aufgaben von intelligenter Software (inkl. KI) und welche von Führungskräften bei der Führung auf Distanz übernommen werden können/sollen. Im Folgenden werden die einzelnen Dimensionen erläutert sowie die Herausforderungen für die Führungskraft auf der jeweiligen Ebene dargestellt.

■ **Dimension „Person“:** Das zentrale Problem des Führens auf Distanz besteht darin, dass die Führungskraft die Personen nicht mehr sieht und damit auch nicht wahrnimmt, wie und was diese arbeiten. Das bedeutet, die Führungskraft sollte der Person darin vertrauen, dass sie die Arbeitsaufgaben qualitativ gut erledigt, auch ohne dass die Führungskraft die Person permanent sieht. Vertrauen – bisher schon eine entscheidende Kategorie für gute Führungskultur⁷ – wird daher beim Führen auf Distanz noch wichtiger.⁸ Bei der Arbeit auf Distanz steigt auch die Eigenverantwortung der Personen, die Produkte und Leistungen in der geforderten Qualität und Zeit abzuliefern, ohne einer direkten sozialen Kontrolle zu unterliegen. Um hier Missverständnisse und Unklarheiten zwischen Führungskraft und Beschäftigten zu vermeiden, sollten die Leis-

tungsprofile und die Kontrollmechanismen (Qualitätssicherung) klar und eindeutig vereinbart werden. Es sollte vereinbart werden, welche Ergebnisse und Leistungen von den Beschäftigten und virtuellen Teams erwartet werden und welche Rahmenbedingungen für die Realisierung der Arbeitsaufgabe außerhalb der Betriebsgrenzen eingehalten werden müssen (zum Beispiel Erreichbarkeitszeiten und -wege für den Kunden, Qualitätskontrollen, Einbindung der Kunden in den Arbeitsprozess). Statt engmaschigen Vorgaben gewinnen ergebnisbezogene Vereinbarungen an Bedeutung (Codes of Conduct, flexibel adaptierbare Kontrollen).⁹ Die Führung auf Distanz darf Empathie und Emotionen als Elemente von Führung nicht aus dem Blick verlieren, da der direkte persönliche Kontakt deutlich geringer ist als in traditionellen Formen der Zusammenarbeit. Vor diesem Hintergrund wird es auch schwieriger, den Überblick über funktionierende Teamprozesse zu behalten, die sich entwickelnden Fähigkeiten der Beschäftigten adäquat einzuschätzen und zu erkennen, ob die Beschäftigten Probleme bei der Ausübung ihrer Tätigkeiten haben.

⁷ vgl. u.a. Bröckermann 2011, S. 122ff.; Spieß & Rosenstiel 2010, S. 73; Sprenger 2005

⁸ Bitkom 2014, S. 7

⁹ Bitkom 2014, S. 5

Daher wird es verstärkt die Aufgabe sein, die Bindung (Commitment) der Beschäftigten zur Führungskraft und zum Unternehmen aufzubauen und zu erhalten. Hierzu gehört zum Beispiel, das Vertrauen der Beschäftigten in die Führungskraft zu fördern, obwohl wenig örtliche und zeitliche Zusammenarbeit stattfindet. Diese Aufgabe kann und sollte auch aus ethischen Gründen nicht an intelligente Software (inkl. KI) delegiert werden. Schließlich sollte sich die Führungskraft auch über ihre veränderte Rolle bewusst werden, da Führen auf Distanz oft als ein Macht- oder Kontrollverlust empfunden wird. Die Vorstellungen über die Führungskraft als „dominanter Macher“ und „hierarchischer Machtmensch“, der alles bestimmt, sind bei der Führung auf Distanz nicht mehr tragfähig. Vielmehr wird die Führungskraft als Prozesssteuerer gesehen, der die Aufgabe hat, Ressourcen zu aktivieren. Die Führungskraft nimmt zielbezogenen Einfluss auf Arbeitsprozesse. Die Menschen in der Distanz sollen bewegt und unterstützt werden, eigenverantwortlich vereinbarte Arbeitsaufgaben zu realisieren.¹⁰

■ **Dimension „Zeit“:** Bei der Dimension „Zeit“ stehen die Führungskräfte vor der Herausforderung, den Austausch mit den Beschäftigten, die zu unterschiedlichen Zeiten arbeiten, aufrechtzuhalten. Dies kann zum Beispiel durch eingeplante und verbindliche gegenseitige Informationstermine geschehen. Dieser Kommunikationsaustausch ist wichtig für die Unternehmenskultur und Motivation der Beschäftigten. Hier kann intelligente Software (inkl. KI) die Führungskraft entlasten, indem sie Informations-, Organisations- und Kontrollfunktionen übernimmt. Die Erhöhung der Kommunikationsgeschwindigkeit und Verdichtung der Kommunikation (mehr Informationen in kürzerer Zeit) kann die Kommunikationsprozesse in Unternehmen verändern. Darüber hinaus nimmt die Kommunikation mittels (mobiler) Informations- und Kommunikationstechnologien zu. Daraus resultiert für Führungskräfte eine zunehmende Bedeutung von Medienkompetenz, Verbalisierungs- und Visualisierungskompetenz. Die Fähigkeit, die „richtigen“ Kommunikationsmittel zur richtigen Zeit auszuwählen und zu nutzen, wird ebenfalls

eine zunehmend wichtige Kompetenz einer Führungskraft sein.

■ **Dimension „Raum“:** Räumlich sollte – neben einer klaren Abklärung der Abläufe (Arbeitsplanung) – der Austausch mit den Beschäftigten, die an unterschiedlichen Orten arbeiten, organisiert werden, zum Beispiel durch eingeplante und verbindliche Termine. Hier kann sich Führung auf Distanz auf den Einsatz digitaler Geräte und des Internets (Mail, Videokonferenz, Chat) stützen. Die intelligente Software (inkl. KI) kann beispielsweise erkennen, ob die Beschäftigten in einer Arbeitssituation Probleme im Umgang mit einem Arbeitsmittel oder einem Arbeitsprozess haben und den Beschäftigten beinahe in Echtzeit bedarfsgerecht benötigte Informationen zur Verfügung stellen. So kann intelligente Software (inkl. KI) die Aufgabe der fachlichen Unterstützung und Hilfestellung zumindest teilweise übernehmen.

■ **Dimension „4.0-Technologie“ (cyber-physisches System – CPS):** Beim Führen auf Distanz sollte überlegt werden, welche Unterstützungsmöglichkeiten die intelligente Software (inkl. KI) für die Führungsaufgaben bietet. Die 4.0-Techno-

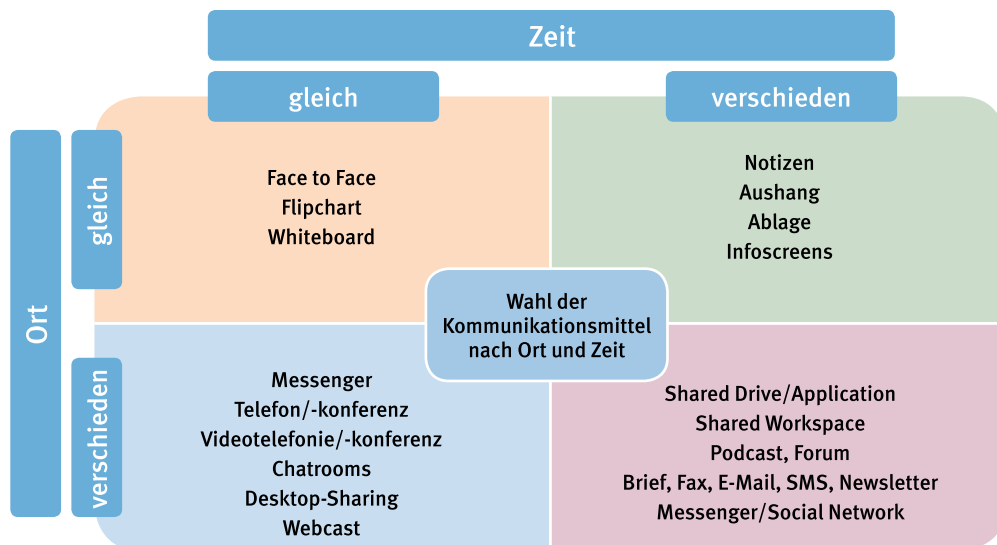


Abbildung 2: Kommunikationsmodelle und -mittel (in Anlehnung an Zemp 2016)

¹⁰ vgl. u. a. Baecker 1994; Cernavin 2016; Sprenger 2018

logien können Daten über den in der Distanz arbeitenden Beschäftigten oder die Teammitglieder erfassen und in den Abstimmungs- und Qualitätssicherungsprozessen einbinden. Hierzu können beispielsweise Daten über erstellte Produkte, Dienstleistungsprozesse, Kundenkontakte, Arbeitszeit, Informations- und Lernprozesse, Kommunikationswege im virtuellen Team oder auch Arbeitsabläufe (zum Beispiel über Laptops) erhoben und genutzt werden. Die intelligente Software (inkl. KI) kann aber auch Arbeitsprozesse ganz oder teilweise steuern und den virtuell arbeitenden Personen entsprechende Arbeitshinweise geben und Aufgaben stellen. Diese Einbindung der intelligenten Software (inkl. KI) kann die Führungskraft und die beteiligten Personen entlasten, weil zumindest standardisierbare Abläufe durch das autonome technische System übernommen werden können. Dabei kann die Beziehung zwischen Führungskraft und Beschäftigten aber auch noch weiter entpersonalisiert werden. Wenn in diesen durch intelligente Software (inkl. KI) gesteuerten Führungsprozessen personenbezogene Daten erfasst und verwendet werden, ist der Datenschutz zu beachten und der Umgang mit den Daten mit den betroffenen Personen zu vereinbaren. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*

Geeignete Kommunikationsmittel wählen

Eine zentrale Aufgabe der Führungskräfte in der digitalen Arbeitswelt wird es sein, je nach Ort und Zeit ein geeignetes Kommunikationsmittel für den zu transportierenden Inhalt auszuwählen.¹¹ Ebenso sollte festgelegt werden, welche Medien sich für welche Kommunikationszwecke eignen. Geht es beispielsweise in einem Mitarbeitergespräch darum, eine persönliche, eventuell auch negative Nachricht auf der Beziehungsebene zu vermitteln, eignet sich hierzu sicherlich nicht das Senden einer Messenger-Nachricht. Soll dem Beschäftigten eine Aufgabe genau erklärt werden, scheint auch hier ein persönliches Gespräch angemessener als eine schriftliche Nachricht, um durch gezieltes Nachfragen sicherzustellen, dass von dem Beschäftigten die Informationen auch richtig verstanden werden. Auch klare Absprachen, wann und in welcher Form (sind zum Beispiel direkte Rückmeldung notwendig oder ist eine Reaktion innerhalb einer Stunde ausreichend?) beziehungsweise über welche Medien (zum Beispiel Telefon, Messenger) die Beschäftigten erreichbar sein sollen, sind wichtig.¹²

Bei der Kommunikation sollten die Führungskräfte prüfen, welche Daten der 4.0-Technologien für die Kommunikation sowie für die Qualitätskontrolle der Beschäftigten genutzt werden können.

Eine funktionierende, aktuelle und sichere IT-Infrastruktur ist die Grund-

voraussetzung für eine funktionierende Kommunikation zwischen der Führungskraft und den Beschäftigten.

Zusätzliche Aspekte bei wechselnder Führung von virtuellen Teams

Bei wechselnder, projektbezogener Führung virtueller Teams sind neben allen bisher beschriebenen Aspekten der Führung noch einige weitere Hinweise hilfreich: In Teams, die auf Distanz arbeiten, gibt es keine eingeschliffenen gemeinsamen Muster für die zwischenmenschliche Zusammenarbeit und Führung, da die Teamarbeit zeitlich begrenzt ist und die Beteiligten vor allem virtuell zusammenarbeiten. Aus diesem Grunde sollten direkt zu Beginn der Zusammenarbeit verlässliche Regeln vereinbart werden, welche Aufgaben, Rollen und Weisungsbefugnisse die projektbezogene Führungskraft hat. Außerdem sollten die Rollen, Aufgaben- und Leistungserwartungen an die Teammitglieder sowie Art und Umfang der gegenseitigen Information kommuniziert werden. Es sollten Maßnahmen für den Fall vereinbart werden, dass Teammitglieder sich nicht ausreichend einbringen, und auch ein Verfahren für die Lösung von Konflikten. Bewährt hat sich bei der Führung virtueller Teams, gleich zu Beginn ein persönliches Treffen aller Beteiligten zu realisieren, bei dem auch die oben beschriebenen Verfahren festgelegt und vereinbart werden.

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen beim Führen auf Distanz können unter anderem sein:

- Intelligente Software (inkl. KI) kann Führungskräfte und Beschäftigte bei der Arbeit an unterschiedlichen Orten und Zeiten unterstützen (beispielsweise durch Verkürzung der Kommunikationswege, Informationen beinahe in Echtzeit, Dokumentation der Arbeiten).
- Führungskräfte können durch teilweise Übernahme von Informations- und/oder Steuerungsprozessen durch CPS entlastet werden.
- Führungskräfte können durch technische Assistenzsysteme räumlich und zeitlich entgrenzte Arbeitssituationen beurteilen und beeinflussen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses.*
- Intelligente Software (inkl. KI) ermöglicht Feedback beinahe in Echtzeit zu Arbeitsergebnissen, das besonders bei der virtuellen Zusammenarbeit wichtig sein kann.
- Fehlentwicklungen und Fehler in Arbeitsprozessen können frühzeitig über autonome technische Systeme erkannt werden.

¹¹ Zemp 2016

¹² vgl. u. a. Frost et al. 2018, S. 167f.; Hupfeld et al. 2013

- Integration der Themen Sicherheit und Gesundheit in die Prozesse durch frühzeitige Berücksichtigung in die intelligente Software (inkl. KI). ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte.*
- **Gefahren** beim Führen auf Distanz können unter anderem sein:
 - Die Basis für eine vertrauensvolle Zusammenarbeit kann bei einer Führung auf Distanz fehlen, wenn die Kooperation und Kommunikation fast ausschließlich über eine anonyme virtuelle Welt stattfinden.
 - Die Führungskraft ist misstrauisch und nicht auf ein Führen auf Distanz vorbereitet (zum Beispiel agiert sie als „Kontrollfreak“).
 - Das emotionale Befinden kann auf Distanz schwerer eingeschätzt werden (emotionale Einflussnahme in zwischenmenschlichem Kontakt verändert sich).
 - Nicht abgesicherte Informations- und Kommunikationstechnologien können die Kommunikation erschweren und die Informationsweitergabe stören.
- Beschäftigte können den Eindruck gewinnen, dass Eigeninitiative und Kreativität durch zu enge Führung beziehungsweise Kontrolle durch intelligente Software (inkl. KI) leiden.
- Die komplette oder teilweise Steuerung von Arbeitsprozessen durch intelligente Software (inkl. KI) kann die Beziehung auf Distanz zwischen Führungskraft und Beschäftigten zusätzlich entpersonalisieren.

▶ Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Beim Führen auf Distanz sind unter anderem folgende Maßnahmen zu empfehlen:

- Damit virtuelle Teams produktiv arbeiten können, sind Plattformen notwendig mit gemeinsamen virtuellen Ablageorten und virtuellen Konferenzmöglichkeiten, auf die alle beteiligten Personen zugreifen können.
- Festlegen, welche Aufgaben von der intelligenten Software (inkl. KI) übernommen werden können und welche weiterhin von Menschen erledigt werden müssen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI).*
- Mit den Führungskräften klären, wie sich ihre Aufgaben, ihre Rollen und ihr Führungsverständnis durch das Führen auf Distanz ändern.
- Aufgaben, Rolle und Weisungsbefugnisse der Führung definieren und mit allen Beteiligten klären (gilt in besonderem Maße für die projektbezogene Führungskraft virtueller Teams).
- In ergebnisbezogenen Vereinbarungen sollten Führungskräfte und Beschäftigte für das Arbeiten auf Distanz festlegen: die Arbeitsaufgabe, die Leistungserwartungen, die Qualitätskriterien, die Art der Zusammenarbeit, die Art der Qualitätssicherung, die Informationswege und die Kundenkontakte (Codes of Conduct, flexibel adaptierbare Kontrollen). Führungskräfte und Beschäftigte sollen so einen klaren Orientierungsrahmen für ihre Tätigkeiten und die Bewertung ihrer Aufgaben haben.
- Regeln, Ablauf und Struktur der Kommunikation zwischen Führungskräften und Beschäftigten festlegen (wann, wie, wo gearbeitet wird und welche Erreichbarkeit zwingend notwendig ist).
- Sicherstellen, dass die Führungskräfte und Beschäftigten die 4.0-Technologien beherrschen und sie sicher sowie gesundheitsgerecht bedienen können. Alle Beteiligten im Umgang mit den Kommunikationstechniken schulen und unterweisen.
- Teammitglieder mit wenig Erfahrung oder geringer IT-Affinität speziell und sorgfältig an die virtuelle Teamarbeit heranführen (zum Beispiel Mentor benennen, besondere Entwicklungsgespräche führen).
- Persönliche Gespräche oder Meetings ermöglichen und entsprechende Gelegenheiten schaffen, um Vertrauen aufzubauen und ein „Wir-Gefühl“ zu erzeugen.
- Passende Arbeitsmittel und technische Assistenzsysteme (wie Smartphone, Datenbrille, Tablet) zur Kommunikation bereitstellen und ausreichende Qualität und Funktionen sicherstellen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses; 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI).*
- Erfahrungen der Führungskräfte und Beschäftigten in gemeinsamen Chats und Gesprächen auswerten und gemeinsam Verbesserungen festlegen.
- Datensicherheit der autonomen technischen Systeme, die im Führen auf Distanz Teilprozesse oder gesamte Prozesse steuern, gewährleisten. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.*
- Den Umgang mit personenbezogenen Daten vereinbaren, wenn durch 4.0-Technologien Daten erfasst, gespeichert und verarbeitet werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*
- Darauf achten, dass die intelligente Software (inkl. KI) die Prozesse sicher und gesundheitsgerecht steuert und die auf Distanz arbeitenden Beschäftigten sicher und gesundheitsgerecht arbeiten können (zum Beispiel Ergonomie, Arbeitszeit).

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Badura, B., Ducki, A., Schröder, H., Klose, J., & Meyer, M. (Hrsg.) (2017). *Fehlzeiten-Report 2017. Krise und Gesundheit – Ursachen, Prävention, Bewältigung. Zahlen, Daten, Analysen aus allen Branchen der Wirtschaft*. Berlin: Springer Verlag.

Baecker, D. (1994). *Postheroisches Management*. Berlin: Merve.

Bitkom – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (2014). *Die Zukunft der Arbeit – Herausforderungen für Politik und Wirtschaft*. Berlin: Bitkom.

Bröckermann, R. (2011). *Führungskompetenz*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

Cernavin, O. (2016). „Führung“. In *Offensive Mittelstand – Gut für Deutschland* (Hrsg.), *Unternehmensführung für den Mittelstand* (2. Aufl.) (S. 71–93). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

Frost, M., Terstegen, S., Altun, U., Adenauer, S., & Jeske, T. (2018). Führung und Organisation in der Arbeitswelt 4.0. In O. Cernavin, W. Schröter & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 159–188). Wiesbaden: Springer Verlag.

Hupfeld, J., Brodersen, S., & Herdegen, R. (2013). *Arbeitsbedingte räumliche Mobilität und Gesundheit*. Iga. Report 25. <http://www.iga-info.de/veroeffentlichungen/igareporte/igareport-25/?L=0>. Zugegriffen: 24.01.2017.

Remdisch, S. (2016). *Leadershipgarage – Toolbox für die Führung in der digitalisierten Welt*. <https://leadershipgarage.de/wp-content/uploads/2016/01/leadershipgaragetoolbox.pdf>. Zugegriffen: 26.10.2018.

Spieß, E., & Rosenstiel von, L. (2010). *Organisationspsychologie*. München: Oldenbourg Verlag.

Sprenger, R. K. (2018). *Radikal digital*. München: DVA.

Sprenger, R. K. (2005). *Vertrauen führt*. New York, Frankfurt am Main: Campus Verlag.

Zemp, R. (2016). *Erfolgsfaktoren standortunabhängiger Führung*. *KMU-Magazin*, 5/2016.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes
- 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)

■ **Stichwörter:** Fremdbild, personale Identität, Nutzerprofile, Selbstbild, soziale Identität, virtuelle Identität

› Warum ist das Thema wichtig?

Die cyber-physischen Systeme (CPS)¹ mit ihrer intelligenten Software² und ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) können das Selbstbild von Führungskräften und Beschäftigten beeinflussen und verändern. Bisher wirkten vor allem persönliche Eigenschaften und soziale Beziehungen auf die Identität einer Person. Das hat Einfluss auf ihr Verhalten im Betrieb.

Social Media und 4.0-Technologien³ sammeln über Personen Daten und schaffen so eine virtuelle Identität über diese Personen.⁴ Diese virtuelle Identität kann das Selbstbild und das Fremdbild von Personen beeinflussen. Diese Veränderungen wirken oft, ohne dass eine Person es direkt merkt (implizit). Diese neuen virtuellen Selbst- und Fremdbilder über Per-

sonen können auch das Verhalten im Betrieb beeinflussen. Führungskräfte und Beschäftigte sollten reflektieren, wie sie mit diesen Veränderungen umgehen und wie sie diese in den 4.0-Prozessen⁵ nutzen können. Auch jedes Unternehmen hat über die online verfügbaren Informationen über sich selbst eine virtuelle Identität.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Identität – Virtualität

Unter **Identität** werden hier das Bewusstsein und das Selbstbild einer Person verstanden, ein unverwechselbares Individuum in einem sozialen Umfeld zu sein. Die Identität einer Person ergibt sich aus dem *Ausbalancieren* der personalen und ihrer sozialen Identität:

■ Die *personale Identität* entwickelt sich aus dem ständigen Selbsterleben (impulsives Ich) der speziellen eigenen Lebensgeschichte der Person und aus ihren individuellen Ansprüchen und Merkmalen (wie psychische, körperliche

Befindlichkeiten).

■ Die *soziale Identität* einer Person ergibt sich aus der Beziehung mit anderen Personen. Diese Beziehung wird beeinflusst von Erwartungen und Fremdbildern der anderen, von den funktionalen Rollen, die eine Person einnimmt (wie in der Arbeit, Familie), den Strukturen (wie Macht, Ökonomie) und den kulturellen Mustern in den jeweils unterschiedlichen sozialen Zusammenhängen (sozialen Systemen), in denen die Person sich bewegt. Soziale Identität strebt nach Anerkennung durch andere und Teilhabe

in den sozialen Zusammenhängen (sozialen Systemen).⁶

Unter **Virtualität** werden hier alle Wirklichkeitsbeschreibungen und Prozesse verstanden, die keine personale oder soziale Daseinsform besitzen. Die Virtualität basiert auf technischen Mustern und erzeugt technische Wirklichkeiten (Profile, Welten, „Realitäten“).⁷ Digitale Daten einer Person ergeben ein unverwechselbares Bild über diese Person und damit eine *virtuelle Identität*.

Virtuelle Identität

Bereits mit dem Einzug der Computer und des Internets in die Arbeits- und Lebenswelt entstanden virtuelle

Identitäten, die zum Beispiel für die Darstellung einer Person in Form von Profilen in virtuellen Räumen wie Foren, Chatrooms, sozialen Netzwerken

oder Spielen genutzt wurden. Mit der zunehmenden Durchdringung der Arbeits- und Lebenswelt mit digitaler Technik mit Sensoren steigt die Ver-

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ vgl. u. a. Balfanz 2014; Eck 2011; Selke 2014

⁵ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁶ vgl. u. a. Abels 2017, S. 200; Kornwachs 2014, S. 42ff.; Krappmann 1993, S. 70ff.; Luhmann 1994, S. 355ff.; Mead 1998, S. 177ff., 397ff.

⁷ vgl. u. a. Flusser 2002, S. 202ff.; Fuchs 2013, S. 277ff.; Friesen et al. 2001

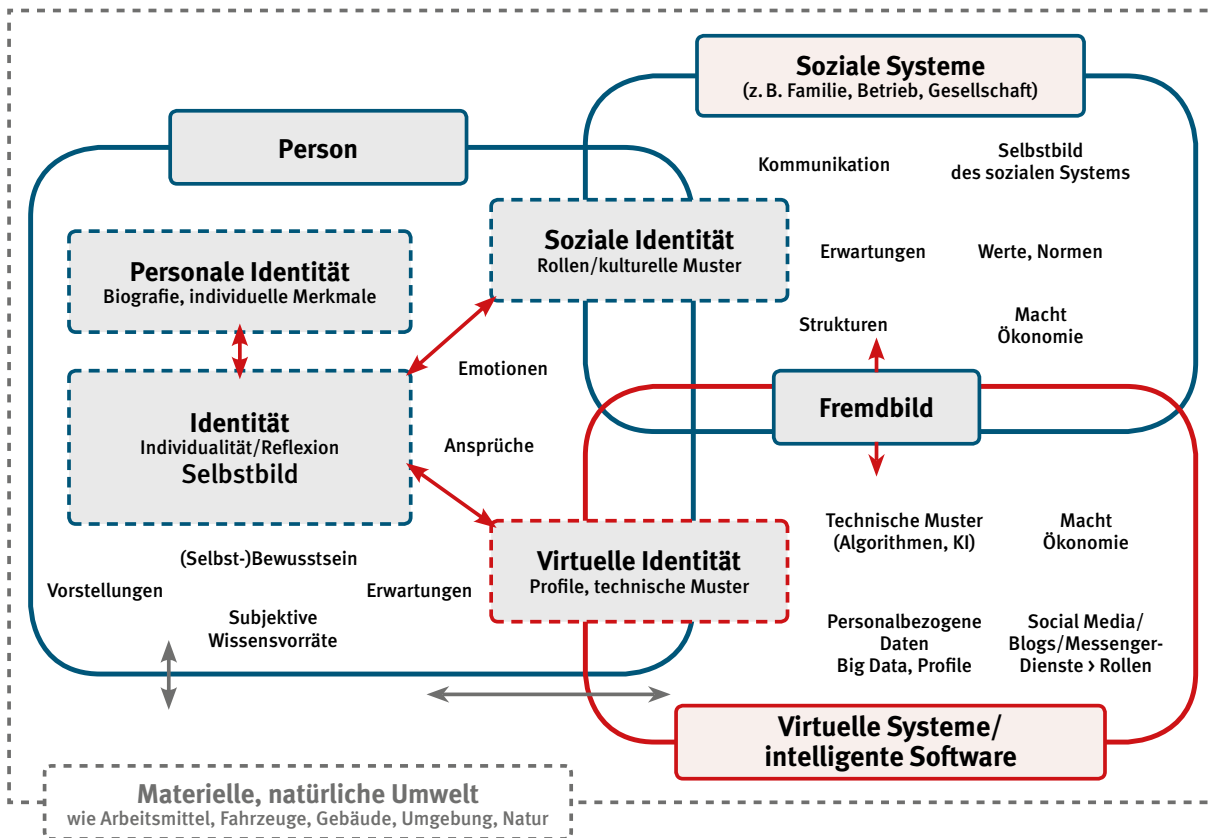


Abbildung 1: Personale, soziale und virtuelle Identität von Personen (eigene Darstellung)

fügbare personenbezogene Daten, die durch vernetzte 4.0-Technologien (Algorithmen, künstliche Intelligenz) zu Profilen verknüpft werden. Über diese virtuellen Prozesse entstehen Bilder und Informationen über einzelne Personen, die wiederum die Identität dieser Personen beeinflussen können. Es entstehen virtuelle Identitäten, die nicht von den betreffenden Personen aktiv angelegt wurden – siehe Abbildung 1.

Selbst ohne das bewusste Anlegen digitaler Profile zieht jede Person personenbezogene Datenspuren durch das Netz und erzeugt damit eine virtuelle Identität. Sie benutzt zumindest im beruflichen Kontext einen Computer und ein Handy, schreibt E-Mails, hebt Geld ab, zahlt mit Kreditkarte, fährt Auto oder bewegt sich im öffentlichen videoüberwachten Raum. Je nach Nutzungsintensität digitaler, vernetzter Geräte und sozialer Medien können die virtuellen Identitäten mehr oder weniger differenziert

sein, aber entziehen kann sich keiner. Auch Unternehmen haben über Auftritte in sozialen Medien, Internetseiten, Plattformen, die Darstellung auf Bewertungsportalen oder die Verknüpfung mit den virtuellen Realitäten ihrer Beschäftigten eine virtuelle Identität.

Es gibt verschiedene Wege, wie die virtuellen Identitäten entstehen, wie zum Beispiel:

- **Selbstgeschaffene virtuelle Identität und virtuelle Kommunikation:** Personen oder Betriebe können ihre Daten selbst erzeugen, indem sie diese in soziale Netzwerke, Messenger-Dienste (wie WhatsApp), Foren, Chats, Spiele (Avatare) oder andere Plattformen eingeben. Personen können sich hier unter realem Namen oder Pseudonym selbst darstellen und sich miteinander vernetzen.⁷ Es entstehen virtuelle Identitäten, die es erlauben, in verschiedene Rollen zu schlüpfen. In diesen selbstgeschaffenen

virtuellen Umgebungen gibt es soziale Rückmeldungen anderer, soziale Anerkennung, Aufmerksamkeit und virtuelle Kommunikation, die starken Einfluss auf das Selbstbild der Person haben.⁸

- **Fremdgeschaffene virtuelle Identität:** 4.0-Prozesse sind dadurch charakterisiert, dass die autonomen technischen Systeme und Online-Plattformen berufliche und private Daten sammeln und verknüpfen⁹, zum Beispiel aus
 - › Dingen wie Arbeitsmitteln, Räumen, Fahrzeugen, Assistenzmitteln wie Smartphones, Datenbrillen, Sprachassistenten,
 - › Alltagsgegenständen wie Smartphones, Kreditkarten, digitalen Ausweisen, Gesundheitskarten, Navigationssystemen, Fitnessarmbändern,
 - › Onlinenutzung wie E-Mails, Muster von Suchmaschinen, Nutzungsmuster und Inhalt von sozialen Netzwerken, Platt-

⁸ Balfanz 2014, S. 76ff.

⁹ vgl. u. a. Cernavin & Lemme 2018, S. 21ff.; Geisberger & Broy 2012, S. 29ff.; Schröter 2014, S. 126ff.; Selke 2016a und b

formen, Messenger-Diensten, Blogs, Online-Shops, URL-Nutzung, Muster über Beziehungen zu anderen Personen. Für Unternehmen sind hier besonders Bewertungsplattformen relevant.

Aus diesen verknüpften Daten über einzelne Personen und deren Interaktionen mit anderen Personen lassen sich detaillierte personenbezogene Profile bilden, die jeweils differenzierte Bilder der Personen schaffen. Diese Profile sind Fremdbilder der autonomen technischen Systeme über die einzelnen Personen. Die Person, deren Daten gesammelt werden, hat oft keine ausreichenden Kenntnisse darüber, welche personenbezogenen Daten über sie die autonomen technischen Systeme und Online-Plattformen besitzen und nach welchen Regeln diese Daten verarbeitet, verknüpft und weitergegeben werden.¹⁰ Trotzdem beeinflussen diese Fremdbilder wiederum das Selbstbild der Person, weil sie ihr bewusst oder unbewusst an vielen Stellen begegnen, zum Beispiel:

- Personalprofile der intelligenten Software (inklusive KI) informieren die Person über ihre Präferenzen, Neigungen und Vorlieben.
- Intelligente Software (inklusive KI) greift über Vorschläge und Empfehlungen in Handlungen der Person ein, zum Beispiel beim Fahren oder Arbeiten, über Anweisungen im Arbeitsprozess oder Gesundheitsratschläge.
- Intelligente Software (inklusive KI) selektiert oder priorisiert Suchergebnisse bei Informationssuche.
- Informationen, Daten, Diagramme über die Person aus Self-Tracking, Lifelogging¹¹ oder Worklogging,¹² liefern oft nur einen Ausschnitt oder ein Zerrbild der Personen. Die Person bekommt einen Einblick zum Beispiel in ihr Arbeits- oder Fitnessverhalten, ihre Schlafqua-

lität, ihre Ernährungsgewohnheiten, ihre Stimmungen und Emotionen, über ihre Bewegungsmuster, Muster ihrer Sozialkontakte, ihre Kaufgewohnheiten und Vorlieben. Scheinbar wissenschaftlich korrekte Tabellen, Diagramme und Verlaufskurven liefern der Person ein Bild über sich selbst, das ihr bisher nicht zugänglich war.¹³ ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 4.1.3 Tracking und Worklogging.*

Damit übernehmen die autonomen technischen Systeme durch die Erschaffung virtueller Identitäten einen Teil dessen, was bisher „Identitätsarbeit“ war, nämlich die Aufgabe, Antwort auf die Frage zu geben, wer und wie eine Person ist.¹⁴ Die virtuelle Identität beginnt, die reale Person und ihre Identität zu beeinflussen.¹⁵

Virtuelle Identitäten haben Auswirkungen auf die Wahrnehmung von Wirklichkeit, von anderen Personen und von uns selbst.

Virtuelle Identität und soziales Umfeld

Ausschnitte der virtuellen Identität einer Person sind in der Regel auch für andere sichtbar, wie

- Betreiber der Plattformen, deren Geschäftsmodell auf der Nutzung dieser Daten basiert,
- Personen, deren virtuelle Identitäten miteinander vernetzt sind,
- Arbeitskollegen, Führungskräfte, Kunden, Zulieferer, Geschäftspartner,
- Arbeitgeber – Datenschutz vorausgesetzt –,
- Bekannte, Freunde und Familienmitglieder oder
- unbekannte Dritte.

Die digitalen Daten über eine Person erzeugen oder beeinflussen auch Fremdbilder über diese Person bei anderen in ihrem sozialen Umfeld. Es ist nun nicht mehr nur der direkte soziale Kontakt, der das Bild über die Person

im sozialen Umfeld erzeugt, sondern es sind auch die Informationen aus den Daten ihrer virtuellen Identität. Die virtuelle Identität wird damit Bestandteil der sozialen Identität. Die sozialen Kontexte und die Handlungsmuster, in denen wir uns bewegen und die uns prägen, verändern sich somit wesentlich.¹⁶

Da mehr Informationen über die betreffende Person zur Verfügung stehen, kann das Umfeld eventuell bestimmte Eigenschaften der Person besser verstehen, allerdings kann die virtuelle Identität auch das Bild über die Person verzerren. Die virtuelle Identität beziehungsweise die zur Verfügung stehenden Ausschnitte können vom sozialen Umfeld genutzt werden, um die Person in einer erweiterten Form zu unterstützen, zu bewerten oder zu diskriminieren.

Neben dem Ausgleich zwischen personaler und sozialer Identität kommt nun ein neuer Faktor hinzu, über den man reflektieren sollte und den man in Balance zur eigenen Identität bringen muss: die virtuelle Identität. Sollen die virtuellen Identitäten für die Personen nicht nachteilig wirken, müssen die soziale Identität, die personale Identität und die bekannten Ausschnitte der virtuellen Identität ausbalanciert werden. Zum Beispiel wenn soziale Medien, wie soziale Netzwerke oder Messenger, sowohl für berufliche als auch private Zwecke genutzt werden, kann dies zu einem Rollenkonflikt und damit zu einem Konflikt zwischen den verschiedenen Identitäten führen – *siehe Abbildung 2.*

Virtuelle Identität und Unternehmensführung

Das Thema virtuelle Identität von Personen scheint zunächst kein Thema zu sein, das ganz oben auf der Agenda von Führungskräften steht – vor allem nicht in kleinen und mittleren Betrieben. Dabei sollten Führungskräfte die Stärkung der Identität

¹⁰ acatech 2013, S. 18

¹¹ Selke 2014, S. 13f.

¹² Schröter 2016, S. 203f.

¹³ Pritz 2016, S. 130ff.

¹⁴ Rosa 2016, S. 715

¹⁵ Schröter 2014, S. 130f.

¹⁶ Floridi 2015, S. 87

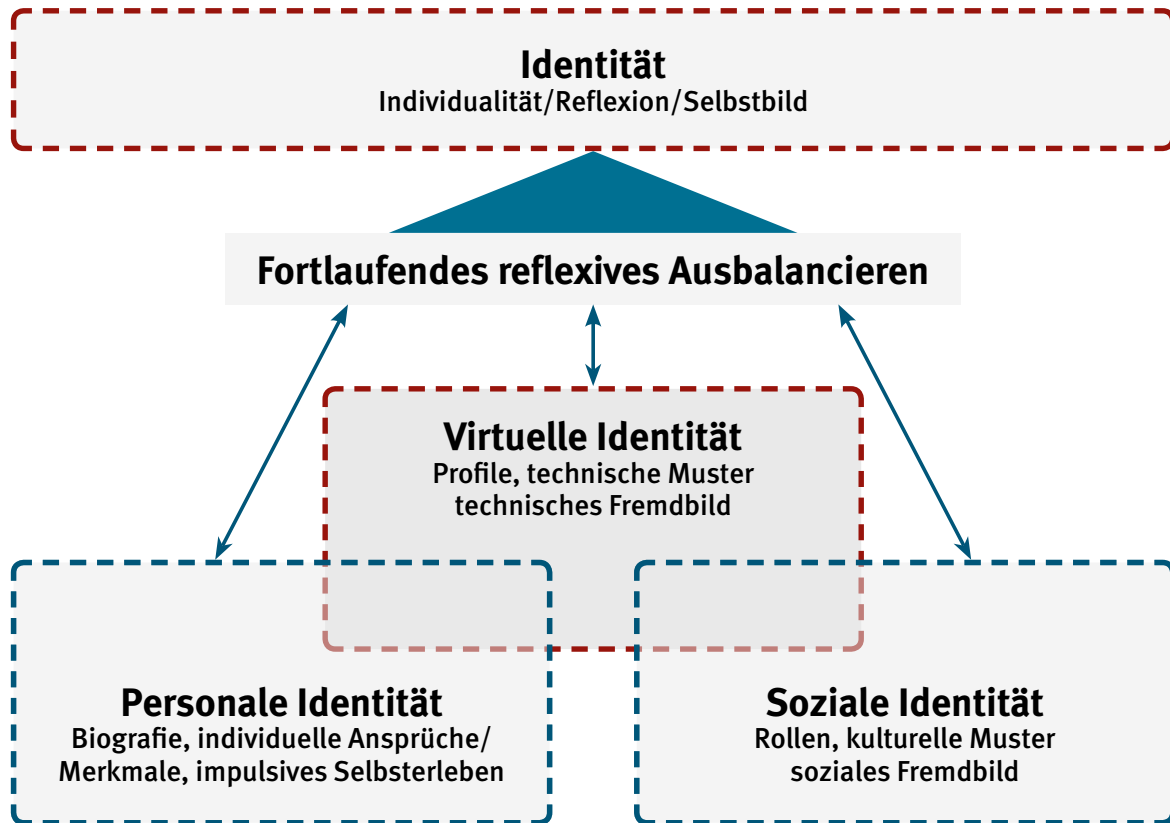


Abbildung 2: Identitätsbildung (eigene Darstellung)

ihrer Beschäftigten (und ihre eigene) im Blick haben.¹⁷ Menschen die ihre personale und soziale Identität sowie die zunehmende Bedeutung ihrer virtuellen Identität in Balance halten, sind eher in der Lage, eigenständig die Prozesse im Betrieb voranzubringen und eigenverantwortlich zu gestalten, als Personen, die durch ihre virtuellen Identitäten verunsichert werden.¹⁸ Identitätsförderung ist gerade in 4.0-Prozessen keine Zusatzaufgabe, sondern Bestandteil alltäglichen Führungsverhaltens.

Die virtuellen Identitäten von Führungskräften, Beschäftigten und Betrieben sowie die Unternehmenskultur beeinflussen sich an vielen Stellen gegenseitig, wie zum Beispiel:

- Es gibt mehr Informationen über die Abläufe und Prozesse im Betrieb, die allen Führungskräften und Beschäftigten zur Verfügung stehen und die das Bild des Betriebes und damit den Orientierungsrahmen für die Führungskräfte und

Beschäftigten beeinflussen können.

- Es gibt über die 4.0-Technologien die Möglichkeiten, direkter in die Abläufe im Betrieb einzugreifen und somit seine Vorstellungen direkter einzubringen, was identitätsstiftend wirken kann.
- Bei Unsicherheit von Führungskräften und Beschäftigten, wie mit ihren personenbezogenen Daten umgegangen wird und welche virtuelle Identität sich damit über ihre Person entwickelt, kann die soziale Bindung an den Betrieb (soziale Identität) beeinflusst werden.
- Virtuelle Identitäten von Betrieben beeinflussen, zum Beispiel über Online-Bewertungen, das Selbstbild der dort tätigen Beschäftigten und Führungskräfte.
- Über virtuelle Identitäten von Beschäftigten, zum Beispiel über Verlinkung des Betriebes in persönlichen Profilen, werden die öffentliche Wahrnehmung und damit

die virtuelle Identität des Betriebes beeinflusst.

Sowohl die Personen als auch der Betrieb sollten beim Reflektieren über den Nutzen der oft scheinbar „rationalen“ digital erzeugten Informationen über eine Person berücksichtigen, dass die Daten lediglich Ausschnitte darstellen. Die Daten werden technisch ausgewählt, kombiniert und verknüpft. Die komplexen personalen und sozialen Zusammenhänge und ihre kulturellen Muster können nur partiell erfasst werden. > *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.2 Autonomie der Systeme.* Werden die virtuellen Identitäten für Personalentscheidungen (zum Beispiel in der Rekrutierung, Personalentwicklung oder -bewertung) genutzt, ist die Qualität der Daten entscheidend für die Verlässlichkeit der Informationen. > *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*

¹⁷ vgl. u. a. Krappmann 1993; Mead 1998; Rosa 1996, S. 181ff.

¹⁸ vgl. u. a. Eck 2011; Kornwachs 2014

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Durch die Auseinandersetzung von Unternehmen mit dem Thema virtuelle Identität können unter anderem folgenden **Chancen** genutzt werden:

- Durch eine positive virtuelle Identität des Unternehmens kann das Image des Betriebes als Arbeitgeber verbessert werden, was zu einer erleichterten Rekrutierung von Nachwuchs- und Fachkräften führen kann.
- Durch eine positive virtuelle Identität des Unternehmens kann die Identifikation der Führungskräfte und Beschäftigten mit dem Betrieb verbessert sowie ihre Bindung und Motivation gestärkt werden.
- Eine positive virtuelle Identität der Führungskräfte und Beschäftigten kann zum Unternehmenserfolg

beitragen, zum Beispiel durch den Aufbau, die Erweiterung und die Pflege von Netzwerken.

- Die virtuellen Profile der Führungskräfte und Beschäftigten können für die Arbeits- und Personalorganisation genutzt werden, zum Beispiel zur Sichtbarmachung von individuellen Stärken und Fähigkeiten eines Beschäftigten.
- Die Menschen im Betrieb werden befähigt, ihre eigene Identität zu stärken und virtuelle Profile anderer besser zu beurteilen.

Durch die fehlende Auseinandersetzung von Unternehmen mit dem Thema virtuelle Identität können unter anderem folgende **Gefahren** entstehen:

- Die virtuellen Identitäten werden nicht systematisch und abgestimmt auf die Arbeits- und Personalorganisation genutzt, dadurch werden Potenziale verschenkt.
- Im Betrieb entsteht kein Klima, in dem der Umgang mit virtuellen Identitäten von Führungskräften und Beschäftigten reflexiv behandelt wird. Dadurch wächst die Gefahr von Fehlinterpretationen und Fehlentscheidungen, Unsicherheiten, Ängsten und Misstrauen.
- Die virtuellen Identitäten von Führungskräften und Beschäftigten könnten missbräuchlich verwendet werden, was zu Rechtsproblemen führen kann.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Virtuelle Identitäten der Führungskräfte und Beschäftigten werden über 4.0-Prozesse zunehmend Bestandteil von Arbeit und Unternehmensführung. Führung im Betrieb sollte diesen Prozess bewusst als Bestandteil des alltäglichen Führungsverhaltens im Blick haben und gestalten. Die grundlegende Prämisse für diesen Gestaltungsprozess sollte lauten: Den Führungskräften und Beschäftigten Bedingungen schaffen, damit sie das fortlaufende reflexive Ausbalancieren zwischen personaler, virtueller und sozialer (betrieblicher) Identität bewältigen können.

Die Unternehmensführung sollte einen Orientierungsrahmen schaffen, damit ihre Führungskräfte und Beschäftigten über den Umgang mit virtuellen Identitäten reflektieren können. Dieser Orientierungsrahmen kann beispielsweise durch folgende Maßnahmen gestaltet werden:

Führungskräfte und Beschäftigte benötigen

- ... das erforderliche Wissen darüber, welche Daten in ihre Profilbildung (virtuelle Identitäten) einfließen (dabei können private und berufliche Daten eine Bedeutung

haben).

- ... das Zutrauen zum Betrieb, dass nur verlässliche Daten ihrer virtuellen Identität wie vereinbart verwendet werden.
- ... einen Rahmen, in dem sie gemeinsam kritisch reflektieren können, welche Probleme es beim Umgang mit ihren virtuellen Identitäten gibt und wie diese gelöst werden können.

Um virtuelle Identitäten im Betrieb reflektiert zu nutzen, sind unter anderem folgende Maßnahmen zu empfehlen:

- Die Führungskräfte sollten überlegen, welchen Stellenwert die virtuellen Identitäten von Führungskräften und Beschäftigten für den Betrieb haben.
- Den Führungskräften und Beschäftigten erklären, nach welchen ethischen Maßstäben die virtuellen Identitäten im Betrieb erstellt und genutzt werden. › *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI); 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen.*
- Den Umgang mit den personenbe-

zogenen Daten vereinbaren. Dazu gehört auch zu vereinbaren, welche Nutzerprofile erstellt werden, was mit diesen Daten geschieht, an wen sie weitergegeben oder wie lange sie aufbewahrt werden.¹⁹ In Betrieben mit Betriebsrat/Personalrat sollten dazu Betriebsvereinbarungen abgeschlossen werden. › *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen; 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*

- Bei den virtuellen Identitäten von Führungskräften und Beschäftigten, die im Betrieb oder im Zusammenhang mit der Arbeit erstellt worden sind, sollten diese die Möglichkeit zur Einsicht und in begründeten Fällen zur Korrektur und zur Löschung haben.²⁰
- Das Thema kritischer Umgang mit den virtuellen Identitäten wird regelmäßig gemeinsam von Führungskräften und Beschäftigten besprochen. Dabei werden Probleme beim Umgang mit ihren virtuellen Identitäten angesprochen und gemeinsam festgelegt, wie diese gelöst werden können.

¹⁹ acatech 2013, S. 25

²⁰ acatech 2013, S. 25

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Abels, H. (2017). *Identität* (3. Aufl.). Wiesbaden: Springer VS.
- acatech (Hrsg.). (2013). *Privatheit im Internet. Chancen wahrnehmen, Risiken einschätzen, Vertrauen gestalten*. (acatech POSITI ON). Heidelberg: Springer Verlag.
- Balfanz, D. (2014). Die digital persona. In W. Schröter (Hrsg.), *Identität in der Virtualität* (S. 68–89). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.
- Cernavin, O., & Lemme, G. (2018). Technologische Dimensionen der 4.0-Prozesse. In O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 21–57). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Eck, C. (2011). *Second Life und Identität*. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft.
- Floridi, L. (2015). *Die 4. Revolution – Wie die Infosphäre unser Leben verändert*. Berlin: Suhrkamp Verlag.
- Friesen, H., Berr, K., Gerdes, K., Lenk, A.; & Sanders, G. (2001). *Philosophische Dimensionen des Problems der Virtualität in einer globalen Mediengesellschaft*. Oldenburg: BIS-Verlag.
- Fuchs, T. (2013). Der Schein des Anderen. Empathie und Virtualität. In T. Breyer (Hrsg.), *Grenzen der Empathie. Philosophische, psychologische und anthropologische Perspektiven* (S. 263–282). München: Wilhelm Fink Verlag.
- Flusser, V. (2002). *Medienkultur*. (3. Aufl.). Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuch Verlag.
- Geisberger, E., & Broy, M. (2012). *agendaCPS*. München, Berlin: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaft.
- Keupp, H., Ahbe, T., Gmür, W., Höfer, R., Mitscherlich, B., & Kraus, W. (2002). *Identitätskonstruktionen. Das Patchwork der Identitäten in der Spätmoderne*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Verlag.
- Kornwachs, K. (2014). Arbeits-Ich – Welt-Ich – Netz-Ich. In W. Schröter (Hrsg.), *Identität in der Virtualität* (S. 38–67). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.
- Krappmann, L. (1993). *Soziologische Dimension der Identität* (3. Aufl.). Stuttgart: Klett-Cotta Verlag.
- Luhmann, N. (1994). *Soziale Systeme* (5. Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Mead, G. H. (1998). *Geist, Identität und Gesellschaft* (11. Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Pritz, S. M. (2016). Mood Tracking: Zur digitalen Selbstvermessung der Gefühle. In S. Selke (Hrsg.), *Lifelogging* (S. 127–150). Wiesbaden: Springer VS.
- Rosa, H. (1996). *Identität und kulturelle Praxis*. Frankfurt am Main: New York: Campus Verlag.
- Rosa, H. (2016). *Resonanz*. Berlin: Suhrkamp Verlag.
- Schröter, W. (2016). Virtuelle Identitäten im „Worglogging“. In S. Selke (Hrsg.), *Lifelogging* (S. 193–216). Wiesbaden: Springer VS.
- Selke, S. (2014). *Lifelogging. Wie die digitale Selbstvermessung unsere Gesellschaft verändert*. Berlin: Econ Verlag.
- Selke, S. (Hrsg.). (2016a). Lifelogging zwischen disruptiver Technologie und kulturellem Wandel. In S. Selke (Hrsg.), *Lifelogging* (S. 1–21). Wiesbaden: Springer VS.
- Selke, S. (2016b). Ausweitung der Kampfzone – Rationale Diskriminierung durch Lifelogging und die neue Taxonomie des Sozial. In S. Selke (Hrsg.). (2016a). *Lifelogging: Digitale Selbstvermessung und Lebensprotokollierung zwischen disruptiver Technologie und kulturellem Wandel* (S. 309–339). Wiesbaden: Springer VS.
- Turkle, S. (1998). *Leben im Netz*. Hamburg: Rowohlt Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.2 Autonomie der Systeme
- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen

1. Führung und Kultur > 1.3 Entscheidungen und Verantwortung in 4.0-Prozessen

1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen



■ **Stichwörter:** soziokulturelle Deutungsmuster, soziotechnische Systeme, Interaktion, Interpretation, lernende autonome Systeme

› Warum ist das Thema wichtig?

Mit intelligenter Software¹ und ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) tritt ein neuer „Akteur“ im Entscheidungsumfeld der Führungskräfte und Beschäftigten auf. Die Interaktion

mit der intelligenten Software (inkl. KI) und den cyber-physischen Systemen (CPS)² wird menschliche Entscheidungen beeinflussen. Führungskräfte und Beschäftigte sollten wissen, wie die

intelligente Software (inkl. KI) die Entscheidungen in 4.0-Prozessen³ beeinflussen kann, um verlässlich handeln zu können.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Entscheidung – soziotechnisches System

Die **Entscheidung** einer Person (oder eines Betriebes/eines Teams) ist eine auf Erwartungen, Präferenzen und Ansprüchen basierende Auswahl aus mindestens zwei Handlungsoptionen. Diese Erwartungen können zum Beispiel sein: Erfolg/Misserfolg,

Vor-/Nachteile, Optimierungen, Konformität/Abweichungen, Harmonie/Konflikte, Rationalität/Emotionalität.

Unter einem **soziotechnischen System** wird hier das Zusammenspiel von Mensch und Technik in einem Arbeitsprozess oder einem Betrieb (einem sozialen System) verstanden. Bei der Gestaltung eines soziotechnischen

Systems sind die beiden Grundlagen Mensch und Technik gleichermaßen zu berücksichtigen (Technikgestaltung, menschengerechte und produktive Arbeitsgestaltung, Ergonomie). Soziale und technische Komponenten wirken als Handlungseinheit zusammen und sind als Ganzes Träger der Handlungen.

Aktionsmöglichkeiten von Software 4.0 in CPS

Im Folgenden sollen die Aktionsmöglichkeiten der intelligenten Software (inkl. KI) in Arbeitsprozessen vorgestellt werden, um bewusster und systematischer einschätzen zu können, wie die 4.0-Technologien⁴ das Entscheidungsumfeld von Führungskräften und Beschäftigten beeinflussen können – *siehe Abbildung 1*.⁵

Erkennen

■ *Situationserkennung und Datenerfassung*

Das CPS kann mittels Sensoren

physikalische Daten der Umgebung (lokal und global) erfassen und verarbeiten. Es kann beinahe in Echtzeit die physikalische oder psychische Situation erkennen und Kontexte erfassen (Context Awareness).

■ *Interpretation*

Das CPS kann die erfassten Daten analysieren und interpretieren. Dadurch können Störungen, Hindernisse und Risiken bewertet und zu erwartendes Verhalten von Objekten, Systemen und beteiligten Nutzern prognostiziert werden (Kontextadaptivität).

Verarbeiten

■ *Information*

Das CPS kann gezielt relevante Informationen einholen und einbinden sowie beinahe in Echtzeit an die Nutzer weitergeben, zum Beispiel über unterschiedliche Assistenzsysteme wie Smartphones, Tablets, Audio-Assistenten, Roboter.

■ *Lernen*

Intelligente Software (inkl. KI) besitzt die Fähigkeit, sehr schnell große strukturierte und unstrukturierte Mengen von Daten auf Muster hin zu überprüfen und Schlussfolgerungen zu erstellen.⁶ Dabei

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁴ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁵ vgl. Cernavin & Lemme 2018, S. 46ff.; Geisberger & Boy 2012, S. 61ff., S. 127ff.

⁶ Waser & Stueck 2016, S. 51

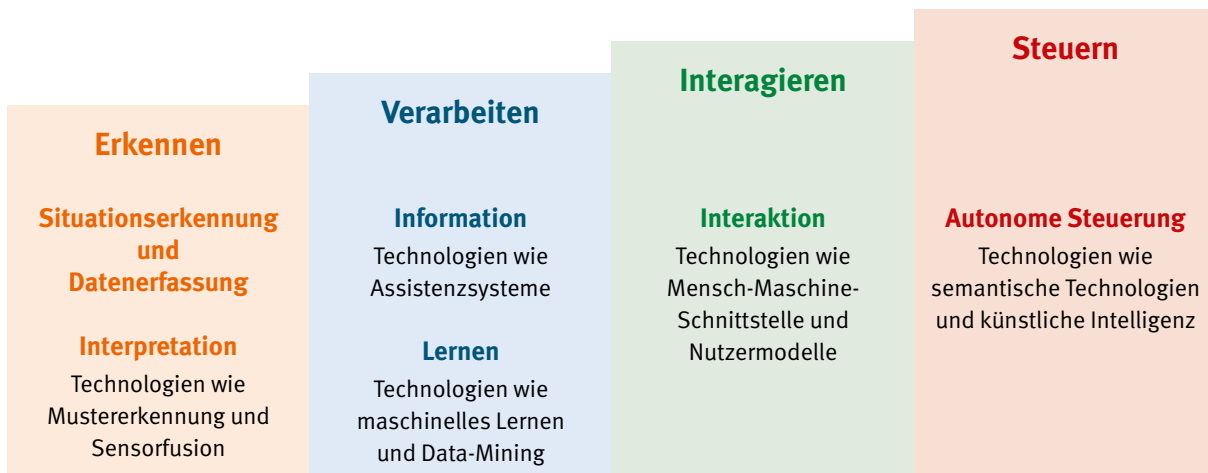


Abbildung 1: Aktionsmöglichkeiten von intelligenter Software (inkl. KI) in CPS (eigene Darstellung)

generiert die intelligente Software (inkl. KI) nicht – wie bei Suchmaschinen – immer wieder das gleiche Ergebnis, sondern sie ist in der Lage, autonom den Kontext von Anfragen bei der Entwicklung von Schlussfolgerungen einzubinden. Intelligente Software (inkl. KI) kann mit diesen Technologien komplexe Fragestellungen neu bewerten und beantworten.⁷ So können Annahmen über Gewohnheiten und Vorlieben von Personen getroffen werden und die intelligente Software (inkl. KI) kann ihre Reaktionen anpassen. Werden mehrere Softwareagenten genutzt, kann auch das Zusammenwirken mehrerer Teilnehmender simuliert werden. Das erlaubt die Vorhersage von Gruppenverhalten (zum Beispiel Prognose von Verkehrsfluss und Staus).

Interagieren

■ Interaktion

Die intelligente Software (inkl. KI) kann Dinge, Komponenten und Funktionen ganz oder teilweise einbinden und regeln sowie die Interaktion zwischen den Dingen und Komponenten einleiten und (teil-)steuern. Sie kann mit anderen CPS interagieren, diese einbinden und die gemeinsamen Aktivitäten koordinieren und

(teil-)steuern. Diese Interaktionen können an die Umgebungs- und Kommunikationsbedingungen angepasst und aktualisiert werden. Dadurch können technische Dinge Menschen unterstützen und auf Basis erkannter Absichten Handlungen sowie Aufgaben übernehmen (Mensch-Maschine-Interaktion). Die Interaktion geht über reine Information (Statusmeldung) und Reaktion (Befehlserteilung) hinaus. Das autonome technische System kooperiert mit dem Menschen, um auch umfassendere Aufgaben arbeitsteilig zu lösen. [▶ Siehe Umsetzungshilfe 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software \(inkl. KI\).](#)⁸

Steuern

■ Autonome (Teil-)Steuerung

In der Verbindung der oben aufgeführten Fähigkeiten kann die intelligente Software (inkl. KI) Informations-, Arbeits- und Managementprozesse teilautonom oder vollautonom steuern. Das Verhalten der intelligenten Software (inkl. KI) ist nicht stereotyp, sondern kann sich langfristig und flexibel autonom ändern. Anhand der erkannten Situation und in Abhängigkeit von den Zielvorgaben der Nutzer ist die intelligente Software

(inkl. KI) von CPS in der Lage, Strategien zur Reaktion im Sinn der Zielerreichung zu entwickeln und diese ganz oder teilweise autonom umzusetzen.⁹ Damit kann die intelligente Software (inkl. KI) sogar ganz oder teilweise Handlungsträger in Informations-, Arbeits- und Managementprozessen werden. [▶ Siehe Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software \(inkl. KI\).](#)

Intelligente Software (inkl. KI) und Entscheidungsumfeld

Die Aktionsmöglichkeiten der intelligenten Software (inkl. KI) machen deutlich, dass mit der 4.0-Technologie ein neuer „Akteur“ im Entscheidungsumfeld der Führungskräfte und Beschäftigten vorhanden ist. Dieser „Akteur“ folgt anderen Deutungs- und Handlungsmustern als Menschen. [▶ Siehe Umsetzungshilfe 1.1.2 Autonomie der Systeme.](#) Gleichzeitig beeinflusst die Interaktion mit der intelligenten Software (inkl. KI) menschliche Entscheidungen in höherem Maße, als es vorher die Kommunikation und die soziokulturellen Muster der Menschen getan haben, oder nimmt den Menschen die Entscheidungen ab. [▶ Siehe Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software \(inkl. KI\).](#)

⁷ Waser & Stuecka 2016, S. 51

⁸ Lüth 2016, S. 26

⁹ Geisberger & Boy 2012, S. 130

Diese Beeinflussung der menschlichen Entscheidungen durch intelligente Software (inkl. KI) kann Vor- und Nachteile mit sich bringen, die man im Umgang mit intelligenter Software (inkl. KI) kennen sollte.

In dem zunehmenden Zusammenwirken zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI) entsteht für den Menschen ein Entscheidungsumfeld, das eine eigene Spezifik besitzt. Ob und wie der Mensch die Entscheidungsangebote von intelligenter Software (inkl. KI) im Arbeitsprozess aufgreift, ist neben seiner Rolle im Betrieb beispielsweise von folgenden Kriterien abhängig, die

als soziotechnische Deutungsmuster bezeichnet werden und weitgehend nicht bewusst sind. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI):*^{10, 11}

- Gewöhnung an die andauernde Nutzung von intelligenter Software (inkl. KI) als Teil von Entscheidungen
- Vertrauen/Misstrauen in Technikenentscheidung
- Attraktivität der Nutzung der 4.0-Technologie (zum Beispiel durch Kennzahlen, Profile, Wettbewerb, Vergleichbarkeit)
- Durchschaubarkeit der Prozesse
- Komplexität der Informationen

- Vermögen der Einschätzung der Funktionsweise der intelligenten Software (inkl. KI)
- Wissen über Verfügbarkeit von Daten und Profilen über die eigene Person und den Betrieb (teilweise Auflösung der Privatheit/Diskretion, Gefühl der Überwachung)
- Akzeptanz von technischer Handlungsträgerschaft beziehungsweise Akzeptanz von autonomem Agieren von Fahrzeugen, Arbeitsmitteln, Assistenzmitteln, Prozessen
- Reaktionserwartung (Erwartung an Reaktionsgeschwindigkeit der Software und/oder „Zwang“ zur direkten Reaktion)

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen der Einflussmöglichkeiten der intelligenten Software (inkl. KI) auf menschliche Entscheidungen sind unter anderem:

- Führungskräfte und Beschäftigte können in ihren Entscheidungen unterstützt und entlastet werden.
- Entscheidungen basieren nicht auf Vorurteilen und Beeinflussungen (sind weniger subjektiv).
- Entscheidungen können schneller und auf Basis von mehr Informationen getroffen werden.
- Entscheidungen können unabhängig von der Verfügbarkeit von Fachpersonal getroffen werden.

Gefahren der Einflussmöglichkeiten der intelligenten Software (inkl. KI) auf menschliche Entscheidungen sind unter anderem:

- Die Menge der Informationen kann von den Führungskräften und Beschäftigten nur noch schwer zu verarbeiten sein (wachsende Vielschichtigkeit, steigende Komplexität).
- Die Entscheidungsgrundlagen können von den Führungskräften und Beschäftigten nicht mehr nachvollzogen werden (fehlende Transparenz).
- Die Bedürfnisse der Führungskräfte

und Beschäftigten werden nicht in die Entscheidungsfindungen einbezogen (fehlende Empathie und Partizipation).

- Die Entscheidungsspielräume der Führungskräfte und Beschäftigten können sich verringern (abnehmende Autonomie, Gefahr der Bevormundung).
- Durch fehlende Datensicherheit können Möglichkeiten der Manipulation entstehen.
- Es kann eine Abhängigkeit von Entscheidungshilfen von intelligenter Software (inkl. KI) entstehen, das Erfahrungslernen abnimmt.

▶ Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Zur Nutzung von intelligenter Software (inkl. KI) im Unternehmen sollten unter anderem folgende Aspekte festgelegt und gegebenenfalls auch vereinbart werden:

- Wie und bei welchen Entscheidungen intelligente Software (inkl. KI) Führungskräfte und Beschäftigte unterstützen kann und soll.
- Auf welcher Datenbasis die Unterstützungsangebote beruhen sollen.
- Nach welchen Kriterien Interpretationen erfolgen sollen (zum Bei-

spiel Produktivität, gesundheitsgerechte Arbeitsgestaltung, kulturelle Aspekte).

- Welche Informationen den Führungskräften und Beschäftigten zur Verfügung stehen sollen (Transparenz versus Komplexität).
- Nach welchen Kriterien die intelligente Software (inkl. KI) lernen soll.
- Mit welchen Dingen die intelligente Software (inkl. KI) interagieren soll und wie Führungskräfte und Beschäftigte in diese Interaktion eingebunden werden sollen.

- Welche Prozesse autonom ganz oder teilweise gesteuert werden und welche Eingriffsmöglichkeiten den Menschen bleiben.
- Inwieweit personenbezogene Daten erfasst und verarbeitet werden und wie sie gesichert werden.

Wir empfehlen, dass Führungskräfte entsprechend der Situation abwägen, ob sie beziehungsweise ihre Beschäftigten für ihre Entscheidung technische Unterstützung benötigen.

¹⁰ vgl. u. a. Cernavin 2017; Grunewald 2007; Huchler 2016; Renn 2005; Rosa 2014, S. 199ff.; Schulz-Schaeffler 2017; Stock 2011; Stubbe und Töppel 2012, Weyer et al. 2012

¹¹ Rammert 2007, S. 162

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Cernavin, O. (2017). Betriebliche Prävention 4.0 – Der Mensch im Prozess der digitalen Arbeit. In W. Schröter (Hrsg.), *Autonomie des Menschen – Autonomie der Systeme* (S. 169–186). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.
- Cernavin, O., & Lemme, G. (2018). Technologische Dimensionen der 4.0-Prozesse. In O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 21–57). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Geisberger, E., & Broy, M. (Hrsg.). (2012). *agendaCPS – Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems*. München: acatech STUDIE.
- Grunewald, A. (2007). Technikdeterminismus oder Sozialdeterminismus: zeitbezüge und Kausalverhältnisse aus der Sicht des „Technology Assessment“. In U. Dolata, & R. Werle (Hrsg.), *Gesellschaft und die Macht der Technik* (S. 63–81). Frankfurt am Main/New York: Campus Verlag.
- Huchler, N. (2016). *Die „Rolle des Menschen“ in der Industrie 4.0 – Technikzentrierter vs. humanzentrierter Ansatz*. In Arbeits- und Industriesoziologische Studien, 9 Jg., 1/S. 57–79.
- Latour, B. (2007). *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft – Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Luhmann, N. (1996). *Soziale Systeme*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Lüth, C. (2016). Diktion und Herausforderungen von Cyber-Physical-Systems. In C. Manzei, L. Schlepner, & R. Heinze (Hrsg.), *Industrie 4.0 im internationalen Kontext* (S. 25–35). Berlin: VDE Verlag GmbH.
- Renn, O. (2005). *Technikakzeptanz: Lehren und Rückschlüsse der Akzeptanzforschung für die Bewältigung des technischen Wandels*. In Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Nr. 3, 14. Jg., Dezember 2005.
- Rosa, H. (2014). *Beschleunigung* (10. Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Ropohl, G. (1979). *Eine Systemtheorie der Technik*. München, Wien: Carl Hanser Verlag.
- Rösler, B. (2017). *Autonomie*. Berlin: Suhrkamp Verlag.
- Schulz-Schaeffer, I. (2017). *Technik und Handeln. Eine handlungstheoretische Analyse*. Berlin: Technical University Technology Studies, Working Papers TUTS-WP-3-2017.
- Stock, J. (2011). *Eine Maschine wird Mensch? Von der Notwendigkeit, Technik als integralen Bestandteil sozialer Praktiken zu akzeptieren – Ein Theorie-Report*. Berlin: Technical University Technology Studies, Working Papers TUTS-WP-2-2011.
- Stubbe, J., & Töppel, M. (Hrsg.). (2012). *Muster und Verläufe der Mensch-Technik-Interaktivität*. Berlin: Technical University Technology Studies, Working Papers, TUTS-WP-2-2012.
- Sydow, H. (1984). *Der soziotechnische Ansatz der Arbeits- und Organisationsgestaltung*. Frankfurt am Main, New York: Campus Verlag.
- Waser, N. H., & Stuecka, R. (2016). Mit Big Data & Analytics Analytics und kognitiven Systemen zu neuen Einsichten. In C. Manzei, L. Schlepner, & R. Heinze (Hrsg.), *Industrie 4.0 im internationalen Kontext* (S. 50–53). Berlin: VDE Verlag GmbH.
- Weyer, J., Kroniger, J., & Hoffmann, S. (2012). Technikakzeptanz in Deutschland und Europa. In B. P. Priddat, K.W. West (Hrsg.), *Die Modernität der Industrie* (S. 317–356). Marburg: Metropolis Verlag.
- Zombardo, P. G., & Gerrig, R. J. (1999). *Psychologie* (7. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.2 Autonomie der Systeme
- 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)

1. Führung und Kultur › 1.3 Entscheidungen und Verantwortung in 4.0-Prozessen

1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)



■ **Stichwörter:** Interaktion, technische Deutungsmuster, kulturelle Deutungsmuster, Stufen der Interaktion, Wertetypen, Mensch-Maschine/Software-Schnittstelle

› Warum ist das Thema wichtig?

Führungskräfte und Beschäftigte interagieren im Betrieb auf unterschiedlichen Ebenen mit intelligenter Software.¹ Intelligente Software von cyber-physischen Systemen (CPS)² ist eine selbstlernende und autonome Software auf Grundlage von Modellen

der künstlichen Intelligenz (KI). Sie bringt eigene „Intentionen“ (technische Deutungsmuster) in die Beziehung zwischen Mensch und Technik mit ein, die neu und ungewohnt für beteiligte Personen sein können.

Die daraus resultierenden Interak-

tionen zwischen Menschen und Software in 4.0-Prozessen³ können Personen entlasten oder belasten. Die Art und Weise dieser Interaktionen können die Unternehmens-, Präventions- und Kommunikationskultur verändern.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Interaktion – Personen – Technik

Unter Interaktion wird in der Regel das Zusammenwirken zwischen anwesenden Personen verstanden (einfaches Sozialsystem⁴). Eine Person konnte zwar in der Vergangenheit auch mit Technik agieren, aber die Technik spielte dann dabei eine weitestgehend passive Rolle. Konventi-

onelle Technik war berechenbar; sie zeigte programmierte Muster und veränderte sich nicht durch Lernprozesse. Die Technik wirkte per Präsenz, indem sie einfach „da war“ und der Umgang mit ihr Auswirkungen auf das Verhalten hatte. Oder sie wirkte kausal-mechanisch wie die Ampel im Straßenverkehr: Die Technik gibt ein Signal und der Mensch verhält sich entsprechend

(triviale Form der Interaktion).

Die intelligente Software (inkl. KI) führt in allen Anwendungsbereichen⁵ eine neue Qualität in die Beziehung zwischen Mensch und Technik ein. Diese autonome und selbstlernende Software agiert aktiv, situationsbezogen und wirkt steuernd auf Personen und soziale Beziehungen.

Erstmals in der Geschichte interagiert der Mensch in 4.0-Prozessen mit Technik, die autonom und selbstlernend ist und nach eigenen Kriterien agiert und lernt. Die Technik mischt sich damit in Beziehungen ein, die bisher ausschließlich unter Menschen abgelaufen sind. Die Interaktionen zwischen Menschen folgen kulturellen Mustern der Gesellschaft, in der die Menschen leben, des Milieus, in dem

sie sich bewegen und des Betriebes, in dem sie arbeiten. Die intelligente Software (inkl. KI) folgt technischen Mustern. Sie informiert, interagiert, lernt und steuert Prozesse nach eigenen (programmierten) technischen Mustern. Dazu deutet sie Situationen nach eigenen Kriterien. Sie ist von Menschen (Programmierern/Auftraggebern) entwickelt worden, nach deren Konzepten und Intentionen aufgebaut

und wird von Organisationen eingesetzt. Ihre technischen Deutungsmuster basieren auf den Vorstellungen von Menschen (humane Dimension) und Organisationen (sozialen Systemen/soziale Dimension/Macht).⁶ Auf dieser Basis jedoch agiert sie autonom und entwickelt sich selbstlernend weiter mit sich auch weiterentwickelnden technischen Deutungsmustern. Diese technischen Deutungsmuster basie-

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁴ Luhmann 1994, S. 263, 560ff.

⁵ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) sowie **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁶ vgl. Bender 2007, S. 46; Ropohl 1979, S. 32ff.

ren auf Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) und anderen Basistechnologien wie Algorithmen, semantischen Technologien oder Ontologien. Die Besonderheit der intelligenten Software (inkl. KI) liegt darin, dass sie nicht nach einem festen Schema operiert, sondern situationsangepasste Lösungen produziert, die kaum erkennbar sind und nicht vorab in allen Details prognostiziert werden können.⁷

➤ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.2 Autonomie der Systeme.*

Intelligente Software (inkl. KI) wird somit Bestandteil von sozialen Beziehungen, ohne dass die intelligente Software (inkl. KI) sozial wäre. Sie wird Bestandteil kultureller Zusammenhänge, obwohl sie nicht kulturell ist. In die menschlichen Beziehungen

ziehen mit der intelligenten Software (inkl. KI) technische Deutungsmuster ein.⁸ Viele Menschen sind auf diesen Wandel nicht vorbereitet.

Um die Akzeptanz im Umgang mit der intelligenten Software (inkl. KI) zu erhöhen, ist diese teilweise so gestaltet, dass sie zwischenmenschliche Interaktion simuliert.⁹ Dadurch „verkleidet“ die intelligente Software (inkl. KI) ihre technischen Deutungsmuster in scheinbar menschliche beziehungsweise kulturelle Erscheinungsformen.

Diese technischen Deutungsmuster können Effekte erzielen, die eine Person, die mit der intelligenten Software (inkl. KI) interagiert, häufig nicht mehr von den Effekten menschlichen Handelns unterscheiden

kann.¹⁰ Das menschliche Verständnis von Interaktion ist auf Interaktion mit anderen Menschen ausgelegt. Intelligente Software (inkl. KI) mischt sich nun in menschliche Beziehungen ein, es kommt zu hybriden Konstellationen.¹¹

Der Einzug der intelligenten Software (inkl. KI) in die Interaktionen im Betrieb funktioniert schleichend und die Personen werden sich darauf einstellen und sich daran gewöhnen (wie an den Umgang mit dem Smartphone). Dieser Prozess wird die Art der Zusammenarbeit im Betrieb und damit auch die Unternehmens- sowie Präventionskultur im Betrieb verändern. Diese Entwicklung kann bei Führungskräften und Beschäftigten Unsicherheiten hervorrufen, das Ge-

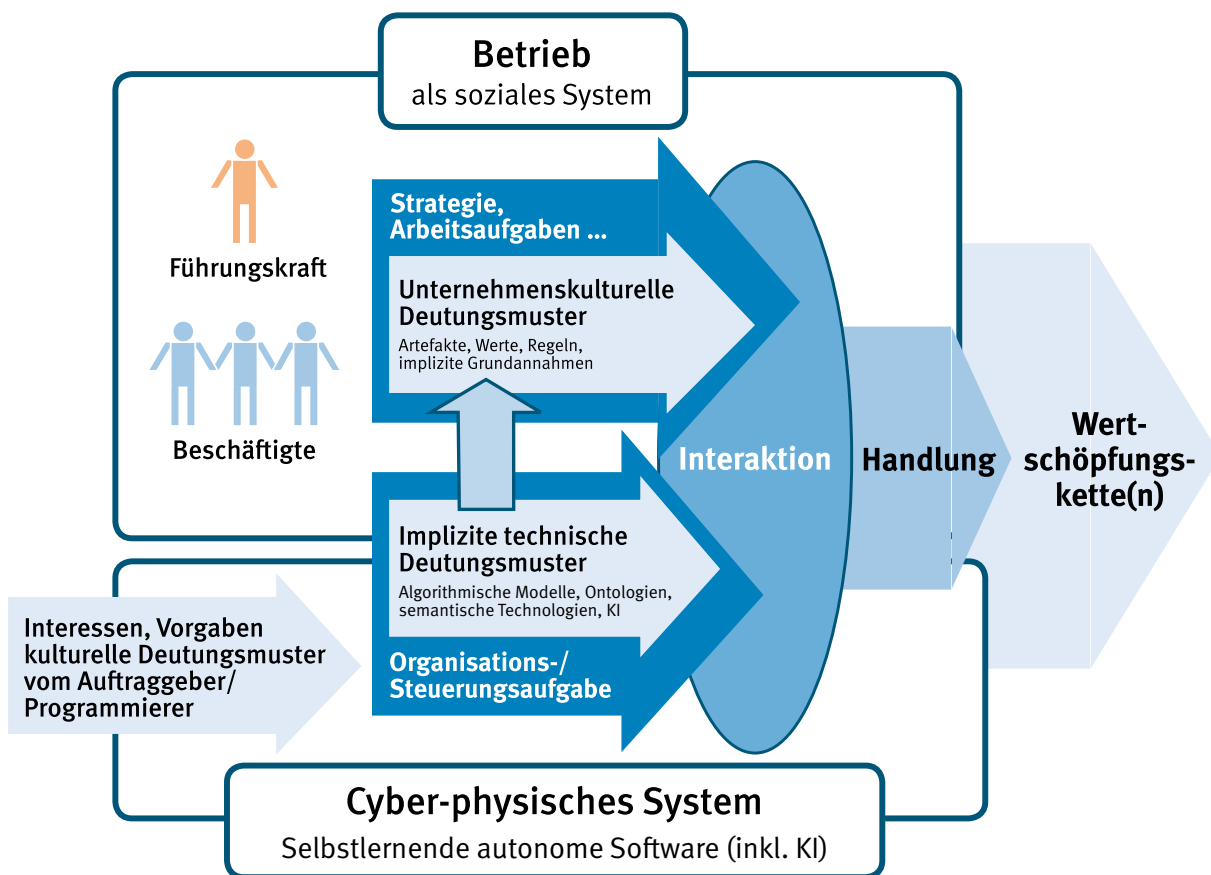


Abbildung 1: Kulturelle und technische Deutungsmuster (nach Cernavin & Diehl 2018, S. 202)

⁷ Weyer 2006, S. 18

⁸ Knorr-Cetina 2007

⁹ Schulz-Schaeffer 2008, S. 12

¹⁰ Weyer 2006, S. 6

¹¹ vgl. Rammert und Schulz-Schaeffer 2002, S. 13; Cramer & Weyer 2007, S. 268

fühl der Fremdbestimmtheit fördern und somit die Arbeitszufriedenheit sowie die Produktivität negativ beeinflussen. Andere Führungskräfte und Beschäftigte werden diese neuen Interaktionsformen faszinierend und interessant finden und sich zusätzlich engagieren. Die Integration der intelligenten Software (inkl. KI) in die Interaktionen im Betrieb kann die Führungskräfte und Beschäftigten entlasten oder zu neuen Belastungen führen. Um sich von diesem Prozess nicht treiben zu lassen, hilft es Betrieben, die Arten der Interaktion der intelligenten Software (inkl. KI) zu kennen und diese mit diesem Wissen gezielt zu nutzen und einzusetzen.

Während in der Arbeitswelt 3.0 die Software keine aktive Unterstützung anbietet, ist die intelligente Software (inkl. KI) in der Lage, autonom zu handeln. Dabei sind verschiedene Stufen der Interaktion möglich:¹²

1. Die intelligente Software (inkl. KI) bietet eine vollständige Menge von Handlungsalternativen an und der Mensch entscheidet sich für eine.
2. Die intelligente Software (inkl. KI) führt den Vorschlag aus, wenn der Mensch es bestätigt.
3. Die intelligente Software (inkl. KI) erlaubt dem Menschen ein Veto einzulegen, um eine automatische Ausführung zu verhindern.
4. Die intelligente Software (inkl. KI) informiert den Menschen über die Ausführung nur, wenn er anfragt.
5. Die intelligente Software (inkl. KI) handelt autonom und ignoriert den Menschen beziehungsweise gibt ihm Anweisungen.

Die fünf Stufen der Interaktion und die Merkmale der intelligenten Software (inkl. KI) verdeutlichen: Intelligente Software (inkl. KI) entlastet in vielen Bereichen die Menschen, indem sie Handlungsalternativen anbietet, den Menschen Entscheidungen abnimmt oder Gefährdungen und Belastungen frühzeitig erkennt und

Handlungsmaßnahmen vorschlägt oder durchführt. Diese Unterstützung wirkt vor allem in den ersten drei Stufen, da hier die Menschen die Strategien des Handelns festlegen, entscheiden und intervenieren können. Die ersten drei Stufen der Interaktion sind mit den herkömmlichen Verhaltensweisen (kulturellen Deutungsmustern) weitestgehend zu verarbeiten und zu bewältigen. In den ersten drei Stufen kann intelligente Software (inkl. KI) Bindung und Sinnstiftung in Prozessen und somit eine Kultur intensiven Miteinanderarbeitens unterstützen. Kulturell wird durch diese Softwareunterstützung wohl eher ein Annäherungsverhalten an die Organisation gefördert und die Menschen werden eher motiviert und produktiv arbeiten.

Gleichzeitig wird aber auch deutlich: Mit zunehmender Autonomie der intelligenten Software (inkl. KI) verändert sich der Status des Menschen in der Interaktion. Die Undurchschaubarkeit der Abläufe und die Ungewissheit nehmen zu. Der Mensch kann zum passiven Beobachter eines Systems werden, das er eventuell immer weniger versteht.¹³ Da die intelligente Software (inkl. KI) in den Stufen 4 und 5 steuert und für die Person entscheidet, kann dies zunehmend passives, reaktives und angepasstes Verhalten erzeugen.

Aus der Perspektive der Unternehmensführung und des Handelns im Betrieb können sich aus den oben genannten Stufen folgende Schlussfolgerungen ergeben:

- Neben der bestehenden Unternehmens- und Präventionskultur eines Betriebes wirken nun auch zusätzlich technische Deutungsmuster. Diese impliziten technischen Deutungsmuster wirken in der Organisation und in der Interaktion mit Menschen in der Regel zunächst, ohne dass sie in Form von Regeln und Vereinbarungen festgehalten sind.¹⁴ Die intelligente

Software (inkl. KI) lernt beispielsweise, nach welchen Algorithmen die Raumtemperatur auf welche Beschäftigte optimal einzustellen ist, und nutzt dabei Daten aus den Wearables der Beschäftigten (Datenschutz vorausgesetzt), aus dem Raum selbst und aus den Vorgaben der Energieeffizienz. Wie diese von der intelligenten Software (inkl. KI) selbst weiterentwickelten Algorithmen und Deutungsmuster aussehen, ist implizites Wissen der intelligenten Software (inkl. KI). Auch die Funktionslogik der verwendeten algorithmischen Modelle dürfte kaum einem der Beteiligten im Betrieb explizit bekannt sein.

- Die autonome und selbstlernende Software (inkl. KI) beeinflusst zunehmend die Werte, Überzeugungen und Regeln einer Organisation. Ob dies verstärkend wirkt („Wir sind modern und hip“) und Annäherung oder aber Vermeidungsverhalten gegenüber der Organisation fördert („Wir sind fremdgesteuert durch Software“), hängt von der jeweils konkreten Situation im Betrieb und von der Einschätzung der Führungskräfte und Beschäftigten ab, also zum Beispiel von Faktoren wie
 - › der bisherigen Kultur im Unternehmen,
 - › der Art der Interaktion zwischen Personen und intelligenter Software (inkl. KI),
 - › der Rolle der Personen in diesem Prozess (auch ihrer Position/Rolle im Machtgefüge),
 - › dem Bindungsgrad der Personen an den Betrieb oder
 - › der Partizipation und Beteiligung.

Es ist anzunehmen, dass sich in den Betrieben die Interaktionen sowie die Unternehmens- und Präventionskultur durch die neue Rolle der intelligenten Software (inkl. KI) verändern werden.

¹² vgl. Cernavin & Diehl 2018, S. 202ff.; Timpe & Kolrep 2002, S. 47; Weyer 2006, S. 5

¹³ Cramer & Weyer 2007, S. 279; Weyer & Grote 2012, S. 189ff.

¹⁴ vgl. Rammert 2007, S. 162

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Die Interaktion der intelligenten Software (inkl. KI) mit Führungskräften und Beschäftigten kann diese unterstützen und aktivieren oder verunsichern und deaktivieren. Welche Chancen und Gefahren eintreten, hängt unter anderem von folgenden Aspekten ab:

- Art der Gestaltung der Interaktion im Betrieb (Unternehmenskultur)
- Informationen, die die beteiligten Personen über die Art der Interaktion besitzen (Information und Transparenz)
- Kompetenzen und Persönlichkeiten der Beteiligten

Folgende **Chancen** können sich unter anderem aus der Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI) ergeben:

- Fehlerquote sinkt
- Optimierung des Wertschöpfungsprozesses

- Optimierung der Reaktionszeit der Beschäftigten
- Reduzierung von physischen Gefährdungen und psychischen Fehlbelastungen
- Verbesserung der Leistungsfähigkeit

Folgende **Gefahren** können sich unter anderem aus der Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI) ergeben:

- Unsicherheit der Beschäftigten, Gefühl der Fremdsteuerung
- Motivationsverlust, Konzentrationsschwäche und Kompetenzverlust durch monotones Arbeiten
- Fehlende Akzeptanz der 4.0-Technologien, fehlendes Vertrauen in 4.0-Technologien
- Fehlende Transparenz der Entscheidungen durch die 4.0-Technologien für die Beschäftigten und Führungskräfte

- Fehlender Handlungsspielraum der Beschäftigten
- Nichtnachvollziehbarkeit von Handlungen der 4.0-Technologien
- Zu hohe Erwartungen in Technikverlässlichkeit und nicht rechtzeitiges Erkennen von Fehlhandlungen

Die Interaktion der intelligenten Software (inkl. KI) beeinflusst auch die Unternehmens- und Präventionskultur, da sie sich nach eigenen technischen Deutungsmustern in das Miteinander der Personen im Betrieb einschaltet. Ob diese Interaktion die Art des Umgangs untereinander und des Arbeitens im Betrieb positiv oder negativ beeinflusst, hängt ebenfalls davon ab, wie aktiv und systematisch der Betrieb diese Interaktionen erkennt, gestaltet und damit auch beeinflusst.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Bei der Interaktion mit intelligenter Software (inkl. KI) sind unter anderem folgende organisatorische Maßnahmen zu empfehlen:

- Allen Führungskräften und Beschäftigten sollte bekannt sein, nach welchen grundlegenden Kriterien die intelligente Software (inkl. KI) eingesetzt wird und wie sie mit den Menschen interagiert – zum Beispiel in Infoblättern, Leitlinien, Betriebsvereinbarungen. *› Siehe Umsetzungshilfen 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI); 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI).*
- Die betrieblichen Aktivitäten zwischen den Führungskräften und Beschäftigten sowie der intelligenten Software (inkl. KI) sollten unter Berücksichtigung der sicheren und gesundheitsgerechten Arbeitsgestaltung bewusst verteilt sein. Neben der technischen Selbststeuerung sollten menschliche Einsichts- und Eingriffsmöglichkeiten

realisiert werden.

- Die Unternehmensführung sollte mit den Beschäftigten vereinbaren, wie die Art der Interaktion zwischen intelligenter Software (inkl. KI) sowie Führungskräften und Beschäftigten gestaltet wird. Dies sollten Unternehmer und Führungskräfte festlegen und bekannt geben. Zu empfehlen ist es, dabei die Erfahrung und das Wissen der Beschäftigten einzubeziehen. *› Siehe Umsetzungshilfe 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen.*
- Eine kritische Diskussion zu diesem Thema sollte kontinuierlich Bestandteil von Besprechungen sein (im Sinne des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses), um die Sensibilität gegenüber dem Thema Schnittstelle zwischen Software und Mensch zu entwickeln und lebendig zu halten.
- Führungskräfte sollten reflektieren, inwieweit Standardisierungen durch intelligente Software (inkl. KI) die Prozesssicherheit gewähr-

leisten sollen. Dabei ist zu bedenken, dass Beschäftigte Standardisierung als Einschränkungen ihres Handelns wahrnehmen könnten.¹⁵ Dieses Problem sollte gemeinsam mit den Beschäftigten besprochen werden, um wirkungsvolle Lösungen zu finden.

- Im Betrieb sollten die Vorteile und die Entlastung, die die intelligente Software (inkl. KI) den Führungskräften und Beschäftigten durch die Interaktion bietet, herausgearbeitet und beschrieben werden – wie zum Beispiel
 - › die physische und psychische Entlastung,
 - › die Assistenzfunktion im Arbeitsprozess,
 - › die Beteiligung und die Verbesserungsprozesse beinahe in Echtzeit,
 - › die individualisierte, sichere und gesundheitsgerechte Arbeitsgestaltung.
- Auch die kritischen Aspekte der Interaktion sollten thematisiert

¹⁵ Pfeiffer 2012

werden, etwa die Frage des Umgangs mit personenbezogenen Daten, die Anweisungsbefugnisse von intelligenter Software (inkl. KI)

gegenüber Führungskräften und Beschäftigten, die Aspekte der Kontrolle und Überwachung oder die Frage der Interventionsmög-

lichkeiten und der Entscheidungsfreiheit für Führungskräfte und Beschäftigte.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Bender, G. (2007). Wechselwirkung zwischen Technik und institutionellen Strukturen versus Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozess. In U. Dolata & R. Werle (Hrsg.), *Gesellschaft und Macht der Technik* (S. 45–62). Frankfurt am Main, New York: Campus Verlag.
- Cernavin, O., & Diehl, S. (2018). Arbeit 4.0 und Unternehmenskultur. In O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 189–229). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Cramer, S., & Weyer, J. (2007). Interaktion, Risiko und Governance in hybriden Systemen. In U. Dolata & R. Werle (Hrsg.), *Gesellschaft und Macht der Technik* (S. 267–285). Frankfurt am Main, New York: Campus Verlag.
- Knorr-Cetina, K. (2007). Umriss einer Soziologie des Postsozialen. In L. Meyer, & H. Pahl (Hrsg.), *Kognitiver Kapitalismus* (S. 25–41). Marburg: Metropolis-Verlag.
- Luhmann, N. (1994). *Soziale Systeme*. (5. Aufl.) (1984). Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Pfeiffer, S. (2012). Arbeit in Bewegung – Innovation stillgestellt? Standardisierung 2.0 in der Innovationsarbeit des Maschinenbaus. In C. Schilcher, & M. Will-Zocholl (Hrsg.), *Arbeitswelten in Bewegung* (S. 59–82). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Rammert, W., & Schulz-Schaeffer, I. (2002). *Technik und Handeln – wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Artefakte verteilt*. Technische Universität Berlin, Fak. VI Planen, Bauen, Umwelt, Institut für Soziologie Fachgebiet Techniksoziologie (Hrsg.). <https://www.uni-due.de/imperia/md/content/soziologie/technikundhandeln.pdf>. Zugegriffen: 23.07.2018.
- Rammert, W. (2007). *Technik – Handeln – Wissen*. Wiesbaden: VS-Verlag für Sozialwissenschaften.
- Ropohl, G. (1979). *Eine Systemtheorie der Technik*. München, Wien: Carl Hanser Verlag.
- Schulz-Schaeffer, I. (2008). *Technik als Gegenstand der Soziologie*. The Technical University Technology Studies, Working Papers TUTS-WP-3-2008. https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/1231/ssoar-2008-schulz-schaeffer-technik_als_gegenstand_der_soziologie.pdf?sequence=1. Zugegriffen: 23.07.2018.
- Timpe, K.-P., & Kolrep, H. (Hrsg.). (2002). *Mensch-Maschine-Systemtechnik. Konzepte, Modellierung, Gestaltung, Evaluation*. Düsseldorf: Symposium.
- Weyer, J. (2006). *Die Kooperation menschlicher Akteure und nicht-menschlicher Agenten. Ansatzpunkte einer Soziologie hybrider Systeme*. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 16 (August 2006). Dortmund: Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät Universität Dortmund.
- Weyer, J., & Gote, G. (2012). Grenzen technischer Sicherheit. In F. Böhle & S. Busch (Hrsg.), *Management von Ungewissheit*, (S. 189–212). Bielefeld: transcript-Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.2 Autonomie der Systeme
- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen
- 1.5.2 Diversity in 4.0-Prozessen

1. Führung und Kultur > 1.3 Entscheidungen und Verantwortung in 4.0-Prozessen

1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)



■ **Stichwörter:** Handlungsdimensionen, Verhältnis Mensch–Software

> Warum ist das Thema wichtig?

Die autonome und selbstlernende intelligente Software¹ der cyber-physischen Systeme (CPS)² kann betriebliche Prozesse organisieren sowie teilweise oder ganz steuern. Intelligente Software mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) kann in allen Anwendungsbereichen³ in die

Entscheidungs- und Handlungskompetenz von Führungskräften und Beschäftigten eingreifen. Dadurch kann sich die Rolle des Menschen im Unternehmen und im Arbeitsprozess verändern. Dies hat auch Auswirkungen auf die Unternehmens- und Präventionskultur im Unternehmen. Führungskräfte

te und Beschäftigte können entlastet oder auch zusätzlich belastet werden, der Umgang miteinander wandelt sich und das Verhältnis jedes Einzelnen zum Betrieb und zum Arbeitsprozess kann sich verändern.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Handlungsträgerschaft

Handlungsträger waren bisher überwiegend Personen.⁴ Sie geben Handlungen einen Sinn und ein Ziel (Intention), sie treffen die Entscheidungen, die jedem Handeln zugrunde liegen, sie sind der Akteur.

In 4.0-Prozessen⁵ trifft autonome und selbstlernende Software (inkl. KI) nach eigenen Kriterien (pro-

grammierten Algorithmen, Modellen künstlicher Intelligenz) Entscheidungen, bringt Dinge zum Handeln (selbstfahrende Fahrzeuge, gesteuerte Arbeitsmittel und Prozesse, Roboter) und tritt in Interaktion mit Menschen. Handlungsträger können in 4.0-Prozessen also sowohl Personen als auch autonome und selbstlernende Software (inkl. KI) sein. Es kommt

zu verteilten und gemeinsamen (hybriden) Handlungssystemen.⁶ Personen und intelligente Software (inkl. KI) besitzen jedoch in den unterschiedlichen Dimensionen des Handelns unterschiedliche Qualitäten (Dimensionen: kausal, kontingent, intentional, reflexiv, emotional).⁷

Beschäftigte und auch Führungskräfte können in 4.0-Arbeitsprozessen als *Entscheider* schrittweise durch intelligente Software (inkl. KI) *verdrängt* werden. Aus technischer Sicht und aus Sicht der ökonomischen Effizienz werden Menschen in Prozessen, die intelligente Software (inkl. KI) autonom steuern, sogar oft eher

als eine potenzielle „Störquelle“ gesehen, wenn eine sehr hohe Systemicherheit und Fehlerfreiheit erreicht werden sollen. Beschäftigte haben dann eher Überwachungs-/Kontrollfunktion oder agieren vorübergehend als „Platzhalter“⁸. Dies ist beispielsweise in Verkehrsflugzeugen der Fall, wenn der Pilot zum Beobachter einer

hoch automatisierten Anlage wird, die überwiegend von einem Autopiloten gesteuert wird.⁹

Die intelligente Software (inkl. KI) kann heute Handlungsträgerschaft in Arbeitsprozessen übernehmen. Sie wird von sich aus tätig, baut „technische Erwartungen“ an den Nutzer auf, entscheidet eigenständig, lernt, agiert

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) sowie **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁴ Der Aspekt des Handelns von Institutionen und Organisationen wird hier nicht behandelt (Handeln sozialer Systeme).

⁵ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁶ Rammert & Schulz-Schaeffer 2002, S. 21.ff.

⁷ Cernavin & Diehl 2018, S. 207

⁸ Cramer & Weyer 2007, S. 267

⁹ Cramer & Weyer 2007, S. 267

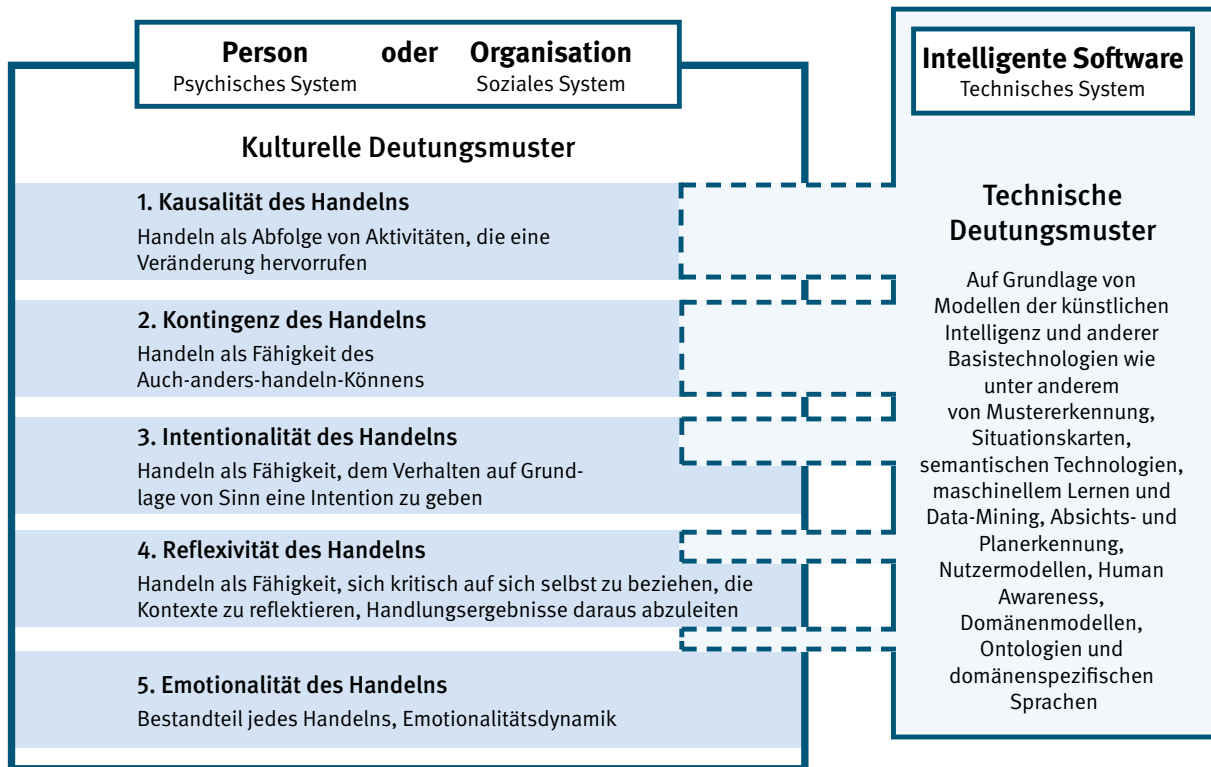


Abbildung 1: Die fünf Ebenen des Handelns (nach Cernavin & Diehl 2018, S. 207)

nicht immer gleich und ignoriert in der letzten Stufe der Interaktion Interventionen der Führungskraft oder des Beschäftigten.¹⁰ ▶ Siehe Umsetzungshilfe 1.1.2 *Autonomie der Systeme*; 1.3.2 *Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)*.

Dimensionen des menschlichen Handelns

Um die Möglichkeiten und Grenzen der Handlungsträgerschaft im Zusammenwirken von Beschäftigten und intelligenter Software (inkl. KI) besser einschätzen zu können, werden fünf Dimensionen des menschlichen Handelns unterschieden, die in der konkreten Handlung gemeinsam, aber in jeweils unterschiedlicher Ausprägung auftreten können.

Diese fünf Dimensionen ermöglichen es, besser zu beurteilen, welche Qualitäten des Handelns von intelligenter Software (inkl. KI) übernommen werden sollen und welche nicht. Sie zeigen, wo die Möglichkeiten und Grenzen der intelligenten Software

(inkl. KI) liegen. Diese fünf Dimensionen des Handelns werden im Folgenden genauer erläutert – siehe *Abbildung 1*:

- 1. Handeln als kausale Abfolge von Aktivitäten, die eine Veränderung hervorrufen (Kausalität des Handelns).**¹¹ In dieser Dimension des Handelns sind die Handlungsschritte kausal aufeinander bezogen: Wenn „das“ passiert, dann folgt „dieses“. Bei diesem kausalen Handeln werden Veränderungen bewirkt, die von Technik/intelligenter Software (inkl. KI) realisiert werden können. Beispiel: Ein Geldautomat kann nach einem Input (Mitteilung) genauso gut wie Beschäftigte in einer Bank Geld abzählen und auszahlen.
- 2. Handeln als Fähigkeit des Auch-anders-handeln-Könnens (Kontingenz des Handelns).**¹² Diese Dimension des Handelns beschreibt, dass der Handelnde auch anders handeln kann als erwartet (kontingent). Ein Akteur kann auf wechselnde oder

neue Gegebenheiten der Umwelt eigenständig reagieren und ist damit für andere nicht gleich berechenbar. Diese Art des Handelns beherrscht die intelligente Software (inkl. KI) mittlerweile auch. Sie kann beispielsweise Situationen autonom nach vielen Kriterien erkennen, Handlungen planen und auf Basis von komplexen Algorithmen eigenständig handeln. Die intelligente Software (inkl. KI) agiert hier nicht mehr kausal erwartbar, sondern kontingent situationsbezogen auf Grundlage algorithmischer Kriterien.

- 3. Handeln als Fähigkeit, dem Verhalten auf Grundlage von Sinn eine Intention zu geben (Intentionalität).**¹³ Menschen geben ihrem Handeln Sinn auf Grundlage ihrer Erfahrungen, ihrer Sozialisation, ihres Bewusstseins und der Kultur, in der sie leben. Diese Faktoren sind außerordentlich komplex und nicht mit formalen Daten zu erfassen. Sie lassen sich nicht

¹⁰ Rammert 2007, S. 36

¹¹ Rammert & Schulz-Schaeffer 2002, S. 22

¹² Rammert & Schulz-Schaeffer 2002, S. 22f.

¹³ Rammert & Schulz-Schaeffer 2002, S. 23f.

„vermessen“, standardisieren und quantifizieren.¹⁴

Diese komplexen Gefüge, die dem Handeln Sinn geben, können von intelligenter Software (inkl. KI) nur teilweise erschlossen und als Kriterien für Handeln hinterlegt werden. Die Kultur von Organisationen und die individuellen Sozialisationserfahrungen von Personen, die Sinn vermitteln, wird die intelligente Software (inkl. KI) nur rudimentär nachvollziehen können.

4. Handeln als Fähigkeit, sich kritisch auf sich selbst zu beziehen, die eingebetteten Kontexte zu reflektieren und das Handlungsergebnis in diesen Zusammenhängen zu sehen (Reflexivität).

In dieser Dimension des Handelns hinterfragt der handelnde Mensch auf Grundlage der eigenen Sozialisation, der sozialen Zusammenhänge und der Kultur, in der er lebt, sich selbst. Der Mensch kann reflexiv sein. Reflexivität hat drei wesentliche Bestandteile:¹⁵

- Die Fähigkeit, sich selbst infrage zu stellen: Das bedeutet, sich auf sich selbst zu beziehen und sich kritisch mit seinem eigenen Verhalten auseinandersetzen zu können.
- Die Fähigkeit, seine eigene Rolle im Umfeld (Umwelt, soziales System) beim Handeln mitzudenken beziehungsweise zu überdenken: Das beinhaltet die Erkenntnis und die Einsicht, dass das Handeln in andere, gegebenenfalls auch übergeordnete, Zusammenhänge eingebettet ist und von diesen Zusammenhängen beeinflusst wird.
- Die Fähigkeit, sich über die Ergebnisse des eigenen Handelns Gedanken zu machen, Gründe für das Handeln zu benennen, sie einzuschätzen, die Ergebnisse infrage zu stellen und zu

verwerfen. Hierzu gehört auch die Fähigkeit, moralische Werte in sein Handeln einbeziehen zu können oder sich vollständig gegen das bisherige eigene Handeln oder das Handeln des Umfeldes zu entscheiden.

Diese Art der Reflexivität ist eine wesentliche Grundlage der Kreativität, aber auch für die Fähigkeit, Moral und Kultur bewusst im Sinne der Gemeinschaft menschlich anzuwenden und weiterzuentwickeln (kognitive Empathie). Reflexivität ist ein Aspekt des Handelns, der typisch für menschliches Handeln ist – zumindest ist dem Menschen die Fähigkeit dazu gegeben. Die intelligente Software (inkl. KI) kann diese Form der Reflexivität nur formal erfüllen. Bislang besitzen bestehende intelligente Softwareprogramme (inkl. KI) keine Algorithmen für diese Art der Reflexivität.

5. Handeln als Dimension, Gefühle ausdrücken zu können (Emotionalität).

Menschliches Handeln ist ohne Emotion nicht möglich.¹⁶ Jedes Handeln besitzt eine Emotionalitätsdynamik, die die Art der Handlungen beeinflusst und die durch die Handlungen selbst wiederum beeinflusst wird.¹⁷ Der Neurobiologe Roth¹⁸ beschreibt: „In jeder Handlung spielen Emotionen eine Rolle wie beispielsweise Glück, Ärger, Zufriedenheit, Aufregtheit, Furcht, Schuldgefühle, Liebe, soziale Fürsorge und die Fähigkeit, mit anderen mitzufühlen (emotionale Empathie). Emotionen als Bestandteil aller menschlichen Handlungen können teilweise außerordentlich dysfunktional sein, sind jedoch andererseits auch eine Grundlage für die einzigartigen menschlichen Fähigkeiten, kreative Leistungen zu erbringen sowie sozial und em-

pathisch handeln zu können.“

Zum Thema intelligente Software (inkl. KI) und Emotion wird viel geforscht (siehe Stichworte Smart Environment, Companion Technologies und so weiter).¹⁹ Die Entwicklungen gehen in die Richtung, dass intelligente Software (inkl. KI) Emotionen von Personen erkennen lernt, ihr Verhalten an die Emotionen teilweise anpasst und sie auch teilweise imitieren kann. Das alles sind aber nur formale algorithmische Anpassungen und Imitationen menschlicher Emotionen. Was nicht imitiert werden kann, sind die tatsächlichen komplexen Auswirkungen menschlicher Emotionen auf Handlungen.

Zwei wesentliche Gestaltungsaspekte zur Handlungsträgerschaft

Überlegen Führungskräfte, wie weit und in welchen Bereichen intelligente Software (inkl. KI) Handlungsträgerschaft übernehmen soll, sollten sie zwei grundlegende Aspekte mitberücksichtigen:

1. Die Stärken und Schwächen der Handlungsfähigkeit von intelligenter Software (inkl. KI) kennen.

Intelligente Software (inkl. KI) kann nur bestimmte Dimensionen und Arten des Handelns abdecken (kausales und kontingentes Handeln sowie in engen Grenzen Handeln Sinn geben). Wesentliche menschliche Fähigkeiten, wie komplexe Sinnhaftigkeit von Handeln, reflexives und emotionales Handeln, kann intelligente Software (inkl. KI) nicht beziehungsweise nicht relevant ersetzen. Übernimmt intelligente Software (inkl. KI) auch in diesen Bereichen Handlungsträgerschaft, werden Fähigkeiten und Kompetenzen der Beschäftigten nicht genutzt beziehungsweise sie sind unter Umständen weniger bereit diese einzubringen, wenn sie gefordert sind.

➤ *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.1 Kom-*

¹⁴ Selke 2016, S. 316

¹⁵ Giddens 1997, S. 53; Luhmann 1992, S. 333f.; Mead 1973, S. 175

¹⁶ vgl. u. a. Roth 1997, S. 178ff.; Schmidt 1996, S. 32ff.; Stengel 1997, S. 98ff.

¹⁷ Maturana 1998, S. 263ff.

¹⁸ Roth 2001, S. 323

¹⁶ vgl. u. a. Roth 1997, S. 178ff.; Schmidt 1996, S. 32ff.; Stengel 1997, S. 98ff.

¹⁷ Maturana 1998, S. 263ff.

¹⁸ Roth 2001, S. 323

¹⁹ vgl. u. a. Beer, Ziegler, & Bleses 2015; Fung 2016; Malchus 2015; Müller 2013

petenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI).

2. Wert des Menschen im betrieblichen Arbeitsprozess beachten.

Beim Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI), die Handlungsträgerschaft übernehmen kann, sollte immer reflektiert werden, welche Rolle der Mensch für den nachhaltigen Erfolg des Betriebes spielt und wie weit ihm die Entscheidungsfreiheit

und Handlungsträgerschaft entzogen werden. Die Handlungsträgerschaft von intelligenter Software (inkl. KI) soll grundlegende ethische Werte der Gesellschaft und der Arbeit nicht beeinträchtigen, wie den Schutz der Persönlichkeit oder der Gesundheit. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)*. Ein unreflektierter Einsatz intelligenter Software (inkl. KI) kann

negative Auswirkungen auf die Leistungsbereitschaft, die Arbeitszufriedenheit, die Produktivität und Innovationsfähigkeit besitzen. Die Glaubwürdigkeit von unternehmensethischen Aspekten („Uns sind unsere Menschen wichtig“) und die Qualität der Unternehmenskultur kann hier leicht Schaden nehmen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)*.

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: In bestimmten (quantifizierbaren) Handlungsabläufen kann die Software sorgfältiger, systematischer und emotionsloser die Informationen verarbeiten und die Prozesse steuern und somit zur Effektivität und Effizienz, Systemicherheit und Fehlerfreiheit beitragen; dies gilt zum Beispiel für die spezielle Produktion von Werkstücken, Prüfung und Instandhaltung von Arbeitsmitteln, Informationen zum Umgang mit Arbeitsmitteln und Gefahrstoffen, Steuerung von autonomen

mobilen Arbeitsmitteln und Fahrzeugen oder kausalen Abläufen im Dienstleistungsbereich.

Gefahren: Die Gefahr besteht darin, dass die Software in Arbeitsprozessen Handlungsträgerschaft übernimmt, die besser von Menschen realisiert werden (zum Beispiel Tätigkeiten, in denen Kreativität oder Improvisationskompetenz erforderlich ist, in denen differenziertere Kommunikation, Empathie und soziale Kompetenz erforderlich sind). Außerdem ist zu berücksichtigen, dass die Menschen bei

Handlungsträgerschaft durch Software Interventionsmöglichkeiten besitzen. Arbeitssysteme, die ausschließlich technische und ökonomische Kriterien zugrunde legen, verlieren somit mittelfristig ihre Legitimität, Innovationsfähigkeit und Kreativität.

Dazu kommt die grundlegende ethische Frage, welche Rolle der Mensch in der Gesellschaft und der Wirtschaft spielen soll. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)*.

▶ Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Maßnahmen zur Gestaltung der Handlungsträgerschaft zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI) sind zum Beispiel:

- Die Führungskräfte klären vor der Anschaffung von neuen smarten Arbeitsmitteln und anderen „Dingen“, die mit intelligenter Software (inkl. KI) verbunden sind, sowie von smarter Organisationssoftware, inwieweit sich damit Entscheidungsbereiche in Arbeitsprozessen verändern und inwieweit die Software Entscheidungen und Handlungsträgerschaft übernimmt.
- Die Führungskräfte machen sich selbst die Möglichkeiten, die Grenzen und die Probleme deutlich, die mit der Handlungsträgerschaft durch die intelligente Software (inkl. KI) entstehen (Vor- und Nachteile). Sie entwickeln Kriterien für den Umgang mit der Handlungsträgerschaft im Betrieb.

■ Die Führungskräfte legen detailliert fest, in welchen Bereichen es wirkungsvoller ist, wenn die intelligente Software (inkl. KI) die Handlungsträgerschaft übernimmt, und in welchen Bereichen Führungskräfte/Beschäftigte die Handlungsträgerschaft behalten sollen. Dabei werden auch die Grenzen der Handlungsträgerschaft der intelligenten Software (inkl. KI) und die Interventionsmöglichkeiten für Führungskräfte/Beschäftigte berücksichtigt. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien*.

■ Die Führungskräfte überlegen, wie sich die Rollen von Führungskräften und Beschäftigten mit den Möglichkeiten der Handlungsträgerschaft durch die intelligente Software (inkl. KI) verändern und wie diese Software für eine aktivierende (agile) Organisation genutzt

werden kann. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.1 Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen*.

■ Die Führungskräfte überlegen, wie sich ihr eigenes Führungsverhalten durch die Möglichkeiten der Handlungsträgerschaft durch die intelligente Software (inkl. KI) verändert und welche neuen Anforderungen dadurch entstehen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse*.

■ Die Führungskräfte sind sich bewusst, dass die Übernahme der Handlungsträgerschaft durch intelligente Software (inkl. KI), so wie alle neuen 4.0-Technologien²⁰, zu Paradoxien und Problemen führen kann, die nur produktiv bewältigt werden, wenn auch die betroffenen Beschäftigten eingebunden werden und wenn der Führungsstil im Unternehmen diese Einbindung der Beschäftigten fördert.

²⁰ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen etc., smarte Dienstleistungen, Apps), die von Software 4.0 (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

- Die Führungskräfte besprechen die Problematik der veränderten Möglichkeiten der Handlungsträgerschaft mit den Beschäftigten, damit diese Kriterien für die Einschätzung und Bewertung der geplanten Maßnahmen besitzen und nicht durch die Entwicklungen überrascht und demotiviert werden.
- Der Betrieb entwickelt einen Kriterienkatalog zum Umgang mit der Handlungsträgerschaft von intelligenter Software (inkl. KI) in den Arbeitsprozessen. Hierzu gehören auch Möglichkeiten der Intervention der Beschäftigten in softwaregesteuerten Prozessen. Es ist zu empfehlen, dabei auch die Beschäftigten einzubeziehen.
- Die Führungskräfte analysieren die Risiken – Chancen und Gefahren – der Änderung der Handlungsträgerschaft und berücksichtigen dabei auch, ob und wie die Beschäftigten dadurch belastet werden können beziehungsweise welche Erleichterung der Arbeit dadurch für sie entstehen kann (zum Beispiel im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung).
- Die Führungskräfte legen auf dieser Grundlage Maßnahmen zum Umgang mit den Arbeitsmitteln und der intelligenten Software (inkl. KI) fest. Dazu gehören auch Maßnahmen für den Umgang mit möglichen Gefährdungen durch die geänderte Handlungsträgerschaft. Es ist zu empfehlen, diese Maßnahmen und etwaige Änderungsvorstellungen gemeinsam mit den Beschäftigten zu diskutieren, um die Akzeptanz zur Umsetzung dieser Maßnahmen zu erhöhen.
- Die Beschäftigten werden detailliert über die Änderungen von Handlungsträgerschaft bei angeschafften Arbeitsmitteln und intelligenter Software (inkl. KI) informiert und im sicheren und gesundheitsgerechten Umgang damit unterwiesen.
- In Teambesprechungen werden auch Fragen der Handlungsträgerschaft und ihre Auswirkungen auf den Arbeitsprozess und die Arbeitszufriedenheit besprochen. Entsprechende Verbesserungsmaßnahmen werden diskutiert und umgesetzt.
- In den regelmäßigen Besprechungen der Führungskräfte werden ebenfalls Fragen der Handlungsträgerschaft und ihre Auswirkungen auf den Arbeitsprozess und die Arbeitszufriedenheit besprochen, um Schwachstellen kennenzulernen und Verbesserungen einzuleiten.
- Es ist zu dokumentieren, an welcher Stelle die intelligente Software (inkl. KI) entscheidet und an welcher Stelle der beteiligte Beschäftigte, um eventuelle Haftungsfragen im Nachhinein klären zu können. Es sollte mit den Beschäftigten auch hier vereinbart werden, wie mit den dabei anfallenden Daten umgegangen wird. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen.*
- Zu empfehlen ist: Die neuen Modelle der Handlungsträgerschaft sollten in einem kooperativen Prozess der Zusammenarbeit erarbeitet werden, in dem Führungskräfte und Beschäftigte strukturiert und zielorientiert zusammenarbeiten. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.1 Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen.*

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Beer, T., Ziegler, S., & Bleses, H. M. (2015). *Technische Assistenzsysteme als Mitarbeitende des Pflegepersonals. Der Roboter als Freund und Begleiter*. Cura-viva, 86 (1), S. 22–25.
- Cernavin, O., & Diehl, S. (2018). Arbeit 4.0 und Unternehmenskultur. In O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 189–229). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Cramer, S., & Weyer, J. (2007). Interaktion, Risiko und Governance in hybriden Systemen. In U. Dolata, & R. Werle (Hrsg.), *Gesellschaft und Macht der Technik* (S. 267–285). Frankfurt am Main, New York: Campus Verlag.
- Fung, P. (2016). *Roboter mit Gefühlen*. Spektrum der Wissenschaft, (2), S. 80–84.
- Giddens, A. (1997). *Die Konstitution der Gesellschaft* (3. Aufl.). Frankfurt am Main, New York: Campus Verlag.
- Luhmann, N. (1992). *Die Wissenschaft der Gesellschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Malchus, K. (2015). *Evaluation emotionaler und kommunikativer Verhaltensweisen in Mensch-Roboter Interaktionen in therapierelevanten Szenarien zur Entwicklung eines Modells für die roboterunterstützte Therapie bei Sprach- und Kommunikationsstörungen*. Bielefeld: Universität Bielefeld.
- Maturana, H. R. (1998). *Biologie der Realität*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Mead, G. H. (1973). *Geist, Identität und Gesellschaft* (11. Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Müller, L. (2013). *Emotionale Modellierung in Mensch-Maschine-Interaktionen*. Masterarbeit. Hamburg: Fakultät Technik und Informatik der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg.
- Rammert, W. (2007). *Technik – Handeln – Wissen*. Wiesbaden: VS-Verlag für Sozialwissenschaften.
- Rammert, W., & Schulz-Schaeffer, I. (2002). *Technik und Handeln – wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Artefakte verteilt*. In Fak. VI Planen, Bauen, Umwelt, Institut für Soziologie Fachgebiet Techniksoziologie (Hrsg.), TUTS – Working Papers 4-2002. Berlin: Technische Universität Berlin.
- www.uni-due.de/imperia/md/content/soziologie/technikundhandeln.pdf. Zugriffen: 30.12.2016.
- Selke, S. (2016). Ausweitung der Kampfzone – Rationale Diskriminierung durch Lifelogging und die neue Taxonomie des Sozialen. In S. Selke (Hrsg.), *Lifelogging* (S. 309–339). Wiesbaden: Springer VS.
- Roth, G. (1997). *Das Gehirn und seine Wirklichkeit*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Roth, G. (2001). *Fühlen, Denken, Handeln*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Schmidt, S. J. (1996). *Kognitive Autonomie und soziale Ordnung* (2. Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Stengel, M. (1997). *Psychologie der Arbeit*. Weinheim: Beltz Psychologie-Verlags-Union.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.2 Autonomie der Systeme
- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen
- 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse
- 1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungsverhalten für 4.0-Prozesse
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.4 Autonome Softwaresysteme und Unternehmerverantwortung
- 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen
- 2.1.1 Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen (Rahmenbedingungen)

1.3.4 Autonome Softwaresysteme und Unternehmerverantwortung



■ **Stichwörter:** Arbeitsschutz, Datenschutz, Ju-RAMI 4.0, Personenschaden, Sachschaden, Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

> Warum ist das Thema wichtig?

Cyber-physische Systeme (CPS)¹ übernehmen in 4.0-Prozessen² zunehmend Aufgaben der (Teil-)Steuerung der Arbeitsabläufe. Über intelligente Software³ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) können CPS Veränderungen in Abläufen vor- und Anpassungsbedarfe wahrnehmen, können Ereignisse interpretieren, Handlungsoptionen auslösen und ei-

genständig entscheiden. 4.0-Technologien⁴ kommunizieren mit ihrem Umfeld und interagieren mit dem Menschen im Arbeitsprozess. Damit können CPS in rechtliche Verantwortungsbereiche des Unternehmers eingreifen (zum Beispiel in Regelungsbereiche des Bürgerlichen Gesetzbuches, Strafgesetzbuches, Datenschutzrechts, Arbeitsschutzrechts). Zu vielen dieser durch

autonome Systeme ganz oder teilweise gesteuerten 4.0-Prozesse ist eine klare Einordnung in den bestehenden Rechtsrahmen nicht immer möglich.⁵ Es ist wichtig, diese rechtlich nicht eindeutigen Aspekte zu kennen, die sich dann ergeben, wenn die intelligente Software (inkl. KI) die (Teil-)Steuerung in Prozessen übernimmt.

Diese Umsetzungshilfe besitzt keine rechtliche Verbindlichkeit, sondern beschreibt einige grundsätzliche Fragen der Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen, die jeweils speziell rechtlich zu klären sind.

> Worum geht es bei dem Thema?

Die Autonomie der intelligenten Software (inkl. KI) ist zwar technologischer Art (*technische Deutungsmuster* > siehe Umsetzungshilfen 1.3.2 *Interaktion zwischen Mensch und Software 4.0*; 1.3.3 *Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software*) und ihr Grad hängt davon ab, wie komplex und differenziert die Interaktion der intelligenten Software (inkl. KI) mit ihrer jeweiligen Umwelt konzipiert worden ist. > *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)*; 2.3.3 *Datenqualität in 4.0-Prozessen*. Die Autonomie der intelligenten Software (inkl. KI) führt aber auch dazu,

dass sie nach diesen technischen Deutungsmustern selbst Schlüsse aus den Daten der Umwelt zieht und lernt sowie in Prozessen entscheidet, diese ganz oder teilweise steuert und kontrolliert. Damit tauchen Fragen der Haftung im Zusammenhang mit einer Verantwortlichkeit für Handlungen und Unterlassungen von intelligenter Software (inkl. KI) auf, die nicht automatisch auf einen bestimmten menschlichen Akteur zurückgeführt werden können. Derzeit kann im Rahmen des geltenden Rechts intelligente Software (inkl. KI) nicht für Handlungen oder Unterlassungen haftbar gemacht werden, die zu Sach- und

Personenschäden führen können. Insofern stehen Hersteller, Betreiber, Eigentümer und Nutzer für Handlungen oder Unterlassungen der intelligenten Software in Verantwortung. Dies ist vor allem dann eine Frage, wenn die intelligente Software autonom und selbstlernend in Bereiche eingreift, die im Arbeitsprozess der Unternehmerverantwortung unterliegen.

Im Folgenden soll an einigen Beispielen dargestellt werden, in welchen Bereichen autonome und selbstlernende intelligente Software in Verantwortungs- und Rechtsbereiche des Unternehmers eingreifen kann (in Anlehnung an „Ju-RAMI 4.0“⁶):

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁴ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁵ vgl. u. a. Di Fabio 2016, S. 17f.; Europäisches Parlament 2015, Kapitel „Haftung“; Hilgendorf & Seidel 2016a, S. 12; Tschol 2014

⁶ „Ju-RAMI 4.0“ ist ein juristisches Referenzarchitekturmodell, das helfen soll, die Kluft zwischen 4.0-Technik, 4.0-Prozessen und Recht mithilfe einer Systematisierung und Visualisierung vorhandener Problemzusammenhänge zu überwinden, Hilgendorf & Seidel 2016a/2016b.

■ Personenschaden – Beispiele:

- › Infolge eines Sensors, der fehlerhafte Daten liefert, verletzt ein autonom fahrender Gabelstapler auf dem Firmengelände einen Menschen.
- › Ein CPS erkennt eine nicht ergonomische Körperhaltung und Bewegung eines Beschäftigten und korrigiert sie über ein Assistenzsystem; die Hinweise sind jedoch nicht korrekt und führen zu einem zusätzlichen Gesundheitsschaden bei dem Beschäftigten.

Rechtssituation: Wer den Körper einer anderen Person vorsätzlich oder fahrlässig verletzt, kann strafrechtlich zur Verantwortung gezogen werden (vorsätzliche [§ 223 StGB⁷] oder fahrlässige Körperverletzung [§ 229 StGB]). Wird eine Person getötet, wird eine vorsätzliche (§ 212 StGB) oder fahrlässige (§ 222 StGB) Tötung untersucht.⁸

■ Verstoß gegen Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit – Beispiele:

- › Eine autonome Steuerungssoftware setzt ein Zugangsverbot zu einem durch Gefahrstoffe kontaminierten Bereich außer Kraft (inklusive der smarten Sperrmechanismen an den Zugangstüren), weil der Weg durch diesen Bereich eine erhebliche Zeitersparnis bringt.
- › Eine autonome Informationssoftware einer Anlage, die die Beschäftigten über Smartglases im Bedienen der Anlage instruiert, hat die Arbeitsschutzunterweisung gestrichen. Dies hat sie von der falsch programmierten Software von verketteten Anlagen gelernt. Nach einem Unfall kann der Unternehmer nicht nachweisen, den Beschäftigten wie vorgeschrieben unterwiesen zu haben.

Rechtssituation: Der Arbeitgeber hat für eine sichere und gesunde Arbeit zu sorgen und dafür alle technischen, organisatorischen und personalen Maßnahmen zu planen, umzusetzen und zu kontrollieren (§§ 3, 4 ArbSchG sowie u. a. § 4 BetrSichV; § 7 GefStoffV; § 4 ArbStättV)⁹. Die Umsetzung der Aufgabe kann der Unternehmer delegieren, die grundlegende Verantwortung für den Arbeitsschutz bleibt beim Unternehmer.

■ Missbrauch personenbezogener Daten – Beispiele:

- › Die Smartphones, die der Betrieb allen Führungskräften und Beschäftigten zur Verfügung gestellt hat, erfassen Bewegungs- und Kommunikationsdaten der Beschäftigten und nutzen sie für das von intelligenter Software gesteuerte Personalcontrolling, ohne dass eine entsprechende Vereinbarung mit den Führungskräften und Beschäftigten vereinbart wurde.
- › Ein smarter Bohrer liefert Daten über die Arbeitsweise der Beschäftigten an die Hersteller-Plattform des Arbeitsmittels, ohne dass die Beschäftigten und der Arbeitgeber dies wissen.

Rechtssituation: Personenbezogene Daten dürfen nur dann erhoben, abgespeichert oder verarbeitet werden, wenn der Betroffene ausdrücklich zugestimmt hat oder ein Gesetz die Erhebung, Speicherung oder Verarbeitung vorsieht. Derartige Daten werden missbraucht, wenn sie zu rechtlich unzulässigen Zwecken verwendet werden.¹⁰ Grundlage für den Datenschutz in Deutschland bilden neben dem Grundgesetz (GG), die EU-Datenschutz-Grundverordnung (EU-DS-GVO) und das neue Bundesdatenschutzgesetz (BDSG n. F.).

■ Sachschaden – Beispiele:

- › Eine fehlerhafte Programmierung eines autonom agierenden Service-Transportroboters führt zu erheblichen Schäden an Fahrzeugen auf dem Betriebsgelände.
- › Eine autonome intelligente Software, die eine Reihe verketteter Maschinen steuert, berücksichtigt wesentliche Parameter der Arbeitsumgebung nicht und es kommt zu Defekten an den Maschinen.

Rechtssituation: Sachschäden hat grundsätzlich der Eigentümer selbst zu tragen. Ein Recht auf Ersatz des entstandenen Schadens besitzt er nur, wenn es dafür eine besondere rechtliche Grundlage gibt, zum Beispiel einen Vertrag (sogenannte vertragliche Haftung) oder eine gesetzliche Vorschrift (wie § 823 BGB¹¹, sogenannte gesetzliche Haftung). Wird ein Sachschaden vorsätzlich herbeigeführt, kann der Verursacher des Schadens unter Umständen auch strafrechtlich zur Verantwortung gezogen werden (§ 303 StGB, Sachbeschädigung).¹²

■ Kontrollverlust an Arbeitsmitteln – Beispiel:

- › Eine selbstlernende Software zieht auf Grundlage ermittelter Daten den Schluss, dass ein Beschäftigter effizienter mit dem Arbeitsmittel arbeitet, wenn die Schutzeinrichtung deaktiviert ist; die Software deaktiviert daraufhin die Schutzeinrichtungen.
- › Gleichzeitig deaktiviert die intelligente Software (inkl. KI) auch an allen anderen mit dem Arbeitsmittel verketteten Einrichtungen die Schutzeinrichtung.

Rechtssituation: Ein Kontrollverlust liegt dann vor, wenn vorgegebene Regeln nicht mehr befolgt werden und eine Rückführung in den ur-

⁷ StGB = Strafgesetzbuch

⁸ Hilgendorf & Seidel 2016a, S. 19

⁹ ArbSchG = Arbeitsschutzgesetz; BetrSichV = Betriebssicherheitsverordnung; GefStoffV = Gefahrstoffverordnung; ArbStättV = Arbeitsstättenverordnung

¹⁰ Hilgendorf & Seidel 2016a, S. 20

¹¹ BGB = Bürgerliches Gesetzbuch

¹² Hilgendorf & Seidel 2016a, S. 19

sprünglichen regelgeleiteten Zustand nicht oder nur unter großem Aufwand möglich ist. Kontrollverlust stellt bei intelligenter Software (inkl. KI) ein erhebliches Risiko dar. Autonom erlernte Fehler und Fehlfunktionen können sich von einem zum anderen Arbeitsmittel übertragen. Dies kann Sach- und Personenschäden verursachen.¹³

Vertragsbruch – Beispiele:

- › Die autonome Organisationssoftware erhöht die Taktung eines Arbeitsprozesses entgegen der vertraglichen Vereinbarungen (zum Beispiel nach Arbeits-

vertrag, Betriebsvereinbarung).

- › Die smarte Personaleinsatzplanungssoftware setzt einen Beschäftigten länger ein als im Arbeitsvertrag festgelegt.

Rechtssituation: Der Vertragsbruch muss nicht vorsätzlich erfolgen. Wenn durch einen Vertragsbruch Sach- oder Personenschäden entstehen, führt dies in der Regel zu einer rechtlichen Schadensersatzpflicht.

Die Beispiele verdeutlichen die Rechtsprobleme, die sich im Handlungsfeld Unternehmerverantwortung

und autonome sowie selbstlernende intelligente Software (inkl. KI) ergeben können. Unser Rechtssystem ist auf verantwortlich handelnde Person zugeschnitten und nicht auf autonom und intelligent handelnde Software.¹⁴ Autonome Systeme besitzen bisher keine eigene Rechtspersönlichkeit. Daher ist nach geltendem Recht der Betreiber, der Eigentümer, der Nutzer der intelligenten Software (also der Unternehmer) oder der Hersteller verantwortlich, je nach Ursache des Schadens. Aus diesem Grund sollten die Betriebe die Frage der Unternehmerverantwortung bei der Nutzung autonomer CPS möglichst sorgfältig überlegen und klären.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Wer die teilweise offene Rechtssituation des Einsatzes autonomer und selbstlernender CPS kennt und berücksichtigt, kann die Potenziale der intelligenten Software (inkl. KI) vollständig nutzen, um Arbeitsprozesse effektiv, effizient, sicher und gesund

zu gestalten sowie neue Marktsegmente und Dienstleistungen umzusetzen.

Wer autonome und selbstlernende CPS unter Berücksichtigung der teilweise offenen Rechtssituation unreflektiert, ohne die Risiken ein-

zuschätzen und ohne Absicherung einsetzt, unterliegt der Gefahr, für Handlungen der Software verantwortlich gemacht zu werden, die einen erheblichen Schaden für den Unternehmer und das Unternehmen zur Folge haben.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Beim Einsatz von autonomer und selbstlernender intelligenter Software sollte in allen Anwendungsbereichen¹⁵ unter anderem Folgendes berücksichtigt werden:¹⁶

Information: Sich vor dem Einsatz aller smarten Gegenstände (wie Arbeitsmittel, Raumumgebung, Anlagen, Einrichtungen, Fahrzeuge), aller smarten Prozesse (wie Prozessplanung, Organisation, Personaleinsatz) sowie von Organisations- und Steuerungssoftware, die diese Arbeitsmittel und Gegenstände vernetzt, beim Hersteller/Anbieter informieren:

- › Welche Funktionen (insbesondere Steuerungsfunktion, Vernetzung, Lernprozesse) erfüllt autonome und selbstlernende Software?
- › Was wird von der Software wie entschieden?

- › Welche Informationen/Protokolle liefert die Software über ihre Entscheidungen?
- › Welche Daten werden erhoben und wie, wo und wofür werden sie genutzt?
- › Welche Interventionsmöglichkeiten gibt es für den Betrieb und für einzelne Führungskräfte und Beschäftigte?
- › In welchem Datenformat stehen die Daten zur Verfügung und ist dieses Format kompatibel zu den im Betrieb genutzten Formaten (beziehungsweise welche Anpassungsarbeiten sind erforderlich)?

Hierzu empfiehlt es sich, die Lizenzbedingungen des Herstellers/Anbieters der autonomen und selbstlernenden intelligenten Software durchzulesen.

Konzept: Hierbei sind in Bezug auf die Verantwortung die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- › Anwendungsbereiche und Nutzungsart der autonomen und selbstlernenden intelligenten Software (inkl. KI) im Betrieb (zum Beispiel als Teilprozess oder als Bestandteil des Gesamtsystems)
- › Potenziale, die die intelligente Software (inkl. KI) bietet
- › Kriterien nach denen die Software lernt und Prozesse ganz oder teilweise steuert
- › Art der benötigten Daten, Berücksichtigung von Arbeitsschutz, Datensicherheit und -schutz
- › Transparenz der Handlungsträgerschaft, Interventionsmöglichkeiten,
- › Rückholbarkeit/Löschung, Um-

¹³ Hilgendorf & Seidel 2016a, S. 21

¹⁴ BDI & Noerr LLP 2015, S. 14

¹⁵ Anwendungsbereiche von CPS können sein: Insellösungen, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und verkettete Prozesse und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem geschlossene Betriebsanwendungen (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud) offene Anwendungen (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

¹⁶ vgl. u. a. Europäisches Parlament 2015; Probst-Klosterkamp 2017; Sauerwein 2017

- › gang mit den Daten, Besitz an den Daten
 - › Art der Dokumentation
 - › Stand der Gerichtsbarkeit
- **Risiken:** Einschätzen und bewerten, ob die gewählten Lösungen und Konzepte Risiken enthalten, und entsprechende Maßnahmen festlegen. Die rechtlichen Schwachstellen identifizieren und auch hier Kontrollmaßnahmen definieren.
 - **Vereinbarung mit Hersteller/Anbieter:** Regeln vereinbaren, wie die im Konzept dargestellten Anforderungen realisiert und garantiert werden beziehungsweise nur Lösungen annehmen, die die Anforderungen des Konzeptes weitgehend erfüllen und klare rechtliche Regeln zulassen.
 - **Einführung:** Verfahren festlegen, wie die Führungskräfte und Beschäftigten mit den autonomen Systemen arbeiten sollen. Mit den Führungskräften und Beschäftigten vereinbaren, wie mit personenbezogenen Daten umgegangen wird. Die Führungskräfte und Beschäftigten für die Arbeit mit den autonomen und selbstlernenden Systemen qualifizieren und darüber informieren, welche rechtlichen Probleme dabei auftreten können.
 - **Kontrolle:** Wirksamkeit der eingesetzten autonomen und selbstlernenden intelligenten Software (inkl. KI) überprüfen. Dabei auch die rechtlichen Schwachstellen, die Erfahrungen der Führungskräfte und Beschäftigten sowie ihre Verbesserungsvorschläge berücksichtigen.
 - **Dokumentation:** Die Dokumentation bietet eine Grundlage, um Probleme mit Verantwortlichkeit in den einzelnen Situationen überhaupt beurteilen zu können. Dazu ist sicherzustellen, dass alle Entscheidungen und Prozesse der autonomen und selbstlernenden intelligenten Software dokumentiert werden:
 - › Wer zu welchem Zeitpunkt jeweils entscheidet, steuert und kontrolliert.
 - › Wann, wie und an welchen Stellen die Handlungsträgerschaft wechselt.
 - › Auch die Entscheidungsschritte der intelligenten Software sollten für die Rekonstruktion und Rückverfolgung zugänglich und dokumentiert sein.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- BDI – Bundesverband der Deutschen Industrie e.V., & Noerr LLP. (2015). *Industrie 4.0 – Rechtliche Herausforderungen der Digitalisierung*. Berlin: BDI.
- Di Fabio, U. (2016). *Grundrechtsgeltung in digitalen Systemen*. München: C. H. Beck.
- Europäisches Parlament (2015). *Empfehlungen an die Kommission zu zivilrechtlichen Regelungen im Bereich Robotik*. (2015/2103(INL)-Entwurf.
- Hilgendorf, E., & Seidel, U. (2016a). *Juristische Herausforderungen für digitale Wertschöpfung – strukturierte Lösungswege für KMU*. iit-Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. (Hrsg.). Berlin: www.autonomik40.de.
- Hilgendorf, E., & Seidel, U. (2016b). *Juristische Herausforderungen für digitale Wertschöpfung – strukturierte Lösungswege für KMU*, iit-Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. (Hrsg.). Berlin: www.autonomik40.de.
- Probst-Klosterkamp, M. (2017). Rechtliche Herausforderungen der Industrie 4.0 für den Mittelstand. In W. Krüger (Hrsg.), *Digitalisierung und Industrie 4.0 – Herausforderungen für den Mittelstand* (S. 92–102). Bielefeld. Fachhochschule des Mittelstandes (FHM).
- Sauerwein, F. (2017). *Macht der Algorithmen. Einfluss ohne Verantwortung? – Algorithmen und Roboter treffen Entscheidungen und übernehmen Führungsaufgaben – aber können sie dafür auch Verantwortung übernehmen?* www.derstandard.de/story/2000064791531/macht-der-algorithmen-einfluss-ohne-verantwortung. Zugegriffen: 06.08.2018.
- Tschohl, Christof. (2014). *Industrie 4.0 aus rechtlicher Perspektive*. In *Elektrotechnik & Informationstechnik* 131 (7), S. 219–222.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen

1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen



■ **Stichwörter:** Hersteller-/Unternehmerhaftung, Produktsicherheit, Betriebssicherheit, Sicherheit von Arbeitsmitteln, Datensicherheit, Datenschutz

> Warum ist das Thema wichtig?

Das Verhältnis zwischen Herstellern von Arbeitsmitteln¹ und Nutzern sowie Betreibern der Arbeitsmittel wird sich durch die ganz oder teilweise CPS²-gesteuerten 4.0-Prozesse³ verändern. Hersteller können durch Zugriff auf die Daten der Arbeitsmittel direkt in den Betrieb der Arbeitsmittel

eingreifen und sinnvolle Dienstleistungen wie Wartungsaufgaben und Prüfungen der Arbeitsmittel übernehmen. Sie haben damit aber gleichzeitig Zugriff auf sensible Daten des Betriebes. Die neuen Möglichkeiten der intelligenten Software⁴ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz

(KI) können unterschiedliche Auswirkungen auf die Verantwortung in den Arbeitsprozessen beziehungsweise die Verantwortung bei Fehlern und Unfällen in der Nutzung der Arbeitsmittel haben.

Die in dieser Umsetzungshilfe dargestellten Szenarien und Beispiele beinhalten keine rechtsverbindlichen Hinweise. Es handelt sich dabei vielmehr um Beispiele aus Sicht einer präventiven Arbeitsgestaltung unter Berücksichtigung autonomer und selbstlernender Softwaresysteme.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Unternehmerverantwortung – Herstellerverantwortung

Unternehmerverantwortung: Unternehmer sind dafür verantwortlich, dass die gesetzlichen Vorgaben in Betrieben eingehalten werden – zum Beispiel Gewährleistung für Rechts- und Sachmängel (§§ 434, 435, 633 BGB), Schadenersatzpflicht (§ 823 BGB), allgemeine Fürsorgepflicht (§§ 241 II, 617–619 BGB), Haftung bei Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten (§§ 21, 111 SGB VII), beim Schutz personenbezogener Daten (Artikel 24 DSGVO). Unternehmer sind diejenigen, auf

deren Weisung und Rechnung das Unternehmen handelt und denen das Ergebnis unmittelbar zum Vor- oder Nachteil gereicht (§ 136 Abs. 3 SGB VII).

Herstellerverantwortung: Der Hersteller ist für die Sicherheit seines Produktes verantwortlich (Produkthaftung ProdHaftG). Als Produkthaftung wird die Haftung des Herstellers für bestimmte Schäden bezeichnet, welche durch ein von ihm hergestelltes fehlerhaftes Produkt entstanden sind. Diese Schäden können beispielsweise Gesundheitsschäden, Körperschäden oder Sachschäden sein. Ein Pro-

dukt (nach § 2 Abs. 1 ProdHaftG) ist auch eine fehlerhafte Software. Auch eine komplexe intelligente Software (inkl. KI) muss für den Zweck, für den sie entwickelt wurde, die erforderliche Sicherheit aufweisen.

Neben der Produkthaftung kann auch die Produzentenhaftung (§ 823 Abs. 1 BGB) geltend gemacht werden. Danach haftet der Hersteller einer Software, wenn er schuldhaft (vorsätzlich oder fahrlässig) eine fehlerhafte Software in Verkehr bringt und durch ihre bestimmungsgemäße Verwendung Rechtsgüter (Leben, Gesundheit, Eigentum) verletzt werden.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ DIN EN ISO 6385:2016-12 definiert Arbeitsmittel als „Werkzeuge, einschließlich Hardware und Software, Maschinen, Fahrzeuge, Geräte, Möbel, Einrichtungen und andere im Arbeitssystem benutzte (System-)Komponenten“.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁴ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁵ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁶ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

Durch Produkte und Dienstleistungen im Rahmen von 4.0-Prozessen und 4.0-Technologien⁵ können die Grenzen zwischen Hersteller- und Unternehmerverantwortung unklarer werden. Hersteller können beispielsweise über ihre Hersteller-Plattformen in betriebliche Prozesse eingreifen, für die der Arbeitgeber verantwortlich sind. Dies kann sowohl für Unternehmen gelten, die ein einzelnes smartes Arbeitsmittel, wie zum Beispiel den smarten Handbohrer, verwenden, als auch für Unternehmen, die eine selbstlernende, autonome Prozesssteuerung verwenden.⁶

Hersteller verkaufen zunehmend smarte Arbeitsmittel, das bedeutet, sie können den Lebenszyklus der Arbeitsmittel verfolgen und auch beeinflussen. Dazu bieten sie über eigene Hersteller-Plattformen unter anderem folgende Dienstleistungen für ein Unternehmen an, das bei diesem Hersteller ein Produkt gekauft hat:

- Sie können beinahe in Echtzeit Dokumente zur Funktionsweise der Arbeitsmittel zur Verfügung stellen.
- Sie können Bedienanleitungen, Betriebsanweisungen und Teile der Sicherheitsunterweisungen zum Umgang mit den Arbeitsmitteln beinahe in Echtzeit zur Verfügung stellen.
- Sie können Dokumentationen über die Nutzung der Arbeitsmittel erstellen (Erfassen der Gerätehistorie).
- Sie können kritische Prozessdaten (Schwachstellen, Mängel, Materialverschleiß am Arbeitsmittel) erkennen (Diagnosesystem) und entsprechende Maßnahmen einleiten (Hinweise auf Fehler, Ersatzteile und so weiter).
- Sie können Instandhaltungs-, Wartungshinweise und Durchführungsanweisungen (vorbeugende Instandhaltung) geben.
- Sie können Maßnahmen der Fernwartung und Instandhaltung durchführen.
- Sie können den Nutzer über Prüffristen und Prüfmöglichkeiten informieren.
- Sie können bestimmte Prüfungen am Arbeitsmittel übernehmen.
- Sie können Informationen zur Wirksamkeitskontrolle der Gefährdungsbeurteilung liefern (zum Beispiel zum Verschleiß, zur Nutzung der Schutzeinrichtungen, zum sachgerechten Betrieb).
- Sie können Lernprozesse der Arbeitsmittel untereinander steuern und entsprechende Verbesserungsprozesse einleiten. Fehler oder ungünstige Einstellungen von Arbeitsmitteln und Anlagenteilen können anderen gleichen Arbeitsmitteln und Anlagen übermittelt werden. Dadurch können selbstgesteuerte Lernprozesse zwischen gleichen Arbeitsmitteln in unterschiedlichen Betrieben rund um

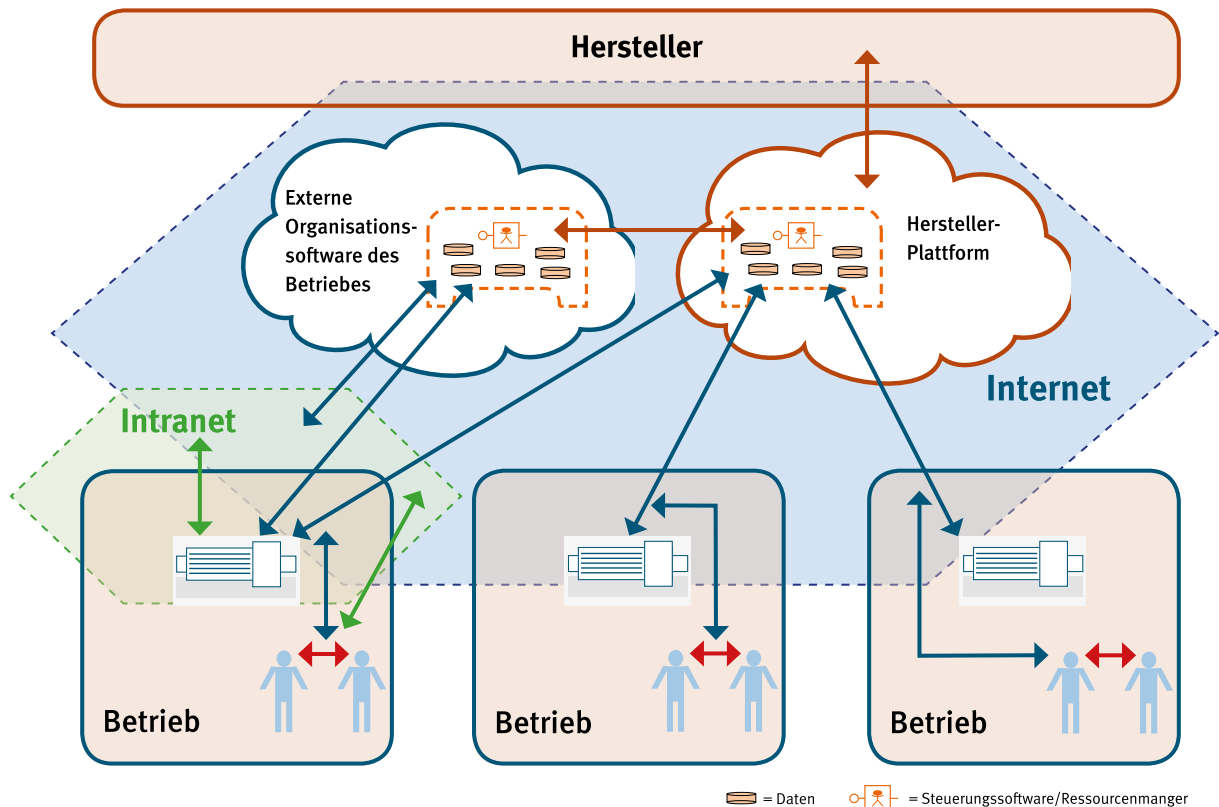


Abbildung 1: Datenflüsse zwischen Unternehmen und Herstellern (eigene Darstellung)

die Welt eingeleitet werden, so dass wiederkehrend auftretende Fehler vermieden werden.

Der automatische Zugriff der Hersteller auf Geräteparameter der Arbeitsmittel beim Kunden/im Betrieb kann unter anderem folgende Auswirkungen auf Verantwortungsbereiche des Arbeitgebers haben:

- **Verantwortung für unfall- und störungsfreien Ablauf (§§ 3, 4 ArbSchG):** Jeder Zugriff eines Herstellers auf die Daten eines smarten Arbeitsmittels kann immer auch ein Schnittstellenproblem zu den internen Daten und Systemen im Betrieb bedeuten. In der Regel sind die Daten des Arbeitsmittels immer auch Bestandteil von betriebsinterner Prozessplanung, -organisation und -optimierung. Das heißt, sie sind Bestandteil von internen Softwareprogrammen im Intranet oder externer CPS-Steuerungssoftware des Betriebes. Hier ist vor Vertragsabschluss genau zu klären, ob oder in welcher Form ein Hersteller auf diese Prozesse Zugriff hat beziehungsweise wie die Schnittstellen

gestaltet und gesichert sind. Ansonsten könnte eine externe Stelle in Prozesse eingreifen, für deren Unfallfreiheit und Sicherheit der Arbeitgeber verantwortlich ist.

- **Verantwortung für personenbezogene Daten (gemäß § 4, 6 BDSG):** Der Hersteller kann Zugriff auf personenbezogene Daten des Betriebes erhalten, die über das Arbeitsmittel erhoben werden, zum Beispiel: Wer benutzt das Arbeitsmittel? Wer ruft welche Informationen ab (wie Bedienanleitung, Unterweisungsinformationen, Betriebsanweisungen, und so weiter)? Wie lange und wann wird es von wem genutzt? Hier kann es um personenbezogene Daten gehen, für deren Sicherheit der Arbeitgeber die Verantwortung trägt, zum Beispiel Datenschutz, Datensicherheit, Betriebsvereinbarungen.
 > *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen; 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen und 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*

- **Verantwortung für Arbeitgeberpflichten (unter anderem §§ 3, 6,**

10, 11 BetrSichV): Wenn ein Hersteller über smarte Arbeitsmittel zusätzliche Dienstleistungen anbietet, können bestimmte Aspekte der Verantwortung des Herstellers (nach Produktsicherheitsgesetz) und des Betreibers (nach Betriebs-sicherheitsverordnung) beeinflusst werden. Hier verschieben sich keine Verantwortungsbereiche, aber die Zuständigkeiten können unklarer werden. Diese möglichen Zuständigkeitsprobleme sind vor Beginn der Arbeiten eindeutig zu benennen und zu regeln, ohne dass die jeweiligen Verantwortungsbereiche tangiert werden.

Dazu gehören zum Beispiel die Aufgaben des Betriebes, Gefährdungsbeurteilungen (§ 3 BetrSichV) durchzuführen und entsprechende Maßnahmen (§§ 6 ff. BetrSichV) wie Informationen und Unterweisungen (§ 12 BetrSichV) abzuleiten und die Aufgabe, die Arbeitsmittel instandzuhalten (§ 10 BetrSichV), die nun teilweise vom Hersteller über die Software gestaltet werden können. Auch in die Aufgabe des Betreibers,

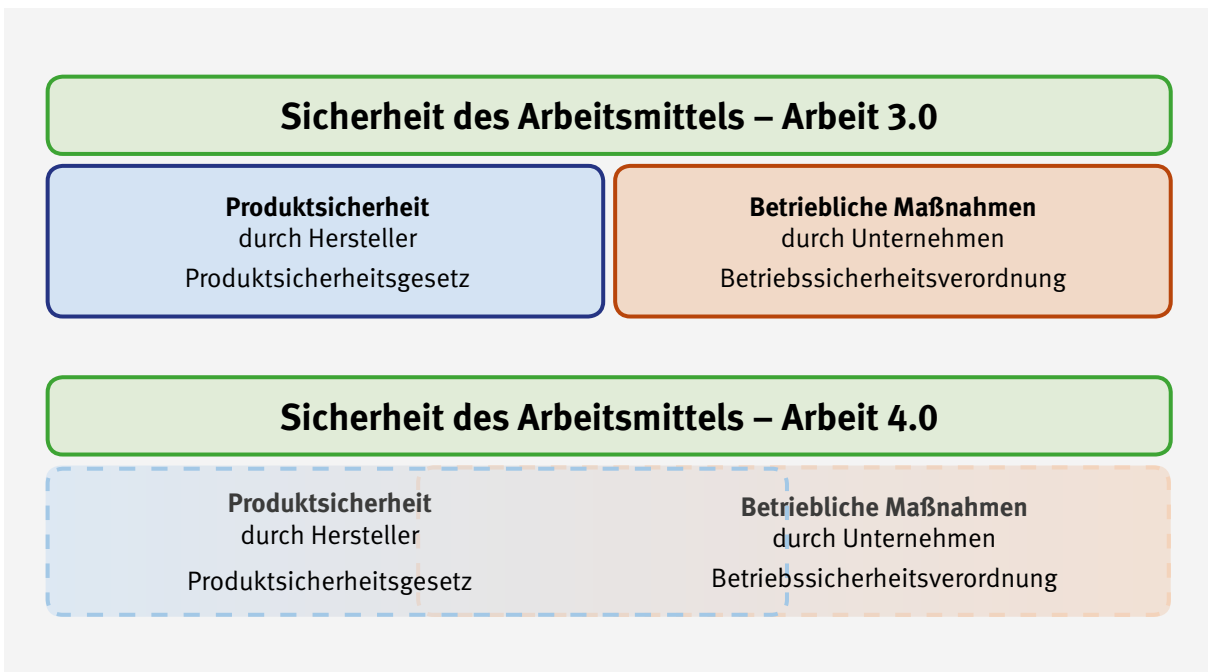


Abbildung 2: Die Grenzen zwischen Hersteller- und Unternehmerhaftung können verschwimmen (eigene Darstellung)

die Arbeitsmittel zu prüfen (§ 14 BetrSichV), kann der Hersteller eingreifen beziehungsweise diese Aufgabe teilweise übernehmen (zum Beispiel Informationen über Prüffristen, Übernahme von Prüfungen (Fernprüfung, Dokumentation der Prüfergebnisse).

- **Verantwortung für ordnungsgemäße Betriebsführung (§ 17 UWG; §§ 276, 618, 705–713, 823, 831 BGB; §§ 8, 9 OWiG):** Der Hersteller erhält über das Arbeitsmittel Zugriff auf Informationen über den spezifischen Einsatz und die Nutzungsparameter des Arbeitsmittels sowie auch beispielsweise über Arbeitsverfahren, Arbeitsmittelplanung, Arbeitsvorbereitung, Organisationsplanung und -kontrolle oder Gefährdungsbeurteilungen. Dieses Wissen gibt Einblick in spezifische betriebliche Verfahren, die zum Beispiel einen Wettbewerbsvorteil für den Betrieb enthalten können. Es ist also genau zu überlegen, welche Bereiche dieses sensiblen Betriebswissens ein Unternehmen an einen Hersteller weitergeben will, beziehungsweise inwieweit er darauf Zugriff gewähren will. Dies gilt besonders dann, wenn das Arbeitsmittel im Rahmen eines optimierten Fehlerlernprogramms des Herstellers auch Daten an Arbeitsmittel anderer Betriebe weitergibt – beispielsweise an Konkurrenten.

Das Problem der Sensibilität der Daten hat bei den unterschiedlichen Zugriffsarten unterschiedliche Ausprägungen:⁷

- **Vertikaler Zugriff des Herstellers auf einzelne Arbeitsmittel in einem Betrieb:** Hier geht es vor allem um das Verhältnis zwischen einem Betrieb und einem Hersteller sowie den Umgang des Herstellers mit den Betreiberdaten. Dieses Verhältnis kann in geschlossenen Systemen stattfinden, in dem die Parameter klar zu definieren und zu kontrollieren sind.
- **Horizontale Vernetzung von Arbeitsmitteln gleichen Typs von mehreren Betrieben durch den Hersteller:** Ziel einer solchen horizontalen Vernetzung ist in der Regel, dass die Arbeitsmittel untereinander lernen und sich optimieren. Dabei werden die Daten von Arbeitsmitteln unterschiedlicher Betriebe miteinander verbunden (meist auf der Hersteller-Plattform). Hier entstehen Fragen der Nutzung von Betriebs- und Verfahrenswissen im Umgang mit den Arbeitsmitteln durch andere Betriebe. Auch die Verantwortungsfrage kann bei selbstlernenden Arbeitsmitteln aus unterschiedlichen Betrieben problematisch werden. Ein Problem ist bei diesen Prozessen, dass die Bereitstellung von Prozesswerten (inklusive Betriebsmedium und Betriebskennlinien), Einbaudaten und ortsabhängigen

Umwelteinflüssen, die häufig Aufschluss über die Ursachen eines Fehlers des Arbeitsmittels geben können, in der Regel nicht vorliegen und für die Lernsoftware des Geräteherstellers nicht zugänglich sind.⁸ Somit können durch den Hersteller Korrekturen im Verantwortungsbereich eines Unternehmens vorgenommen werden, die nicht den spezifischen Bedingungen des Unternehmens entsprechen. Es sollte deswegen vor Beginn der Arbeiten geregelt werden, wie mit derartigen „Optimierungen“ umgegangen wird.

In der traditionellen Arbeit 3.0 ist man im Wesentlichen von einem abgeschlossenen System mit beschränkten Nutzergruppen, klaren Verantwortlichkeiten und beschränkten Nutzungskontexten ausgegangen. CPS-Systeme können diese Bedingungen beeinflussen. CPS können zu einem Einsatz von Systemen und Komponenten in Kontexten führen, wie sie durch die Konzepte des Produkthaftungsgesetzes nicht oder nur teilweise abgedeckt sind.⁹ Da 4.0-Prozesse durch ein Zusammenspiel von Komponenten verschiedener Hersteller mit unterschiedlichen Lebenszyklen realisiert werden, müssen sich Unternehmer und Führungskräfte bei Verwendung dieser Systeme die Auswirkung der 4.0-Prozesse auf ihre Verantwortung deutlich machen und dieser Tatsache Rechnung tragen.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen können unter anderem sein: Die Nutzung von Dienstleistungen über Hersteller-Plattformen zu angeschafften smarten Arbeitsmitteln ermöglicht Betrieben, eine Reihe von Aspekten der Arbeitsgestaltung (wie Prüfungen, Wartungen, Unterweisungsinformationen, Dokumentationen) über den Hersteller realisieren zu lassen. Vorausgesetzt die rechtlichen Positionen und die Verantwortungsbe-

reiche sind eindeutig festgelegt und schriftlich vereinbart, kann das Unternehmen Aufgaben effektiv und effizient an Dienstleister übergeben.

Gefahren können unter anderem sein: Solange nicht geklärt ist, wie und in welchen Bereichen sich der Hersteller in Arbeitsprozesse im Verantwortungsbereich des Unternehmens einklinkt, kann dies zu unklaren Zuständigkeiten führen. Sind diese

Verantwortungsbereiche nicht vorab eindeutig schriftlich vereinbart und festgelegt, kann es zu rechtlich ungeklärten Situationen mit hohem Folgeschaden kommen. Ganz problematisch ist auch, wenn dem Betrieb nicht bekannt ist, welche Daten des smarten Arbeitsmittels erhoben werden und wie und von wem diese genutzt und verarbeitet werden.

⁷ Pötter 2014, S. 165

⁸ Pötter et al. 2014, S. 163

⁹ Geisberger & Broy 2012, S. 146

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Um ungeklärte Zuständigkeiten zwischen Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen zu vermeiden, sollten unter anderem folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Bei der Anschaffung von smarten Arbeitsmitteln analysieren, welche Dienstleistungen über Hersteller-Plattformen angeboten werden. Mit dem Hersteller detailliert klären, welche Daten wie erhoben werden, wie sie verarbeitet werden, wo sie liegen und welche Möglichkeiten der Löschung und des Rückrufes es gibt. Dazu auch die Lizenzbedingungen sorgfältig lesen (auch wenn diese oft umfangreich sind).
- Reflektieren, wo Dienstleistungen über Herstellerplattformen die Verantwortungsbereiche im eigenen Unternehmen tangieren, welchen Nutzen der Betrieb davon hat und wie die Dienstleistungen genutzt werden können. Festlegen, für welche Komponenten die Dienstleistungen genutzt werden sollen (nur für ein Arbeitsmittel, einen Teilprozess oder auch für den Gesamtprozess). Die Verantwortungsbereiche sowie Schadens- und Haftungsfälle vorab detailliert schriftlich festlegen und vereinbaren.
- Falls die Dienstleistungen die bestehenden Arbeitsbereiche von Führungskräften und Beschäftigten tangieren, diese darüber informieren, in welchen Bereichen, in welcher Art und unter welchen Bedingungen die Dienstleistungen genutzt werden, und dies begründen.
- Mit dem Hersteller schriftlich vereinbaren, wie das Unternehmen Tätigkeiten an den Hersteller delegiert, für die der Betreiber verantwortlich ist, wie diese Tätigkeiten überprüft werden und wie der Schadens- und Haftungsfall geregelt ist.
- Möglichkeiten der Intervention für das Unternehmen festlegen („Not-Aus“ für Betreiber).
- Um fehlerfreie Prozesse zu ermöglichen, bei der Anschaffung von smarten Arbeitsmitteln mit dem Hersteller die Fragen der Vernetzung bestehender IT-Systeme zwischen Betrieb und Hersteller (inklusive der Vernetzung und Kopplung von Applikationen) klären und festlegen. Auch vereinbaren, wie die Standards und Referenzarchitekturen¹⁰ eingehalten werden beziehungsweise diese dem Betrieb nachweisen.¹¹
- Mit dem Hersteller klären, ob dieser Veränderungen an den Arbeitsmitteln und Gegenständen vornehmen darf. Ist das der Fall, mit dem Hersteller regeln, welche Pflichten er einhalten muss (wie Informationspflicht, Umsetzung erst nach Freigabe durch Betreiber).

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- | | | |
|---|--|---|
| <p>ANSI/ISA S95 – Teil 1: <i>Models and Terminology</i> (veröffentlicht 2000) stellt die grundlegende Terminologie und Modelle vor, mit denen die Schnittstellen zwischen den Geschäftsprozessen sowie den Prozess- und Produktions-Leitsystemen definiert werden können.</p> <p>ANSI/ISA S95 – Teil 2: <i>Objekt Model Attributes</i> (veröffentlicht 2001) definiert in Verbindung mit Teil 1 die Schnittstelleninhalte zwischen den Steuerungsfunktionen in der Produktion und der Unternehmensführung.</p> <p>ANSI/ISA S95 – Teil 3: <i>Models of Manufacturing Operations Management</i> (ver-</p> | <p>öffentlicht 2013) beinhaltet detaillierte Definitionen der Hauptaktivitäten von Produktion, Wartung, Lagerhaltung und Qualitätskontrolle.</p> <p>ArbSchG – <i>Arbeitsschutzgesetz</i>, 23.10.2013.</p> <p>BGB – <i>Bürgerliches Gesetzbuch</i>, 12.07.2018.</p> <p>DSGVO – <i>Datenschutz-Grundverordnung</i>, 04.05.2016.</p> <p>DIN EN ISO 6385:2016-12 <i>Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen</i> (ISO 6385:2016).</p> <p>Geisberger, E., & Broy, M. (Hrsg.) (2012). <i>agendaCPS – Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems</i> – aca-</p> | <p>tech STUDIE. https://www.bmbf.de/files/acatech_STUDIE_agendaCPS_Web_20120312_superfinal.pdf. Zugegriffen: 23.07.2018.</p> <p>Pötter, T., Folmer, J., & Vogel-Heuser, B. (2014). Enabling Industrie 4.0 – Chancen und Nutzen für die Prozessindustrie. In T. Bauernhansl, M. ten Hompel & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), <i>Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik</i> (S. 159–171). Wiesbaden: Springer Vieweg.</p> <p>ProdHaftG – <i>Produkthaftungsgesetz</i>, 17.07.2017.</p> <p>SGB VII – <i>Sozialgesetzbuch VII</i>, 17.07.2017.</p> |
|---|--|---|

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- | | | |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 1.1.2 Autonomie der Systeme ■ 1.3.4 Autonome Softwaresysteme und Unternehmerverantwortung | <ul style="list-style-type: none"> ■ 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen ■ 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen ■ 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen | <ul style="list-style-type: none"> ■ 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen |
|--|--|--|

¹⁰ Diese Standards werden zum Beispiel durch den Standard der ISA (Instrumentation, Systems and Automation Society) „ANSI/ISA S95“ zur MES und IT-/ERP-Vernetzung in der Prozessindustrie, die den Datenfluss zwischen unterschiedlichen Systemen beschreibt, geregelt.

¹¹ Pötter 2014, S. 166

1. Führung und Kultur > 1.4 Wissen und Kompetenzen in 4.0-Prozessen

1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)



■ **Stichwörter:** Informationen, Lernen, Führung, Wissen

› Warum ist das Thema wichtig?

Die digitale Transformation mit ihren cyber-physischen Systemen (CPS)¹ kann auch den Umgang mit Wissen und Kompetenzen im Betrieb verändern. Die intelligente Software² bringt mit ihren Modellen der künst-

lichen Intelligenz (KI) eigene Beiträge in die Veränderungsprozesse ein, für die wir bisher die Begriffe Kompetenz und Wissen verwendet haben. Damit dringt erstmals Technik mit eigenen „Kompetenzen“ in soziale Beziehun-

gen und in Handlungen im Betrieb ein. Diese Kompetenzverschiebung vom Menschen auf die Technik bietet in allen Anwendungsbereichen³ Chancen und Gefahren für die betrieblichen Abläufe.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Daten – Informationen – Wissen – Kompetenzen

In diesem Beitrag wird von folgendem Begriffsverständnis ausgegangen:

Daten: Durch Syntaxregeln zusammengesetzte Zeichen (Zahlen, Buchstaben, Symbole).

Information: Informationen sind Zeichen, Symbole, Sprache/Text, Bilder, Sinneseindrücke, denen eine Person eine Bedeutung zuweist (Interpretation). Die Bedeutung für die jeweilige Person hängt von den individuellen Vorstellungen, Erwartungen und Ansprüchen dieser Person ab. Es gibt also keine „objektive“ Information, die unabhängig von der Interpretation durch eine Person wäre. Das heißt: „Dieselbe“ Information kann für verschiedene Personen Unterschiedliches bedeuten (dies ist sogar oft der Fall).⁴ Auch intelligente Software (inkl. KI) weist Daten eine

Bedeutung auf Grundlage der Algorithmen zu.

Wissen: Wissen bedeutet verknüpfte Informationen, die eine Person befähigen, in einem Kontext Entscheidungen zu treffen und zielgerichtet handeln zu können. Intelligente Software (inkl. KI) kann ebenfalls Informationen zu handlungsrelevantem Wissen verknüpfen auf der Grundlage ihrer technischen Programmierung. Wissen kann implizit oder explizit sein.⁵ Lernende und autonome Software besitzt in einem begrenzten Ausmaß technisch-implizite Muster (semantische Technologien, Modelle künstlicher Intelligenz).

Kompetenzen: Kompetenz ist die Fähigkeit und Bereitschaft, auf Grundlage von persönlich gegebenen Voraussetzungen (Dispositionen, wie zum Beispiel Motive, Kenntnisse, physische und psychische Bedingungen, Sozialisation) Wissen

zur Problemlösung umzusetzen. Kompetenzen setzen sich zusammen aus Fachkompetenzen und den sogenannten „Schlüsselkompetenzen“⁶ (Sozialkompetenz, Methodenkompetenz, Selbst- und Personalkompetenz). Organisationale Voraussetzungen (zum Beispiel Unternehmenskultur, Führung, Zuständigkeit) sind mitentscheidend dafür, ob und wie Beschäftigte ihre Kompetenzen einbringen. Schlüsselkompetenzen ermöglichen eine hohe Transfer- und Lernfähigkeit. Das wirkungsvolle Zusammenspiel von Fach- und Schlüsselkompetenzen ermöglicht eine hohe Veränderungskompetenz.⁷ Intelligente Software (inkl. KI) kann auf Grundlage ihrer technischen Programmierung Fachkompetenzen und in engen Grenzen auch Schlüsselkompetenzen einbringen.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt Intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁴ vgl. u. a. Luhmann 1992, S. 122ff.; Probst et al. 1999, S. 35ff.; Schmidt 1996, S. 76 ff.; Willke 1998, S. 13 ff.

⁵ vgl. u. a. Luhmann 1992, S. 122ff.; Nonaka 1994; Probst et al. 1999, S. 35ff.; Schmidt 1996, S. 76ff.; Willke 1998, S. 13ff.

⁶ vgl. u. a. Cernavin 2010, S. 74ff.; Haan 1998; S. 17ff.; Mertens 1974

⁷ vgl. u. a. Erpenbeck & Rosenstiel 2003, Frieling & Sonntag 1999, S. 148f.; Weinert 2001, S. 27ff.

Intelligente Software (inkl. KI) tangiert das bisherige Verständnis der Begriffe Wissen und Kompetenz in allen Anwendungsbereichen.⁸ Um diese neue Qualität erkennen zu können, soll kurz an die Funktionen erinnert werden, die intelligente Software (inkl. KI) ausfüllen kann.⁹ Intelligente Software (inkl. KI) kann:

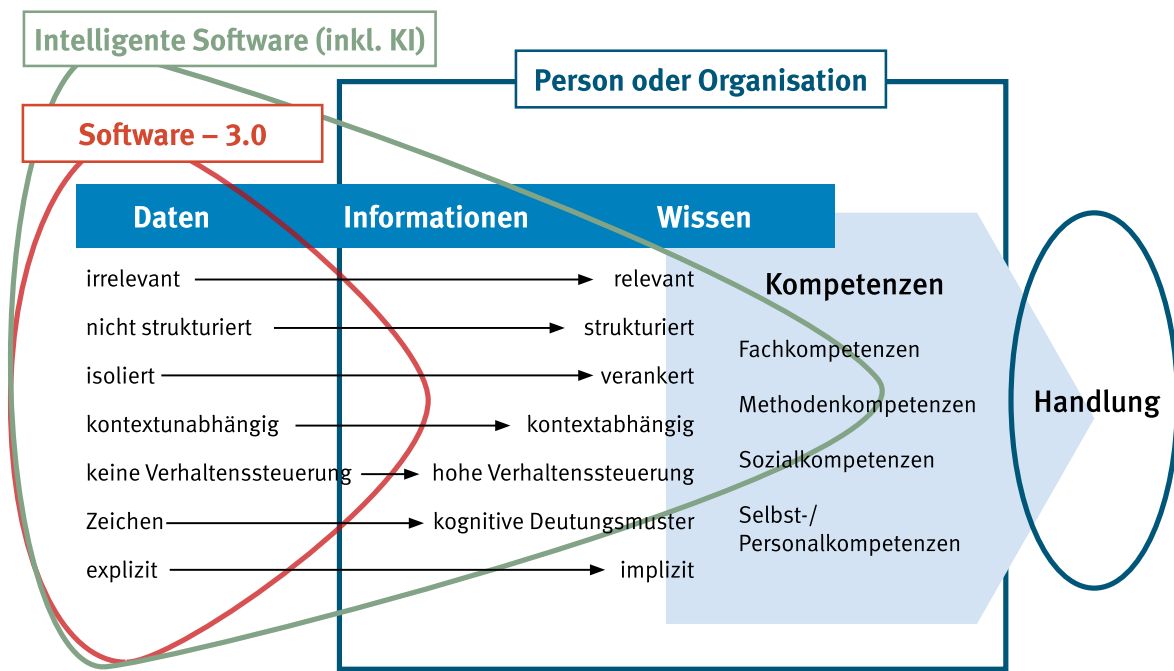
- Situationen erkennen („wahrnehmen“)
- Daten erfassen (speichern, „erinnern“)
- Daten interpretieren (Schlussfolgerungen ziehen)
- Daten verarbeiten (planen)
- Daten in Informationen umsetzen und informieren (zum Beispiel über Assistenzsysteme) (Entscheidungsfindung)
- Lernen und Prozesse verbessern
- Prozesse autonom steuern

Intelligente Software (inkl. KI) hat damit Einfluss auf die Kommunikation, auf die Verarbeitung von Informationen, auf die Wissens- und Kompetenzgenerierung sowie auf Lernprozesse im Betrieb. Sie agiert zwar auf Grundlage technischer Muster und damit gänzlich anders als Personen und Betriebe (soziale Systeme) mit ihren kulturellen Mustern, sie wirkt aber trotzdem in den beschriebenen sozialen Prozessen im Betrieb. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.2 Autonomie der Systeme.*

Hier ist eine neue Qualität des Eingreifens technischer Systeme in soziale Systeme sowie in Entscheidungen von Personen und Teams zu vermuten. Zu erwarten ist, dass die autonome und selbstlernende Software (inkl. KI) cyber-physischer Systeme tiefer und substanzieller in die Wissens- und

Kompetenzgenerierung von Betrieben eingreift als alle bisherigen Techniken. Dabei ist es nicht entscheidend, in welcher Form die intelligente Software (inkl. KI) eingesetzt wird – ob als Steuerungsprogramm für Arbeitsmittel und Räume, als Programm, das Arbeitsprozesse inklusive der beteiligten Personen organisiert und über Assistenzsysteme (zum Beispiel Smartphones, Smartglasses) steuert, oder als Steuerungsprogramm humanoider, mobiler Roboter. Entscheidend ist: Die intelligente Software (inkl. KI) generiert Wissen, bringt Kompetenzen ein und steuert (handelt).

In der Arbeitswelt 3.0 war es Personen oder Organisationen vorbehalten, aus Daten und Informationen – beispielsweise aus betrieblichen Datenbanken oder dem Internet – Wissen zu generieren und in Kompetenzen um-



Rote Linie = Reichweite der Software 3.0; grüne Linie = Reichweite der intelligenten Software (inkl. KI)

Abbildung 1: Erweiterte Potenziale intelligenter Software (in Anlehnung an Probst, Raub & Rombart 1999, S. 38)

⁸ Anwendungsbereiche wie:

- Insellösungen, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Assistenzsystemen)
- verkettete Prozesse und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel Prozessorganisation, verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette) und
- geschlossene Betriebsanwendungen (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud)
- offene Anwendungen (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen)

⁹ vgl. u. a. Cernavin & Diehl 2018, S. 288ff.; Weyer 2006, S. 2

„Kompetenzen“ der intelligenten Software (inkl. KI) – Vor- und Nachteile				Tabelle 1	
Kompetenzen	Mensch ¹⁰	intelligente Software (inkl. KI) ¹¹ Beispiele (idealtypisch)	Vorteile der intelligenten Software (inkl. KI) Beispiele (idealtypisch)	Nachteile der intelligenten Software (inkl. KI) Beispiele (idealtypisch)	
Fachkompetenz	Komplexes Wissen aus Qualifikationen, Kenntnissen, Reflexion, Erfahrungen, Sozialisation, Intuition.	Je nach Programmierung Zugriff auf aufgabenbezogene unbegrenzte Datenmengen aus dem Arbeitsprozess und aus „Big Data“.	Zugriff auf Menge der Daten, Verarbeitungsgeschwindigkeit und Analyse der Daten.	Fehlende Qualitäten in Fachkompetenzen im Zusammenspiel von Erfahrungswissen, Improvisation, fachlicher Intuition, Emotion und Reflexion.	
Schlüsselkompetenzen	Sozialkompetenz	Die Fähigkeit, Vorstellungen, Interessen und Referenzen anderer Personen zu erkennen und in der Kommunikation und im Verhalten zu berücksichtigen sowie mit ihnen zu kooperieren (Fähigkeit zu sozialer Interaktion).	Interaktion mit Menschen nach technischen Deutungsmustern. Daten von physischer und psychischer Beanspruchung können in Interaktion berücksichtigt werden. Sozial ¹² kann sich intelligente Software (inkl. KI) nicht verhalten, sie schiebt sich aber selbst als Akteur in die sozialen Beziehungen.	Datenschutz, -qualität vorausgesetzt: Berücksichtigung quantitativer Daten über physische und psychische Beanspruchung beinahe in Echtzeit. Berücksichtigung von Persönlichkeitsprofilen in der Interaktion. Fehlende Emotion in der Interaktion, auch wenn emotionale Reaktionen bei Personen erzeugt werden können.	Fehlende Empathie, menschliche Rücksichtnahme, fehlende Emotion in der Interaktion.
	Methodenkompetenz	Die Fähigkeit, Situationen und Probleme zu reflektieren und zielgerichtet, planmäßig sowie selbstständig Methoden für Lösungen zu finden (prozessorientiertes Denken). Hierzu gehört es auch, die Motivationslagen anderer zu erkennen und zu berücksichtigen.	Im Rahmen der vorgegebenen Algorithmen selbstständige Lösungen inklusive Lernfähigkeit; dabei werden viele Lösungsalternativen beinahe in Echtzeit berücksichtigt.	Standardisierte und verlässliche Lösungen inklusive Lernen aus Fehlern.	Emotionale und motivationale Situation des Menschen kann nur begrenzt berücksichtigt werden. Reflexion der Grundannahmen und intuitive Problemlösung kaum möglich.
	Selbst- und Personalkompetenz	Fähigkeit, die eigenen Stärken und Schwächen die eigenen Dispositionen und Werte zu erkennen, zu reflektieren und die Stärken im Transferprozess einzubringen. Dazu gehören auch die Kompetenzen, Situationen bewältigen zu können (Resilienz) und zu lernen (motivationale und emotionale Steuerung des Handelns).	Emotionslose Korrektur eigener Fehler im Rahmen der vorgegebenen Algorithmen. Aus den programmierten Algorithmen ergeben sich auch die Werte, nach denen die intelligente Software (inkl. KI) entscheidet und lernt. Auch neue Situationen werden in diesem Rahmen bewertet.	Standardisierte und verlässliche Überprüfung der eigenen Aufgaben, Ziehen von Schlussfolgerungen und Lernfähigkeit entlang der technischen Muster. Entscheidungen werden nicht motivational und emotional gesteuert. (Kann auch ein Nachteil sein.)	Eigene Stärken und Schwächen werden nur im Rahmen der vorgegebenen Algorithmen überprüft. Entscheidungen werden nicht motivational und emotional gesteuert. Personale Kompetenz mit ihrer kompletten Komplexität kann intelligente Software (inkl. KI) nicht entwickeln. (Kann auch ein Vorteil sein.)
Veränderungskompetenz	Fähigkeit, mit vorhandenen Fachkompetenzen und Schlüsselkompetenzen arbeitsbedingte Veränderungsmöglichkeiten zu erkennen, Veränderungen einzuleiten und/oder sich diesen anzupassen (Innovationsfähigkeit).	Bei Veränderungsprozessen systematische und umfassende Einbindung und Nutzung von komplexen Fachkompetenzen (Big Data) beinahe in Echtzeit.	Berücksichtigung und Auswertung komplexer Datenbestände für die Problemlösung und Veränderung beinahe in Echtzeit.	Kreative, empathische, emotionale, reflexive Kompetenzen werden in Veränderungen kaum einbezogen.	

¹⁰ Beschreibung nach: Cernavin 2010, S. 74ff.; Frieling & Sonntag 1999, S. 148; Reetz 1994, S. 33ff.

¹¹ Auf Grundlage der Umsetzungshilfen 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI) und 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)

¹² Als Beziehung zwischen Person zu einer anderen Person

zuformen. Nur passiv konnte Software in der Arbeitswelt 3.0 Daten für soziale Entscheidungsprozesse zur Verfügung oder in den Zusammenhang von Kontexten stellen – etwa Daten über Lagerbestände, die Personen über Datenbanken abrufen konnten.

In der Arbeitswelt 4.0 ändert sich das. Beispielsweise kann die intelligente Software (inkl. KI) in vielen Bereichen feststellen, welche Person in einer Arbeitssituation Probleme im Umgang mit einem Arbeitsmittel oder einem Arbeitsstoff hat, und ihr beinahe in Echtzeit die Informationen zur Bewältigung der kritischen Situation zur Verfügung stellen – zum Beispiel genaue Verhaltensanweisungen, eine Betriebsanweisung, eine Bedienungsanleitung oder eine Unterweisungshilfe –, sodass die Person das Problem beheben und sicher sowie gesundheitsgerecht weiterarbeiten kann. Die intelligente Software (inkl. KI) verarbeitet dabei die Informationen der Sensoren aus dem Arbeitsmittel beziehungsweise dem Arbeitsstoff, dem Raum, in dem die Person sich aufhält, sowie Informationen von der Person (zum Beispiel Fitnessarmband, Smartphone – Datenschutz muss berücksichtigt werden). Aus diesen Daten werden beinahe in Echtzeit die für die Person relevanten Informationen zur Verfügung gestellt, die umgehend in handlungsleitendes Wissen umgesetzt werden können. Die intelligente Software (inkl. KI) kann auch überprüfen, ob und wie die Person die Informationen umsetzt. Damit ist die intelligente Software (inkl. KI) an der Generierung von Wissen beteiligt und sie bringt Kompetenzen in den Prozess mit ein (in unserem Beispiel Fachkompetenzen wie das Wissen, das Arbeitsmittel fachgerecht zu bedienen, oder Methoden- und Sozialkompetenz, indem der Beschäftigte bedarfsgerecht informiert wird).

Die intelligente Software (inkl. KI) kann also auf Grundlage komplexer Algorithmen, semantischer Technologien und anderer Basistechnologien Daten in Informationen und Wissen für Personen und Organisationen umwandeln und gewisse Kompetenzen in Prozesse einbringen. In unserem Beispiel legt die intelligente Software (inkl. KI) fest, was in dieser Situation relevant ist und was nicht. Sie strukturiert die Daten (Bedienungsanleitung, Unterweisungshilfe) und stellt sie beinahe in Echtzeit bereit. Sie verankert bei Bedarf die Daten in den Handlungsablauf und stellt sie kontextabhängig (eine Person hat beispielsweise ein Problem im Arbeitsablauf) zur Verfügung. Sie wandelt Daten aus der Arbeitssituation in Informationen und Wissen um, das direkt handlungsrelevant ist, und greift mit eigenen Kompetenzen ein. Außerdem liefert die intelligente Software (inkl. KI) zumindest ansatzweise kognitive Handlungsmuster – zum Beispiel über die Unterweisungshilfe –, nach denen die Person in der kritischen Situation handeln kann (oder muss). Die intelligente Software (inkl. KI) interpretiert (auf Grundlage hinterlegter Modelle, Regeln, Algorithmen) und ordnet den Daten eine Bedeutung zu, die für die Situation relevant ist, bringt diese Information kompetent in Handlungsprozesse ein und fällt infolge ihrer Aggregation wissensbasierte Entscheidungen.

Was hier selbstverständlich klingt, beschreibt einen fundamentalen Wandel im Verhältnis zwischen Personen und Organisationen auf der einen Seite und Technik (hier konkret: intelligente Software) auf der anderen Seite. Handlungsorientierendes Wissen und Kompetenzen konnten bisher nur Personen und Organisationen aus Daten und Informationen generieren.¹³ Die intelligente Software (inkl. KI) kann das jetzt zumindest in bestimmten Dimensio-

nen auch –siehe *Abbildung 1*.

Technik drängt hier in einen Bereich vor, der explizite kognitive Orientierung betrifft: Sie vermittelt handlungsorientierendes Wissen auf Grundlage eigener Kompetenzen. Neben Menschen kann somit auch intelligente Software (inkl. KI) Kompetenzträger sein.¹⁴ Die 4.0-Prozesse führen also dazu, dass Kompetenzen nicht mehr rein personengebundene Problemlösungsfähigkeiten sind, sondern zunehmend technische und persönliche Kompetenzelemente kombiniert werden.¹⁵

Diese Kompetenzverschiebung kann gezielt und systematisch für Organisationsprozesse genutzt werden. In bestimmten Bereichen hat die intelligente Software (inkl. KI) Kompetenzvorteile. So kann sie beispielsweise dem Menschen im Bereich Fachkompetenz überlegen sein, da sie beinahe in Echtzeit aufgabenbezogen auf fast unbegrenzte Datenbestände zugreifen kann. Auch in bestimmten Bereichen der Methodenkompetenz besitzt sie Vorteile. Sie kann beispielsweise ohne Emotionen einem Beschäftigten ziel- und aufgabengerichtet Informationen übermitteln. In der Tabelle 1 sind Beispiele dargestellt, welche grundlegenden Eigenschaften Menschen und intelligente Software (inkl. KI) in welchen Kompetenzbereichen besitzen.

Wie die Tabelle 1 zeigt, besitzt die Einbindung der Kompetenzen der intelligenten Software (inkl. KI) in betriebliche Arbeitsprozesse Vor- und Nachteile. Diese grundsätzlichen Stärken und Schwächen der intelligenten Software (inkl. KI) sollten Führungskräfte kennen und für den Einsatz der intelligenten Software reflektieren. Auch die eventuellen negativen Effekte für die Innovationsfähigkeit im Betrieb und für die Leistungsbereitschaft der Beschäftigten sollten mitbedacht werden (siehe Gefahren im nächsten Abschnitt).

¹³ vgl. u. a. Cernavin & Diehl 2017, S. 288ff.; Weyer 2006, S. 2

¹⁴ vgl. auch Staudt & Kriegesmann 2002, S. 111f., die diesen Wandlungsprozess bereits zur Jahrtausendwende beschrieben haben.

¹⁵ Hartmann & Tschiedel 2016, S. 13f.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Die Übernahme von Kompetenzen durch intelligente Software (inkl. KI) bietet eine Reihe von **Chancen** für die Arbeit 4.0 (Datenschutz vorausgesetzt) wie zum Beispiel:

- Die Menge der fachlichen Daten und die Verarbeitungsgeschwindigkeit, die im Arbeitsprozess genutzt werden können, nehmen erheblich zu.
- Es können umfassendere Wissensbestände für Innovationsprozesse eingebunden werden.
- Quantitative Daten über physische und psychische Belastungen und Beanspruchungen der Beschäftigten können beinahe in Echtzeit berücksichtigt werden (vorausgesetzt, Datenschutz und -qualität sind beachtet).
- Die Interaktionen der intelligenten Software (inkl. KI) mit den Beschäftigten und die Bewertungen der Beschäftigten erfolgen ohne Emo-

tionen.

- Die Interaktion mit der intelligenten Software (inkl. KI) erfolgt nach einem standardisierten und verlässlichen Ablauf, was für Beschäftigte entlastend sein kann.
- Fehler im Arbeitsablauf werden standardisiert und damit emotionslos kommuniziert, was die Akzeptanz steigern kann.
- Entscheidungen werden nicht motivational und emotional gesteuert.

Gefahren bei der Nutzung der Kompetenzen der intelligenten Software (inkl. KI) im Arbeitsprozess sind zum Beispiel:

- Wichtige Fähigkeiten wie beispielsweise Erfahrungswissen können im Arbeitsprozess verloren gehen.
- Innovationsfähigkeit kann eingeschränkt werden, wenn Kreativität und intuitive Verbesserungen von den Beschäftigten im Arbeitspro-

zess nicht eingebracht werden können.

- Beschäftigte fühlen sich entmündigt, weil die intelligente Software (inkl. KI) ihnen Kompetenzen wegnimmt, und verlieren gegebenenfalls ihre Entscheidungsfreiheit und Autonomie.
- Beschäftigte sind verärgert über die intelligente Software (inkl. KI), wenn sie selbst meinen, bessere Kompetenzen für die Aufgabe zu besitzen als die Software.
- Die Standardisierung der Prozesse durch intelligente Software (inkl. KI) schränkt die Flexibilität ein und kann die Beschäftigten demotivieren.
- Beschäftigte fühlen sich weniger ernst genommen und wertgeschätzt, ihre Identifikation mit der Arbeit und dem Betrieb verringert sich.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Bei der Einbindung von 4.0-Prozessen werden unter anderem folgende Maßnahmen in Bezug auf die Übernahme von Kompetenzen durch intelligente Software (inkl. KI) empfohlen:

- Führungskräfte und Beschaffer sollten sich informieren, welche Kompetenzen durch die Einbindung smarterer Arbeitsmittel und anderer Dinge durch die cyber-physischen Systeme übernommen werden. Dabei ist auch die Qualität der Daten zu berücksichtigen, die von der intelligenten Software (inkl. KI) eingebracht werden.
- Die Führungskräfte sollten überlegen, wie diese Kompetenzen für den Arbeitsprozess genutzt werden können und welche Vor- und Nachteile dies hat. Hier sollten die Beschäftigten eingebunden sein, auch um ihre Ideen und Vorschläge zu nutzen.
- Überlegen, welche technischen Assistenzsysteme (Smartphone,

-glasses, -watches, Service-Roboter) erforderlich sind, damit die intelligente Software (inkl. KI) ihre Kompetenzen wirkungsvoll in die Arbeitsprozesse einbringen kann.

- Festlegen, in welchen Bereichen die intelligente Software (inkl. KI) Kompetenzen übernimmt und in welchen die Beschäftigten und wie die Interventionsmöglichkeiten der Beschäftigten gestaltet werden.
- Ein Verfahren festlegen, wie mit Kompetenz- und Schnittstellenproblemen umgegangen werden soll und welche Möglichkeiten Führungskräfte und die Beschäftigten haben, diese einbringen und lösen zu können.
- Eine Gefährdungsbeurteilung durchführen, um zu erkennen, welche Gefährdungen für die Beschäftigten durch Übernahme von Kompetenzen durch intelligente Software (inkl. KI) entstehen können.
- Beschäftigte über den geplanten

Einsatz der intelligenten Software (inkl. KI) mit den Kompetenzverschiebungen informieren. Dabei auch die Vor- und Nachteile sowie die Verfahren zur Konfliktlösung ansprechen. Jeder Beschäftigte sollte grundlegend wissen, welche Kompetenzen in seinem Arbeitsprozess von der intelligenten Software (inkl. KI) und welche von ihm eingebracht werden.

- Die Beschäftigten gegebenenfalls qualifizieren, um mit der Kompetenzverschiebung und den entsprechenden Assistenzsystemen umgehen zu können.
- Die intelligente Software (inkl. KI) dokumentiert und speichert, wie (Zeitpunkt und Zugriffsregelungen) und welche Kompetenzen sie in einem 4.0-Prozess übernimmt und wann der Mensch die Entscheidungen trifft und zuständig ist (Verantwortung besitzt), um Grundlagen zur Lösung möglicher Konflikte parat zu haben und eventuelle Haf-

tungsfragen im Nachhinein klären zu können.

- Eine abrupte Übergabe der Handlungskompetenz in 4.0-Prozessen an den Menschen (zum Beispiel

in einem „Notstand“) ist praktisch ausgeschlossen.

- Es kann sinnvoll sein, den Umgang mit der Kompetenzverschiebung und das Verfahren der Konfliktlö-

sung als einen Teil des Umgangs mit intelligenter Software (inkl. KI) im Betrieb zu vereinbaren (möglichst in einer schriftlichen Vereinbarung).

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Cernavin (2010). *Erfolgreiche Beratung*. München, Mering: Rainer Hampp Verlag.
- Cernavin, O. & Lemme, G. (2018). Technologische Dimensionen der 4.0-Prozesse. In O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 21–55). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Erpenbeck, J., & Rosenstiel, L. v. (Hrsg.). (2003). *Handbuch Kompetenzmessung*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Frieling, E., & Sonntag, K. (1999). *Lehrbuch Arbeitspsychologie* (2. Aufl.). Bern: Hans Huber Verlag.
- Haan, G. de (1998). Schlüsselkompetenzen, Umweltsyndrome und Bildungsreform. In A. Beyer, & A. Wass von Czege (Hrsg.), *Fähig für die Zukunft. Schlüsselqualifikationen für eine nachhaltige Entwicklung*. Hamburg: Verlag Krämer.
- Hartmann, V., & Tschiedel, R. (2016). *Betriebliches und überbetriebliches Management „künstlicher Kompetenz“*. lernen & lehren, Heft 121, 31. Jg., Wolfenbüttel: Heckner Verlagsanstalt, S. 10–15.
- Luhmann, N. (1992). *Die Wissenschaft der Gesellschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Martens, D. (1974). *Schlüsselqualifikationen*. In Sonderdruck aus: Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 7. Jg., Stuttgart. S. 36–43.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1997). *Die Organisation des Wissens*. Frankfurt am Main, New York: Campus Verlag.
- Probst, G.; Raub, S., & Rombart, K. (1999). *Wissensmanagement* (3. Aufl.). Frankfurt am Main: FAZ-Verlag.
- Reetz, L. (1994). Schlüsselqualifikation – Selbstorganisation – Lernorganisation. In J. Beiler, A. Lumpe, & L. Reetz (Hrsg.), *Schlüsselqualifikation – Selbstorganisation – Lernorganisation* (S. 29–44). Bamberg: Feldhaus Verlag.
- Schmidt, S. J. (1996). *Kognitive Autonomie und soziale Ordnung* (2. Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Staudt, E., & Kriegesmann, B. (2002). Weiterbildung: Ein Mythos zerbricht (nicht so leicht). In E. Staudt, N. Kailer, M. Kottmann, B. Kriegesmann, A. J. Meier, C. Muschik, H. Stephan, & A. Ziegler (Hrsg.), *Kompetenzentwicklung und Innovation* (S. 71–125). Münster: Waxmann Verlag.
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17–31). Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Weyer, J. (2006). *Die Kooperation menschlicher Akteure und nicht-menschlicher Agenten. Ansatzpunkte einer Soziologie hybrider Systeme*. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 16. Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät Universität Dortmund.
- Willke, H. (1998). *Systematisches Wissensmanagement*. Stuttgart: Lucius & Lucius Verlagsgesellschaft.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.2 Autonomie der Systeme
- 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)
- 1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0
- 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen
- 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen

1. Führung und Kultur › 1.4 Wissen und Kompetenzen in 4.0-Prozessen

1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0



■ **Stichwörter:** (Handlungs-)Kompetenz, Fähigkeiten, Fertigkeiten, Qualifikation

› Warum ist das Thema wichtig?

Die Einführung cyber-physischer Systeme (CPS)¹ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) und der Umgang mit den neuen 4.0-Technologien² erfordern von den Führungskräften neue Kompetenzen. Besonders relevant für eine gesunde, sichere und

produktive Arbeit 4.0 werden IT- beziehungsweise System- und Prozesswissen sowie digitale Bewältigungskompetenz (Umgang mit intelligenter Software [inkl. KI]³, Komplexität und Veränderung, Eigenverantwortung) sein. Je nach Branche, Markt, Unter-

nehmen und 4.0-Technologie sollten benötigte Kompetenzen und Bedarfe ermittelt und entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden, um die 4.0-Prozesse⁴ kompetent nutzen zu können.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Kompetenzen – Qualifikation

Im Folgenden werden unter **Kompetenzen** die fachlich-funktionalen und kognitiven Fähigkeiten sowie die sozialen, motivationalen und

emotionalen Fähigkeiten einer Person verstanden. Zur Beschreibung und Klassifizierung unterschiedlicher Kompetenzen hat sich eine Aufteilung in vier Bereiche von Handlungskompetenz etabliert: Fach-, Methoden-,

Personal- und Selbstkompetenz sowie Sozialkompetenz.⁵

Der Begriff der **Qualifikation** bezieht sich hier ausschließlich auf präzise definierte berufliche Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten.⁶

Die Einführung und die Nutzung der 4.0-Technologien verändern die Anforderungen an Kompetenzen und Qualifikationen von Führungskräften und Beschäftigten. Die Ursachen für die Veränderungen liegen in der Funktionsweise der Technologien. Die 4.0-Technologien generieren zum Beispiel Daten über Beschäftigte, Arbeitsmittel, Räume, Fahrzeuge und Prozesse. Dies führt unter anderem dazu, dass sich die Komplexität erhöht, Prozesse und Beteiligte beinahe in Echtzeit vernetzt werden, sich Prozesse und Kommunikation beschleunigen oder auch virtuelle Teams entstehen, die auf Distanz geführt werden müssen.

Die generierten Daten können beinahe in Echtzeit den Führungskräften und Beschäftigten ortsflexibel zur Verfügung gestellt werden. Zudem kann die intelligente Software (inkl. KI) die Daten anhand zuvor programmierter Algorithmen auswerten, interpretieren oder Entscheidungen treffen. Die intelligente Software (inkl. KI) steuert damit die Technik ganz oder teilweise, hat Einfluss auf die Verarbeitung von Informationen, auf die Kommunikation, auf die Wissens- und Kompetenzgenerierung sowie auf Lernprozesse im Betrieb. Hier ist eine neue Qualität des Eingreifens technischer Systeme in soziale Sys-

teme sowie in Entscheidungen von Personen und Teams zu erkennen. Intelligente Software (inkl. KI) generiert Wissen, bringt Kompetenzen ein, gibt Feedback und steuert (handelt).
 › *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI).*

Veränderung von Führungskompetenzen

Für Führungskräfte ergeben sich durch die 4.0-Prozesse Veränderungen in allen Kompetenzbereichen.

Die **Fachkompetenz** zeigt sich in den spezifischen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten, die zur

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen etc., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁴ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁵ vgl. u. a. Frieling & Sonntag 1999, S. 148; Weinert 2001

⁶ Schaper 2014

Bewältigung von Arbeitsaufgaben erforderlich sind.⁷ Hierzu gehören in den 4.0-Prozessen im Besonderen das Wissen über den Ablauf von Prozessen (System- und Prozesswissen), die grundlegende Funktionsweise autonomer technischer Systeme sowie IT-Kompetenzen. Grund ist, dass der Umgang und die Bedienung der neuen 4.0-Technologien häufig Voraussetzungen für die Erfüllung einer beruflichen Tätigkeit sind (zum Beispiel komplette oder teilweise Steuerung einer Maschine oder eines Roboters via Tablet). Es bedarf keinesfalls eines exakten IT-Detailwissens (Was passiert im Detail bei der Übertragung meiner Befehle auf dem Tablet und im Roboter?). Entscheidend ist die Fähigkeit, die „richtigen Fragen“ zur Funktionsweise und Anwendung der neuen Technologien zu stellen, zum Beispiel:

- Nach welchen Kriterien entscheidet, lernt und steuert die intelligente Software (inkl. KI)?
- Welche Daten zum Arbeitsprozess und zu den Beschäftigten stehen zur Verfügung und welche werden benötigt?
- Welche Qualität müssen die Daten besitzen, um verlässliche Informationen bieten zu können, und wird diese gewährleistet?
- Wie lassen sich die zur Verfügung gestellten Daten interpretieren?
- Ist der Umgang mit den verfügbaren personenbezogenen Daten geregelt? ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien; 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbe-reichen.*

Hier ist auch eine Forderung an die Hersteller und Dienstleister der 4.0-Technologien zu stellen, die Algorithmen ihrer autonomen technischen Systeme in einer Art offenzulegen, dass ein Laie verstehen kann, nach welchen Kriterien sie arbeiten und in welche Richtung sie lernen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt; 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte.*

Da 4.0-Prozesse stärker vernetzt

sind und damit die Reichweite von Entscheidungen steigen kann, wird es wichtiger, den gesamten Prozess nachzuvollziehen und zu verstehen, um abzuschätzen, welche Risiken und Auswirkungen einzelne Entscheidungen für weitere inner- und überbetriebliche Prozesse der Wertschöpfungskette haben. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen.*

Die **Methodenkompetenz** bedeutet die Fähigkeit, selbstständig und situationsübergreifend flexibel Probleme zu lösen, einen neuen Umgang mit Veränderungen in Steuerungsprozessen (durch intelligente Software [inkl. KI]) zu finden und komplexe und neuartige Aufgaben zu bewältigen.⁸ In 4.0-Prozessen wird es zunehmend wichtig, die Qualität der Daten einschätzen zu können, die Daten interpretieren zu können und darauf basierend Entscheidungen zu treffen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien; 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.* Hinzu kommt, dass auch Veränderungsprozesse durch die erhöhte Geschwindigkeit in immer schnelleren Sequenzen aufeinanderfolgen oder sich teilweise sogar überlagern werden. Führungskräfte werden zukünftig gefordert sein, kontinuierliche Veränderungsprozesse zu managen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.4 4.0-Prozesse und agiles kooperatives Change Management.*

Die **Personal- und Selbstkompetenz** ist die Fähigkeit, die eigenen Stärken und Schwächen (persönlichkeitsbezogene Dispositionen, Einstellungen, Werthaltungen, Bedürfnisse, Motive) zu kennen und die Stärken in soziale Beziehungen einzubringen. Um die Arbeit mit den zunehmend von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuerten Arbeitsmitteln und Prozessen gesund und produktiv zu gestalten, sollten die Führungskräfte ihre kognitiven und körperlichen Leistungsgrenzen eigenverantwortlich erkennen und einhalten. Autonome technische Systeme und technische Assistenzsysteme können bei diesem

kontinuierlichen Reflexions- und Steuerungsprozess unterstützen. Des Weiteren bedarf es der Fähigkeit, produktiv mit Veränderungen umgehen zu können. Dabei ist die persönliche Fähigkeit zur Veränderung beziehungsweise Anpassung gefragt. Die Kombination dieser beiden Aspekte (Eigenverantwortung/Selbstregulation, Umgang mit Veränderung) lässt sich in 4.0-Prozessen auch als digitale Bewältigungskompetenz beschreiben.

Die **Sozialkompetenz** beinhaltet kommunikative und kooperative Fähigkeiten, die es ermöglichen, mit anderen sozial und zielorientiert zu interagieren. In 4.0-Prozessen tritt intelligente Software (inkl. KI) nach eigenen (technischen) Kriterien in Interaktion mit Menschen. Personen und intelligente Software (inkl. KI) agieren jedoch nach unterschiedlichen Mustern (Menschen: sozial-kulturelle Muster, Software: technische Muster). Im Unterschied zum Menschen kann intelligente Software (inkl. KI) das eigene Handeln (die programmierten Algorithmen) nicht kritisch hinterfragen und keine Gefühle ausdrücken.⁹ Hier sind Führungskräfte stärker gefragt, die unterschiedlichen Eigenschaften von Menschen und von autonomen technischen Systemen in der Interaktion zu berücksichtigen und zu gestalten (Schnittstellenprobleme zu lösen).

Die Sozialkompetenz verlagert sich stärker in den Bereich, in dem die sozialen Beziehungen in der Interaktion mit technischen Systemen ihre Bedeutung erhalten. Die Führungskraft sollte stärker als bisher darauf achten, dass den Beschäftigten ihr Wert für den Betrieb und den Arbeitsprozess deutlich gemacht und ihre Rolle im Verhältnis zu den autonomen technischen Systemen geklärt wird. Das gilt vor allem dann, wenn die CPS (Teil-) Prozesse steuern, die bisher in der Entscheidungsgewalt von Führungskräften oder Beschäftigten lagen. Je digitaler und rationaler die Arbeitswelt wird, desto wichtiger wird die Wahrung menschlicher Beziehungen, um die innovativen Stärken und die Gesundheit der Menschen zu erhalten.

⁷ Frieling & Sonntag 1999, S. 148

⁸ Frieling & Sonntag 1999, S. 148

⁹ vgl. u. a. Roth 1997, S. 178ff.; Schmidt 1996, S. 32ff.; Stengel 1997, S. 98ff.

Beispiele für Kompetenzen von Führungskräften und Beschäftigten, die durch 4.0-Technologien an Bedeutung gewinnen		Tabelle 1
Kompetenzen	Führungskräfte Kompetenzen in 4.0-Führungsprozessen Beispiele	Beschäftigte Kompetenzen in 4.0-Arbeitsprozessen Beispiele
Fachkompetenzen in 4.0-Prozessen	<ul style="list-style-type: none"> › IT-Anwenderwissen › Qualität der Daten einschätzen › Daten interpretieren › Erkennen von „Datenmüll“ › System- und Prozesswissen (wie Einflussgrößen und Wirkung kennen) › Kenntnisse über grundlegende Funktionsweisen von CPS und Assistenzsystemen › Kriterien zur Datenqualität › Kenntnisse zur Datensicherheit und zum Datenschutz › Kenntnisse über Möglichkeiten der Qualifizierung durch 4.0-Technologien 	<ul style="list-style-type: none"> › IT-Anwenderwissen › Qualität der Daten einschätzen › Daten interpretieren › Erkennen von „Datenmüll“ › System- und Prozesswissen (wie Einflussgrößen und Wirkung kennen) › Erfahrungswissen im eigenen Fachgebiet › Kompetenz im Umgang mit CPS und Assistenzsystemen › Kenntnisse zum Datenschutz und zur Datensicherheit
	<ul style="list-style-type: none"> › Durch CPS beeinflusste Entscheidungsfindung (Integration von Erfahrungswissen/Intuition und Daten, Datenqualität) › Freiräume bei der Aufgabenausführung ermöglichen, zum Beispiel bei orts- und zeitflexibler Arbeit („Loslassen“) › Umgang mit Handlungsträgerschaft durch intelligente Software (inkl. KI) › Dauerhaftes Veränderungsmanagement › Umgang mit Unterschieden der Beschäftigten bezogen auf Technikaffinität (Diversity) › Bewahrung von Kreativitäts- und Innovationsfähigkeit bei zunehmender Standardisierung durch CPS › Gesprächsführungs- und Fragetechniken (Coach, Unterstützer, Empowerment) › Kenntnisse über Gefahren und Abhängigkeiten in 4.0-Prozessen › Integration von Werten und Prävention in 4.0-Prozesse 	<ul style="list-style-type: none"> › Durch CPS beeinflusste Entscheidungsfindung (Integration von Erfahrungswissen und Daten) › Prioritäten setzen können (Reduktion von Komplexität) › Feedback vom System verstehen, annehmen und umsetzen können › Fähigkeit, in CPS intervenieren zu können › Kenntnisse über Gefahren und Abhängigkeiten in 4.0-Prozessen
Selbst- oder Personalkompetenzen in 4.0-Prozessen	<ul style="list-style-type: none"> › Eigenverantwortung, Selbstregulation → Reflexionsfähigkeit im Umgang mit CPS › Neues Rollenverständnis bei kompletter oder teilweiser Steuerung durch autonome technische Systeme › Neues Führungsverständnis bei Führen auf Distanz (Vertrauen [in Beschäftigte und Technik], Ehrlichkeit, Offenheit) › Offenheit für Neues (Veränderungs-, Innovationsfähigkeit) › Lernbereitschaft (Neugier) › Umgang mit Unsicherheiten und ungewissen Situationen, die durch hohe Entwicklungsgeschwindigkeit der CPS entstehen (Ambiguitätstoleranz) › Denken in Zusammenhängen (Prozessverständnis, Komplexitätskompetenz, schlussfolgerndes Denken) › Fähigkeit, werteorientiert zu führen – Erkennen der Bedeutung von Werten in 4.0-Prozessen › Kommunikationsfähigkeit (zum Beispiel zwischen IT- und Fachabteilung) › Fähigkeit zu interdisziplinärer Zusammenarbeit 	<ul style="list-style-type: none"> › Eigenverantwortung, Selbstorganisation, Selbstregulation in 4.0-Prozessen › Offenheit für Neues (Veränderungs-, Innovationsfähigkeit) › Lernbereitschaft (Neugier) › Kommunikationsfähigkeit (zum Beispiel zwischen IT- und Fachabteilung) › Technikaffinität › Denken in Zusammenhängen (Prozessverständnis, Komplexitätskompetenz, schlussfolgerndes Denken) › Kenntnisse, wann Vertrauen in die Daten und autonome technische Systeme gerechtfertigt ist
	<ul style="list-style-type: none"> › Beziehungsmanagement in stärker 4.0-gesteuerten Teams, zum Beispiel zwischen virtuellen oder vereinzelt Teams, auch technikvermittelt über Distanzen › Umgang mit fehlender personaler Beziehung (wie Emotionen, Empathie) bei Kommunikation mit Beschäftigten auf Distanz und mit Technik › Fähigkeit, menschliche Aspekte in stärker technik-gesteuerten Prozessen zu verankern (zum Beispiel Wertschätzung, Empathie) › Vertrauen aufbauen in entgrenzten Arbeitsformen (Balance zwischen Vertrauen und Kontrolle, Glaubwürdigkeit herstellen) 	<ul style="list-style-type: none"> › Kooperationsfähigkeit in stärker 4.0-gesteuerten Teams, zum Beispiel zwischen virtuellen oder vereinzelt Teams, auch technikvermittelt über Distanzen › Umgang mit fehlender personaler Beziehung (wie Emotionen, Empathie) bei Kommunikation mit Kollegen und Vorgesetzten auf Distanz und mit Technik › Fähigkeit zur Zusammenarbeit in vielfältigen Belegschaften

In den 4.0-Prozessen wird auch die Kommunikationsfähigkeit der Führungskräfte gefordert sein. Die Fähigkeit der Führungskraft zur Kommunikation entscheidet mit darüber, wie gut diese den Beschäftigten die Nutzung und Funktionsweise der neuen Technologien erklären und diese im Veränderungsprozess mitnehmen kann. Relevant ist hierbei auch die Auswahl der jeweiligen Kommunikationskanäle, deren Anzahl durch die Vernetzung und Virtualität steigt. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams.*

Menschlich besonders gefordert ist die Führungskraft dann, wenn die Arbeit der Beschäftigten komplett von einem autonomen technischen System übernommen wird. In einem sol-

chen Fall sollte frühzeitig im Betrieb überlegt werden, welche Tätigkeit die Beschäftigten stattdessen im Betrieb übernehmen können und wie sie eventuell ihre Kompetenzen weiter ausbauen können, um die neuen Anforderungen zu erfüllen. Diese Überlegungen und Planungen sollten frühzeitig mit den Beschäftigten abgestimmt werden.

Beispiele veränderter Kompetenzen

Dies führt zu der Frage, welche konkreten Kompetenzen Führungskräfte brauchen, um den Einsatz und die Anwendung der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) produktiv und gesund zu gestalten. Zusätzlich zu den eigenen Kompetenzbedarfen ist es Aufgabe der Führungskräfte, die geänderten Kom-

petenzbedarfe der Beschäftigten zu kennen.

Tabelle 1 stellt mögliche in Zukunft an Bedeutung gewinnende oder neu zu erlernende Kompetenzen für Führungskräfte und Beschäftigte dar.¹⁰

Durch 4.0-Technologien entstehen nicht nur neue Kompetenzbedarfe, sondern auch die Möglichkeiten, diese Kompetenzen aufzubauen oder die Anforderungen besser zu erfüllen. So können die neuen Technologien Führungskräften helfen, indem sie beinahe in Echtzeit über anstehende Führungsaufgaben informieren, zum Beispiel notwendige Mitarbeitergespräche. Ebenso können Führungskompetenzen über digitale Lern-tools gefördert und trainiert werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.5 Lernformen 4.0.*

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Wenn die Führungskräfte die Kompetenzen zur Nutzung der autonomen technischen Systeme besitzen, kann das unter anderem folgende positive Wirkungen haben:

Die Führungskräfte

- ... erkennen die Möglichkeiten sowie die Gefahren der CPS (inkl. der KI).
- ... wirken aktiv und fachkundig an der Implementierung der Systeme mit.
- ... haben ein systematischeres Verständnis von 4.0-Prozessen in der Organisation.
- ... sind bereit, die Änderung der eigenen Führungsrolle zu akzeptieren.
- ... besitzen die Eigenschaften, um den neuen Anforderungen an Führung gerecht zu werden.
- ... sind in der Lage, die Beschäftigten wirkungsvoll auf die 4.0-Technologien vorzubereiten.
- ... sind in der Lage, die Möglichkeiten der 4.0-Technologien für die Führung zu nutzen.
- ... sind offen für die Einführung neuer autonomer technischer Systeme.

- ... können Kommunikations- und Kooperationsschwierigkeiten in virtuellen Teams sowie zwischen Mensch und Technik konstruktiv angehen und lösen.

- ... können das Feedback der autonomen technischen Systeme für die kontinuierliche Weiterentwicklung der eigenen Fähigkeiten nutzen.

Gefahren: Wenn Führungskräfte keine Kompetenzen zur Nutzung der autonomen technischen Systeme besitzen, kann das unter anderem folgende negative Wirkungen haben:

Die Führungskräfte

- ... erkennen die Potenziale der 4.0-Technologien nicht und setzen diese nicht aktiv ein.
- ... haben Angst vor Veränderung und neuer Technik, behindern deswegen den Veränderungsprozess und die Weiterentwicklung von Kompetenzen:
 - ▶ Kein Erlernen der neuen Technologien und kein Erkennen des Nutzens.
 - ▶ Kein Einlassen auf eine persönliche Weiterentwicklung von

Kompetenzen (zum Beispiel durch Coaching).

- ... akzeptieren nicht ihre veränderte Führungsrolle.
- ... fühlen sich von der Entwicklung und den Anforderungen überfordert.
- ... nehmen ihre eigenen Leistungsgrenzen nicht wahr oder übertreten diese (interessierte Selbstgefährdung), um den Anforderungen trotz fehlender Kompetenz gerecht zu werden.
- ... kennen keine Kriterien, um den Nutzen der autonomen technischen Systeme sowie die Qualität der Daten, die diese liefern, einschätzen zu können.
- ... entscheiden gegebenenfalls zu unreflektiert anhand der von Systemen vorgegebenen Daten, ohne die Qualität der Daten zu hinterfragen.
- ... führen gegebenenfalls zu stark kennzahlenorientiert und medienvisualisiert über den Bildschirm, statt die vielfältigen Wirkfaktoren der realen Arbeitsprozesse zu beachten.

¹⁰ vgl. u. a. Frost, Taxacher & Sandrock 2017; Frost & Baumann 2017

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Je nach Strategie, Branche, Produkten oder Dienstleistungen, Belegschaft und dem digitalen Entwicklungsgrad des Unternehmens sollten unter anderem folgende Maßnahmen zur Entwicklung der 4.0-Kompetenzen der Führungskräfte eingeleitet werden:

- Im Unternehmen basierend auf der 4.0-Strategie › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation* ermitteln, welche Kompetenzen aufgrund der Einführung der teilweise sehr unterschiedlichen Technologien (zum Beispiel digitale Personaleinsatzplanung, Datenbrille, Exoskelett) von den Führungskräften und den Beschäftigten benötigt werden, um die Unternehmensziele zu erreichen sowie die Zufriedenheit der Beschäftigten zu erhalten und zu fördern.

- Es sollte analysiert werden, welche Kompetenzen zu den 4.0-Technologien bereits vorhanden sind und auf welche Weise die Führungskräfte fehlende Kompetenzen erwerben können (zum Beispiel Weiterbildung, Coachings).
- Jobbeschreibungen beziehungsweise Fähigkeits- und Aufgabenmatrix für Führungskräfte überarbeiten und erweitern – welche neuen Kriterien fehlen für die Arbeit 4.0? (Soll-Profile)
- Überprüfen, ob gegebenenfalls Führungskräfte mit 4.0-Kompetenzen eingestellt werden sollten.
- Zielvereinbarungen mit den Führungskräften zum Aufbau der 4.0-Kompetenzen abschließen.
- Ein Budget bereitstellen und Freiräume für den Kompetenzaufbau schaffen beziehungsweise konkre-

te Zeiten einplanen.

- Es sollte in gemeinsamen Führungsgesprächen überlegt und kommuniziert werden, welche neuen Anforderungen die 4.0-Prozesse an die Führung stellen und was dies für das Führungsverständnis und die Führungsrollen bedeutet.
- Prüfen, zum Beispiel in Form eines persönlichen Entwicklungsgesprächs, ob sich die Führungskraft unter den veränderten Bedingungen weiterqualifizieren möchte beziehungsweise noch führen möchte (Welches Führungsmotiv bringt die Führungskraft mit?). Die Führungskraft eventuell aus der Verantwortung nehmen.
- Überprüfen, inwieweit 4.0-Technologien zum Aufbau von Führungskompetenzen genutzt werden können.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Frieling, E., & Sonntag, K. (1999). *Lehrbuch Arbeitspsychologie*. Bern: Hans Huber Verlag.
- Frost, M., & Baumann, A. (2017). *Führungskräfte als Gestalter einer gesunden und produktiven Arbeitswelt 4.0 – Welche Kompetenzen braucht es?* Poster im Rahmen der Fachmesse A+A 2017, Düsseldorf.
- Frost, M., & Sandrock, S. (2017). Motivation und Führung – Potenziale durch Digitalisierung? In Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Leistung und Entgelt. Arbeits- und Betriebsorganisation kompakt*. 12017/1. Bergisch Gladbach: Heider Verlag.
- Frost, M., Sandrock S., & Schüth, N. J. (2016). *Potenziale der digitalen Arbeitswelt für Führung und Qualifizierung. Erfahrungsberichte und Empfehlungen von 4.0 Experten*. Zeit-

schrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 111, S. 639–644.

- Frost, M., Taxacher, V., & Sandrock, S. (2017). Welche Kompetenzen braucht die digitale Führung 4.0? – Erfahrungsberichte und Empfehlungen aus der Metall- und Elektroindustrie. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft*. Dokumentation des 63. Frühjahrskongresses der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Beitrag E.1.3).
- Gatzka, M., & Felfe, J. (2015). Führungsmotivation. In F. Felfe (Hrsg.), *Trends der psychologischen Führungsforschung* (S. 381–391). Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Roth, G. (2001). *Fühlen, Denken, Handeln*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.

Roth, G. (1997). *Das Gehirn und seine Wirklichkeit*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.

- Schaper, N. (2014). Aus- und Weiterbildung: Konzepte der Trainingsforschung. In F. W. Nerdinger, G. Blickle & N. Schaper (Hrsg.), *Arbeits- und Organisationspsychologie* (S. 461–487). Berlin: Springer Verlag.
- Schmidt, S. J. (1996). *Kognitive Autonomie und soziale Ordnung* (2. Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Stengel, M. (1997). *Psychologie der Arbeit*. Weinheim: Beltz Psychologie-Verlags-Union.
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17–31). Weinheim: Beltz Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation
- 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen
- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse
- 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams
- 1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.5 Lernformen 4.0
- 2.1.4 4.0-Prozesse und agiles kooperatives Change Management
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen

1. Führung und Kultur > 1.4 Wissen und Kompetenzen in 4.0-Prozessen

1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen



■ **Stichwörter:** (Handlungs-)Kompetenz, Fähigkeiten, Fertigkeiten, Qualifikation, Erfahrungswissen, Intuition, erfahrungsgelitetes Handeln

› Warum ist das Thema wichtig?

Mit dem Einzug von cyber-physischen Systemen (CPS)¹ in die Arbeitsprozesse stehen auch die Beschäftigten vor der Anforderung, mit diesen 4.0-Technologien² kompetent umzugehen. Sie sollten zum Beispiel wissen, welche Funktionen diese 4.0-Technologien mit ihrer intelligenten Software³ auf Grundlage der Modelle der künstlichen Intelligenz (KI) ha-

ben. Sie sollten wissen, wie mit ihnen umzugehen ist und welche Vor- und Nachteile sie besitzen. Dazu müssen die Beschäftigten keine IT-Experten werden, aber sie sollten die grundlegenden Kriterien zur Einschätzung der und zum Umgang mit den 4.0-Technologien kennen. Die Betriebe sollten einen Rahmen und Angebote für Training und Weiterbildung im Umgang

mit 4.0-Technologien schaffen, die die Beschäftigten aktiv und auch selbstverantwortlich wahrnehmen können. Die Beschäftigten sollten motiviert werden, engagiert mit den 4.0-Technologien umzugehen sowie ihr Erfahrungswissen in die 4.0-Prozesse⁴ einzubringen.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Kompetenz – Qualifikation – Erfahrungswissen und Intuition

Kompetenzen sind verfügbare oder erlernte Fähigkeiten und Fertigkeiten, die in Zusammenhang mit Wissen, Verstehen, Können, Handeln, Erfahrung und Motivation stehen. Mit ihrer Hilfe können Personen konkrete Anforderungen bewältigen beziehungsweise Probleme in verschiedenen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll lösen.⁵ Zur Beschreibung und Klassifizierung unterschiedlicher Kompeten-

zen hat sich eine Aufteilung in vier Bereiche von Handlungskompetenz etabliert: Fach-, Methoden-, Personal- sowie Selbstkompetenz und Sozialkompetenz.

Der Begriff der **Qualifikation** bezieht sich hier ausschließlich auf präzise definierte berufliche Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten.

Erfahrungswissen und Intuition sind Bestandteile der Kompetenzen. Sie richten sich nicht nur auf exakte, eindeutig definierbare und messbare Informationen, sondern ebenso auf

eher diffuse und vielschichtige Informationsquellen wie beispielsweise visuelle Eindrücke, Empfindungen, Geräusche. Eine solche sinnliche Wahrnehmung ist verbunden mit wahrnehmungs- und verhaltensnahen Formen des Denkens (Bilder, Assoziationskette, assoziative Verknüpfungen).⁶ Erfahrungsgelitetes Handeln wird daher häufig als nicht direkt beobachtbar, intuitiv, nicht lehrbar und schwer ausdrückbar beschrieben.⁷

Zentrale Kompetenz: Reflexiver Umgang mit Systemen der künstlichen Intelligenz

Die Einführung von 4.0-Technolo-

gien ist bei Beschäftigten fast immer mit Unsicherheit und Ungewissheit verbunden. Wenn sie nicht wissen, was geplant ist und was die autono-

men technischen Systeme wie machen und wie sie lernen, kann das die Akzeptanz der Beschäftigten diesen Systemen gegenüber einschränken

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (einschließlich KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Software 4.0 ist autonom und selbstlernend.

⁴ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁵ nach Klieme, 2004

⁶ Böhle 2005; Böhle 2017, S. 27ff.

⁷ Böhle & Milkau 2010

und damit auch ihre Leistungsbereitschaft und Produktivität. Dies gilt vor allem dann, wenn die CPS auch personenbezogene Daten der Beschäftigten erfassen und verarbeiten. Um durch die Einführung der 4.0-Technologien keine mögliche negative Spirale des Misstrauens und Produktivitätsverlustes in Gang zu setzen, hilft es, Kompetenzen über die grundlegenden Funktionsweisen der 4.0-Technologien, die im Betrieb eingesetzt werden, zu vermitteln.

Was bedeutet das konkret? Aus den Beschäftigten können keine IT-Experten oder Programmierer werden. Dazu fehlen in der Regel fast alle Voraussetzungen wie Zeit, Finanzmittel und auch Wissensgrundlagen. Die Feststellung, dass die Algorithmen und die Modelle der künstlichen Intelligenz zu komplex seien, um sie zu verstehen, und man deswegen ganz auf die Kenntnis ihrer grundlegenden Funktionsweise verzichtet, ist auch keine Lösung: Das würde bedeuten, dass sich Unternehmen, Führungskräfte und Beschäftigte den autonomen technischen Systeme ausliefern.

Eine Lösung ist: Beschäftigte (und auch Führungskräfte) müssen ein reflexives und kritisches Bewusstsein zum Umgang mit Systemen der künstlichen Intelligenz entwickeln. Voraussetzung dafür sind Kenntnisse der grundlegenden Funktionsweisen der jeweiligen 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI). Dieses Bewusstsein lässt sich über Antworten zu den folgenden Fragen entwickeln:

- Welche Daten allgemein und welche personenbezogenen Daten werden erhoben?
- Wo liegen die Daten und wer hat insgesamt Zugriff auf sie?
- Wie werden die Daten von der intelligenten Software (inkl. KI) verarbeitet?
- Nach welchen Kriterien lernt die intelligente Software (inkl. KI)?
- Wer hat Zugriff auf die Daten sowie auf die Auswertungen und wie werden sie noch verwendet?

Wer Information über die grundlegenden Funktionsweisen der auto-

nomen technischen Systeme besitzt, für den ist ihre Wirkweise transparenter und durchschaubarer. Transparenz bedeutet, dass die Aktionen und Funktionen des autonomen technischen Systems nachvollziehbar sind. Die Voraussetzung für eine derartige Kompetenzentwicklung der Beschäftigten zu den 4.0-Technologien ist allerdings, dass zu jeder Anwendung eines Gegenstandes der 4.0-Technologie eine Kurzinformation – wie beispielsweise ein „Informationsblatt smartes Produkt“⁸ – vom Hersteller beiliegt; dies gilt für jedes Smartphone, smartes Arbeitsmittel, Fahrzeug, zu jeder smarten Gebäudeanlage oder jede Softwareanwendung. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*

Fachkompetenzen zum Umgang mit 4.0-Technologie

Neben den Kenntnissen über die grundlegenden Funktionsweisen der 4.0-Technologien im Betrieb sollten die Beschäftigten gründlich fachlich auf die Einführung der autonomen technischen Systeme und der Assistenzsysteme sowie auf den Umgang mit ihnen vorbereitet werden. Schon die Information und Begründung, warum und wie die 4.0-Technologien im Betrieb eingeführt werden sollen, ist Teil der Kompetenzentwicklung der Beschäftigten. Es empfiehlt sich, sich Zeit zu nehmen und den Beschäftigten die neuen Technologien detailliert zu erklären und auch zu beschreiben, welche Anforderungen und Kompetenzen zum Umgang mit ihnen erforderlich sind und wie diese Kompetenzen erworben werden können. Hierzu gehören beispielsweise Fragen wie:

- Wie können die 4.0-Technologien qualifiziert, sicher und gesundheitsgerecht bedient werden?
- Welche Arbeitsprozesse verändern sich wie?
- Welche Tätigkeiten werden gegebenenfalls neu miteinander verknüpft?
- Entstehen neue Kommunikations- und Kooperationswege?
- Ändern sich Weisungsbefugnisse und Handlungsträgerschaften ▶

siehe Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)?

- Werden neue Verfahren und Regelungen im Umgang mit der 4.0-Technologie nötig?
- Wie geht man mit Fehlern, Störungen, Angriffen oder anderen Notfallsituationen um?

Hier sollte mit den jeweils betroffenen Beschäftigten gemeinsam überlegt werden, welche Kompetenzen im Umgang mit den 4.0-Technologien vorhanden sind, welche Defizite bestehen und durch welche Maßnahmen diese Defizite beseitigt werden können (zum Beispiel Begleitung durch digitalaffine Kollegen, Trainings durch Hersteller beziehungsweise Anbieter, Weiterbildung, Unterstützung durch Digital-Mentor. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“).* Diese Kompetenzen entwickeln sich nicht im Selbstlauf, sondern hierfür sind Zeitfenster und gegebenenfalls auch Mittel zur Qualifizierung und für Trainings einzuplanen.

Zu den Fachkompetenzen gehören neben den Kenntnissen der Bedienung der 4.0-Technologien auch Kenntnisse zum Umgang mit den personenbezogenen Daten und dem Datenschutz sowie der Datensicherheit. Es ist hilfreich, wenn Beschäftigte die Kriterien zur Qualität der Daten kennen, damit sie einschätzen können, wie verlässlich die Daten sind und welche Aussagekraft sie für die jeweilige Fragestellung besitzen.

Falls die autonomen technischen Systeme teilweise oder vollständig Handlungsträgerschaft in Arbeitsprozessen übernehmen, sind die Beschäftigten darauf mental und fachlich vorzubereiten. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI); 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).* Mit den Beschäftigten sollte im Detail besprochen (und möglichst vereinbart) werden, wie die Art der Interaktion zwischen intelligenter Software (inkl. KI) und Beschäf-

⁸ Busch 2018, S. 59

tigten gestaltet wird. Dabei sollten die Interventionsmöglichkeiten für die Beschäftigten vorgestellt und trainiert werden. Es sollten die Vorteile und die Entlastung, die die intelligente Software (inkl. KI) den Beschäftigten bietet, herausgearbeitet und beschrieben werden – wie zum Beispiel die physische und psychische Entlastung oder die Assistenzfunktion im Arbeitsprozess. Auch die kritischen Aspekte der Interaktion sollten thematisiert werden, etwa die Frage des Umgangs mit personenbezogenen Daten, die Anweisungsbefugnisse von Software gegenüber Beschäftigten, die Aspekte der Kontrolle und Überwachung oder die Frage der Entscheidungsfreiheit für Beschäftigte (und Führungskräfte).

Sind die 4.0-Technologien eingeführt, sollten die Beschäftigten im sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit der 4.0-Technologie unterwiesen werden. Ist eine private Nutzung der Geräte erlaubt (zum Beispiel Tablets, Smartphones) oder werden private Geräte für die Arbeit genutzt, sollten die Beschäftigten im reflektierten Umgang mit dienstlichen und privaten Anwendungen trainiert werden (wie Zugriffsrechte der Apps auf betriebliche Daten, private und geschäftliche Daten trennen). ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses; 2.3.5 Umgang mit Messengern und sozialen Medien.*

Bewältigungskompetenz im Umgang mit 4.0-Technologien

In den 4.0-Prozessen werden Aspekte wie Freude und Neugier an neuen Entwicklungen, Veränderungsbereitschaft, Fähigkeit zur Kommunikation, Hartnäckigkeit beim Lösen von Problemen oder Bereitschaft zum Lernen für Beschäftigte immer wichtiger. Die Anforderungen an Eigeninitiative und das Engagement von vielen Beschäftigten (Selbstorganisation, Anforderung an unternehmerisches Denken) wachsen weiter. Kleine und mittlere Betriebe werden die Herausforderungen der 4.0-Prozesse vermutlich wirkungsvoller bewältigen können, wenn sie diese Fähigkeiten bei möglichst vielen ihrer Beschäftigten

aktivieren. Damit wird eine Tendenz verstärkt, die bereits seit längerem beobachtet und die mit zunehmenden Anforderungen an aktive Selbststeuerung im Sinne der Unternehmenserfordernisse beschrieben wird (Subjektivierung der Arbeit, Arbeitskraftunternehmer)⁹.

Diese Fähigkeiten und Eigenschaften helfen den Unternehmen, die zunehmende Ungewissheit und Komplexität, die durch 4.0-Technologien entstehen, zu bewältigen. Diese Bewältigungskompetenzen basieren zum einen auf den Fähigkeiten und Fertigkeiten des Beschäftigten. Sie sind aber auch eingebettet und beeinflusst von der Art der Organisation (wie hierarchieorientiert, teamorientiert, agil) sowie der Unternehmens- und Führungskultur. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungsverhalten für 4.0-Prozesse; 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen; 2.1.1 Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen.* Die Führungs- und Unternehmenskultur kann die Beschäftigten

- aktivieren – durch beispielsweise klare Orientierung, angenehmes Betriebsklima, Freiräume für Entscheidungen, Unterstützung oder wertschätzende Führung mit Folgen wie Motivation, Vertrauen, Zuverlässigkeit, produktive Zufriedenheit –,

aber auch

- deaktivieren – durch beispielsweise mangelnde Unterstützung, fehlende Konfliktkultur, kaum Handlungsspielräume mit Folgen wie Frustration, Erschöpfung, Erzeugung destruktiver Unzufriedenheit, Krankheit („negative“ Subjektivierung¹⁰). ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 4.1.2 Belastungs-Bearbeitungskonzept.*

Im Folgenden sind beispielhaft einige Kompetenzen aufgeführt, die einem Beschäftigten und dem Unternehmen helfen, ungewisse Situationen wie die 4.0-Prozesse zu bewältigen¹¹:

- *Selbst- oder Personalkompetenzen in 4.0-Prozessen* – wie zum

Beispiel Offenheit für Neues und Neugier (Veränderungs-, Innovationsfähigkeit); Lernbereitschaft; Kommunikationsfähigkeit (zum Beispiel zwischen IT und Team); Eigenverantwortung, Selbstorganisation, Selbstregulation in 4.0-Prozessen; Technikaffinität; Denken in Zusammenhängen (Prozessverständnis, Komplexitätskompetenz, schlussfolgerndes Denken); Kenntnisse, wann Vertrauen in die Daten und autonome Systeme gerechtfertigt ist

- *Sozialkompetenz in 4.0-Prozessen* – wie zum Beispiel Kooperationsfähigkeit in stärker 4.0-gesteuerten Teams, zum Beispiel zwischen virtuellen Teams; bei technikzentrierter Interaktion und fehlender personaler Beziehung (wie Emotionen, Empathie); Kommunikation auf Distanz mit Kollegen, Vorgesetzten und Kunden; Fähigkeit zur Zusammenarbeit in vielfältigen Belegschaften bei zunehmend internationalen Beziehungen

- *Methodenkompetenz in 4.0-Prozessen* – wie zum Beispiel Prioritäten setzen können (Reduktion von Komplexität); Feedback vom System verstehen, annehmen und umsetzen können; Fähigkeit, in CPS intervenieren zu können; Kenntnisse über Gefahren und Abhängigkeiten in 4.0-Prozessen

Intuition und Erfahrungswissen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen

Im Zusammenhang mit der 4.0-Technologie und der künstlichen Intelligenz wird auch die Rolle von Intuition und Erfahrungswissen der Beschäftigten diskutiert. Intuition und Erfahrungswissen – als Bestandteil der Bewältigungskompetenz, aber auch jeder Handlung der Beschäftigten – werden in 4.0-Prozessen vermutlich sehr unterschiedlich gefragt sein. Zum einen werden beispielsweise smarte Arbeitsmittel verlässlicher und früher auf Grundlage unterschiedlicher physischer Parameter vorhersagen können, wann eine Maschine ausfallen wird. Die 4.0-Technologien werden somit das wertvolle Erfahrungswis-

⁹ vgl. u. a. Moldaschl & Voß 2003 (Sammelband zum Thema); Pfeiffer 2004, S. 139ff.; Pongratz & Voß 2003, S. 23ff.; Voswinkel 2012, S. 302ff.

¹⁰ Huchler 2016b, S. 14

¹¹ vgl. u. a. Frieling & Sonntag 1999, S. 148; Frost et al. 2017; Frost & Baumann 2017; Roth 1997, S. 178ff.; Schmidt 1996, S. 32ff.; Stengel 1997, S. 98ff.

sen eines Facharbeiters ersetzen, der zum Beispiel am Klang der Maschine hört, fühlt und entsprechend vorhersagen kann, wann sie ausfällt¹². Andererseits kann beispielsweise in unvorhersehbaren Ereignissen, nicht standardisierten Situationen und bei den wachsenden Unwägbarkeiten gerade in den 4.0-Prozessen das intuitive, erfahrungsgeladete und kreative Reagieren von Personen erforderlich sein.

Die Frage ist also, wie sich Erfahrungswissen und Intuition der Beschäftigten in 4.0-Prozessen entwickeln und welche Rolle sie spielen werden. Bei den Überlegungen zu dieser Frage sollte man sich die unterschiedlichen Handlungsmuster von Beschäftigten und Betrieben auf der einen Seite und von autonomen technischen Systemen auf der anderen Seite in Erinnerung rufen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.2 Autonomie der Systeme und 1.4.4 Organisation von Wissen in 4.0-Prozessen.* Erfahrungswissen und Intuition (Teil des impliziten Wissens einer Person) basieren auf der Sozialisation, Entwicklung und Identität des jeweiligen Beschäftigten. Erfahrungswissen und Intuition der Beschäftigten sind gleichzeitig wesentliche Grundlage des sozialen Zusammenhalts in Betrieben und eine Grundlage der Unternehmens- und Arbeitskultur (implizites Wissen eines Betriebes). Sie sind Bestandteil einer

jeweils einzigartigen Kompetenz einer Person in einem jeweiligen sozialen Umfeld (in Verbindung mit den soziokulturellen Mustern). Die sozialen Beziehungen der Beschäftigten basieren nicht nur auf rationalen Entscheidungen, sondern sie sind gleichermaßen beeinflusst von Intuitionen und Erfahrungen des Umgangs miteinander. Intuitionen – wie sinnliche Wahrnehmungen, Assoziationen, Bilder und Gefühle – spielen aber auch im Umgang mit Arbeitsmitteln, Fahrzeugen oder der Arbeitsumgebung eine Rolle.¹³

Autonome technische Systeme können Erfahrungswissen und Intuition in bestimmten Bereichen des betrieblichen Handelns ersetzen, simulieren und imitieren.¹⁴ Die autonomen technischen Systeme funktionieren auf Grundlage technischer Muster und damit auf einer gänzlich anderen Grundlage als Personen und soziale Systeme mit ihren soziokulturellen Mustern. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.2 Autonomie der Systeme.*

Unter Berücksichtigung dieser unterschiedlichen Handlungsmuster lässt sich die Frage nach der Rolle von Intuition und Erfahrungswissen in 4.0-Prozessen allgemein folgendermaßen beantworten: Erfahrungswissen und Intuition können in bestimmten Bereichen durch technische autonome Systeme ersetzt werden, weil sie hier verlässlichere Lösungen

anbieten (siehe Beispiel des Facharbeiters, der den „Zustand der Maschine fühlt“). Dies gilt vor allem dort, wo technisch physikalische Daten eine Rolle spielen. Erfahrungswissen und Intuition sind allerdings wegen ihrer Bedeutung für soziale Beziehungen und für den Umgang mit Unwägbarkeiten eine wesentliche Kompetenz der Beschäftigten. Dies gilt beispielsweise für ungewisse, kritische und nicht planbare Situationen, für Beziehungen in denen Empathie gefragt ist, in Situationen, in denen kreative und innovative Lösungen erforderlich sind, oder in Fragen, in denen es um das soziale Miteinander, die Kommunikation und das soziale Klima im Betrieb geht (und damit auch um Produktivität).¹⁵

Im Zusammenhang mit der Einführung von 4.0-Technologien sollte genau überlegt werden, wie die spezifischen Stärken der Technologie einerseits und der Führungskräfte und Beschäftigten andererseits genutzt werden können. Die 4.0-Technologien können wesentlich besser als Menschen große Datenmengen und Informationen schnell auswerten und bewerten. Allerdings verfügen Menschen über Intuition, Reflexivität und Erfahrung, die in außergewöhnlichen Situationen, in Innovationsprozessen und in der Zusammenarbeit mit Menschen fundamental sind.

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Wenn Beschäftigte die Kompetenzen zur Nutzung der autonomen technischen Systeme besitzen, kann das unter anderem folgende positive Wirkungen haben:

Die Beschäftigten

- ... erkennen die Möglichkeiten sowie die Gefahren der 4.0-Technologien.
- ... haben Kriterien, wie die intelligente Software (inkl. KI) zu bewerten ist.
- ... wissen, welche Daten die 4.0-Technologien erheben und

wie diese verarbeitet werden.

- ... wissen, welche personenbezogenen Daten erhoben werden, und haben den Umgang damit vereinbart.
- ... besitzen die fachlichen Voraussetzungen, um mit den 4.0-Technologien kompetent umzugehen.
- ... bringen ihre sozialen und personalen Kompetenzen zur Bewältigung der Unwägbarkeiten bei der Einführung der 4.0-Technologien und beim Umgang mit den 4.0-Prozessen ein.

- ... setzen sich neugierig und interessiert mit den neuen Technologien und den Möglichkeiten und Grenzen der Software 4.0 (KI) auseinander.
- ... haben ein systematischeres Verständnis von 4.0-Prozessen in der Organisation.
- ... sind bereit, die 4.0-Technologien zu akzeptieren.
- ... sind offen für die Einführung neuer autonomer technischer Systeme.

¹² Carus & Schulze 2018, S. 91ff.

¹³ vgl. u. a. Böhle 2005, S. 9ff.; Böhle 2017, 15ff.; Carus & Schulze 2017, S. 91ff.

¹⁴ Huchler 2016a, S. 70

¹⁵ Böhle 2005

Gefahren: Wenn Beschäftigte nicht ausreichende Kompetenzen zur Nutzung der autonomen technischen Systeme besitzen und nicht bereit sind, sich mit den Systemen auseinanderzusetzen, kann das unter anderem folgende negative Folgen haben:

Die Beschäftigten

- ... erkennen den Nutzen der 4.0-Technologien nicht und setzen diese nicht aktiv ein.
- ... machen Fehler im Umgang mit

den 4.0-Technologien, die unter Umständen schwere Auswirkungen auf die Unternehmensprozesse haben.

- ... haben Angst vor Veränderung und Ungewissheit und behindern deswegen den Veränderungsprozess.
- ... fühlen sich von der Entwicklung und den Anforderungen überfordert.
- ... haben Schwierigkeiten im Umgang mit den 4.0-Technologien,

was die Produktivität beeinträchtigen kann

- ... kennen keine Kriterien, um den Nutzen der autonomen technischen Systeme sowie die Qualität der Daten, die diese liefern, einschätzen zu können.
- ... entscheiden gegebenenfalls unreflektiert anhand der von Systemen vorgegebenen Daten, ohne die Qualität der Daten zu hinterfragen und einschätzen zu können.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Damit die Beschäftigten die ausreichenden Kompetenzen für die Einführung der und den Umgang mit den 4.0-Technologien besitzen, sind unter anderem folgende Maßnahmen zu empfehlen:

Allgemeiner Kompetenzaufbau zu 4.0-Technologien im Betrieb – Beispiele

Die Führungskräfte sollten

- ... ihren Beschäftigten die Kriterien für einen reflexiven Umgang mit Systemen der künstlichen Intelligenz vermitteln können – zum Beispiel in Form von Infoblättern, in Teambesprechungen thematisieren (Inhalte und Kriterien). › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien*). Diese Maßnahme ist eine wesentliche Voraussetzung für die Art des Umgangs der Beschäftigten mit den 4.0-Technologien, aber auch für die aktive Unterstützung der Beschäftigten bei ihrer Einführung. › *Siehe Umsetzungshilfen 1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungsverhalten für 4.0-Prozesse; 2.1.1 Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen*.
- ... bei der Beschaffung darauf achten, dass „Informationsblätter smarte Produkte“ (Onepager) zur grundlegenden Funktionsweise der 4.0-Produkte (wie zum Beispiel smarte Arbeitsmittel, Fahrzeuge, Smartphones) mitgeliefert werden.

Die Führungskräfte sollten ein Verfahren festlegen, einführen und kommunizieren, wie die Beschäftigten die „Informationsblätter smarte Produkte“ berücksichtigen sollten.

› *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt*.

- ... bei der Einführung von 4.0-Technologien erheben, welche Kenntnisse und Affinitäten zu digitalen Technologien bei betroffenen Beschäftigten bereits vorhanden sind. Mit besonders digital-affinen Beschäftigten gemeinsam überlegen, wie diese Kompetenzen gefördert und für die Arbeitsprozesse genutzt werden können.
- ... überprüfen, wie der Aufbau von Kompetenz in die 4.0-Technologien integriert werden kann (zum Beispiel bedarfsgerechte und individuelle Anweisungen und Hilfen über Assistenzsysteme). › *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation*.
- ... Testumgebungen oder Lernprozesse zum Kompetenzaufbau vor Realeinsatz der 4.0-Technologien einrichten. › *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality*.
- ... neue Lernformen, Simulationen oder Gamification-Elemente einplanen. › *Siehe Umsetzungshilfen 1.4.5 Lernformen 4.0, 4.2.2 Gamification zur Mitarbeiterbindung und -motivation*.

- ... die Beschäftigten in speziellen Treffen oder Teambesprechungen regelmäßig über neue 4.0-Technologien in der Branche informieren – zum Beispiel nach Besuchen bei Messen, neuen Informationen von Branchenverbänden und Kammern, Informationen von IT-Fachberatern und auch Herstellern. Gegebenenfalls gemeinsam mit den Beschäftigten besprechen, wie diese neuen Anwendungen genutzt werden können.

- ... überlegen, wie ein Betriebsklima geschaffen und gefördert werden kann, in dem die Beschäftigten offen für neue Entwicklungen werden und wie ihre Neugier gefördert werden kann (Veränderungs-, Innovationsfähigkeit). › *Siehe 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen*.

Fachkompetenzen bei Einführung und Nutzen der 4.0-Technologien – Beispiel

Die Führungskräfte sollten

- ... analysieren, welche Anforderungen und Kompetenzen zum Umgang mit den anzuschaffenden 4.0-Technologien und Assistenzsystemen erforderlich sind und welche Defizite bei den Beschäftigten in Bezug auf diese Anforderungen bestehen.
- ... ein Verfahren festlegen, wie welche Beschäftigten die erforderlichen Kompetenzen erwerben können (wie zum Beispiel Qualifi-

zierung, Weiterbildung, Trainings, Lernformen 4.0). Die unterschiedlichen Persönlichkeiten (und Wertetypen) der Beschäftigten sowie deren Affinität zu den neuen Technologien dabei berücksichtigen.

- ... für Beschäftigte, die weniger Bezug zu den 4.0-Technologien haben, besondere Unterstützungsmöglichkeiten anbieten (zum Beispiel Begleitung durch digital-affine Kollegen, Trainings).
- ... bei der Einführung von 4.0-Technologien überlegen, inwieweit Intuition und Erfahrungswissen als wichtige Kompetenz der Beschäftigten erhalten, bewahrt und gefördert wird und in welchen Prozessen

4.0-Technologien Aspekte von Intuition und Erfahrungswissen der Beschäftigten ersetzen kann.

- ... für Prozesse, in denen die 4.0-Technologie teilweise und ganz Handlungsträgerschaft übernimmt (zum Beispiel selbstfahrende Fahrzeuge, [Teil-]Steuerung durch Organisationssoftware), Beschäftigte darüber informieren und ihnen vermitteln, wie sie intervenieren können.
- ... Beschäftigte im sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit der 4.0-Technologie unterweisen. Dabei auch die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe*

2.2.1 Gefährdungsbeurteilung 4.0.

- ... Fähigkeiten zum Selbstmanagement bei Beschäftigten mit steigenden Handlungsspielräumen stärken.
- ... Zeit und gegebenenfalls Finanzressourcen für die Qualifizierung, die Weiterbildung und die Trainings oder die Betreuung und Begleitung von Kollegen einplanen.
- ... regelmäßig mit den Beschäftigten die Erfahrungen im Umgang mit den 4.0-Technologien auswerten und gemeinsam überlegen, ob und wie zusätzlicher Kompetenzaufbau erforderlich und hilfreich ist.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- BaFin – Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (2018). *Big Data trifft auf künstliche Intelligenz. Herausforderungen und Implikationen für Aufsicht und Regulierung von Finanzdienstleistungen*. Bonn: BaFin.
- Böhle, F. (2005). *Erfahrungswissen hilft bei der Bewältigung des Unplanbaren*. Zeitschrift Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis – BWP, 5/2005, S. 9–13.
- Böhle F., & Milkau, B. (2010). Subjektivierendes Arbeitshandeln. In C. Meyn & G. Peter (Hrsg.), *Arbeits-situationsanalyse* (S. 328–342). Band 1: Zur phänomenologischen Grundlegung einer interdisziplinären Arbeitsforschung, Wiesbaden: VS.
- Böhle, F. (2017). Subjektivierendes Handeln – Anstöße und Grundlagen. In F. Böhle (Hrsg.), *Arbeit als subjektivierendes Handeln* (S. 3–34). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Busch, C. (2018). *Algorithmic Accountability*. Osnabrück: Universität Osnabrück.
- Carus, U. & Schulze, H. (2017). Subjektivierendes Arbeitshandeln bei der Arbeit mit CNC-Maschinen. In F. Böhle (Hrsg.), *Arbeit als subjektivierendes Handeln* (S. 91–113). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Deutscher Ethikrat (2017). *Big Data und Gesundheit – Datensouveränität als informationelle Freiheitsgestaltung*. Berlin: Deutscher Ethikrat.
- Döbel, I., Leis, M., Vogelsang, M., Neustroev, D., Petzka, H., Riemer, A., Rüping, S., Voss, A., Wegele, M., & Welz, J. (2018). *Maschinelles Lernen*. München: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
- Frieling, E., & Sonntag, K. (1999). *Lehrbuch Arbeitspsychologie*. Bern: Hans Huber.
- Frost, M., & Sandrock, S. (2017). Motivation und Führung – Potenziale durch Digitalisierung? In *Leistung und Entgelt. Arbeits- und Betriebsorganisation kompakt* (1/2017). Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Bergisch Gladbach: Heider.
- Frost, M., Taxacher, V., & Sandrock, S. (2017). Welche Kompetenzen braucht die digitale Führung 4.0? – Erfahrungsberichte und Empfehlungen aus der Metall- und Elektroindustrie. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft*. Dokumentation des 63. Frühjahrskongresses der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
- Gräf, E., Lahmann, H., & Otto, P. (2018). *Die Stärkung der digitalen Souveränität*. Deutsches Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet – DIVSI (Hrsg.). www.iRights-Lab.de. Zugegriffen: 28.07.2018.
- Huchler, N. (2016a). *Die „Rolle des Menschen“ in der Industrie 4.0 – Technikzentrierter vs. humanzentrierter Ansatz*. AIS-Studien 9 (1), S. 57–79.
- Huchler, N. (2016b). *Re-Taylorisierung und Subjektivierung*. In DGUV Forum. Fachzeitschrift für Prävention, Rehabilitation und Entschädigung der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), Heft 11/2016, S. 12–16.
- Klieme, E. (2004): *Was sind Kompetenzen und wie lassen sie sich messen?*, Pädagogik, 56, S. 10–13.
- Otto, B. (2016). *Digitale Souveränität: Beitrag des Industrial Data Space*. München: Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
- Pfeiffer, S. (2004). *Arbeitsvermögen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Pongratz, H. J., & Voß, G.G. (2003). *Arbeitskraftunternehmer*. Berlin: edition sigmar.
- Roth, G. (2001). *Fühlen, Denken, Handeln*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Schmidt, S. J. (1996). *Kognitive Autonomie und soziale Ordnung*. (2. Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Stengel, M. (1997). *Psychologie der Arbeit*. Weinheim: Beltz Psychologie-Verlags-Union.
- Vosswinkel, S. (2012). Arbeit und Subjektivität. In K. Dörre, D. Sauer, & V. Wittke (Hrsg.), *Kapitalismustheorie und Arbeit* (S. 302–315). Frankfurt am Main, New York: Campus Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.2 Autonomie der Systeme
- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungsverhalten für 4.0-Prozesse
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.4 Organisation von Wissen in 4.0-Prozessen
- 1.4.5 Lernformen 4.0
- 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen
- 2.1.1 Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen (Rahmenbedingungen)
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“)
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.5 Umgang mit Messengern und sozialen Medien
- 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses
- 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)
- 4.1.2 Belastungs-Beanspruchungs-Konzept 4.0
- 4.2.2 Gamification zur Mitarbeiterbindung und -motivation

1. Führung und Kultur › 1.4 Wissen und Kompetenzen in 4.0-Prozessen

1.4.4 Organisation von Wissen in 4.0-Prozessen (Wissensmanagement)



- **Stichwörter:** explizites Wissen, implizites Wissen, organisationales Wissen, soziokulturelle (Deutungs-)Muster, technische (Deutungs-)Muster, Wissensgenerierung

› Warum ist das Thema wichtig?

4.0-Prozesse¹ und die intelligente Software² mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) verändern die Art der Wissensaufnahme und -verwertung im Arbeitsprozess deutlich. Die Komplexität der Daten und die Möglichkeiten ihres Einsatzes, die Unternehmen als Wissensbestände für ihre Handlungen nutzen können, verändern sich erheblich. Das kann zum

einen dazu führen, dass die herkömmliche Art des Umgangs mit Wissen nicht mehr ausreicht, diese Komplexität und die neuen Möglichkeiten zu nutzen und zu bewältigen. Andererseits dürfen vorhandene Erfahrungen und personales Expertenwissen im Unternehmen nicht verloren gehen und sind gezielt zu fördern. Die cyber-physischen Systeme (CPS)³ mit ihrer intelligenten

Software (inkl. KI) sind sowohl Treiber als auch Ursache der Veränderung für die Organisation von Wissen im Betrieb. Diese autonomen technischen Wissenssysteme forcieren den Veränderungsdruck, dem die Unternehmen beim Umgang mit Wissen unterliegen, bieten gleichzeitig aber auch Hilfen, diese Veränderung umzusetzen.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Daten – Information – Wissen⁴

Daten sind durch Syntaxregeln zusammengesetzte Zeichen (wie Zahlen, Sprache/Text, Bilder).

Informationen sind Daten und Sinneseindrücke, denen eine Person eine Bedeutung zuweist (Interpretation). Die Bedeutung für die jeweilige Person hängt von den individuellen Vorstellungen, Erwartungen und Ansprüchen dieser Person ab.

Unter **Wissen** werden hier Informationen verstanden, die eine Person befähigen, in einem Kontext Entscheidungen zu treffen und zielgerichtet handeln zu können. Wissen

kann implizit oder explizit sein. Wissen kann eine Person, aber auch ein Betrieb (eine Organisation) besitzen.

Explizites Wissen ist Wissen, welches bewusst wahrgenommen werden kann. Es kann dokumentiert, ausgesprochen, unpersönlich und allgemeingültig sein (zum Beispiel Arbeitsanweisungen, Verträge, Bücher).

Implizites Wissen ist Wissen, welches eine Person aufgrund ihrer Erfahrung, ihrer Praxis und ihres Lernens besitzt. Implizites Wissen kann nur schwer oder gar nicht beschrieben werden, ist aber wirksames Wissen (beispielsweise kann ein Kind Fahrrad fahren, ohne zu wissen wie, Erfah-

rungswissen).

Organisationales Wissen ist die Gesamtheit allen Wissens in einem Unternehmen. Es liefert Grundlagen und Orientierung für Entscheidungen und Handlungen der Personen in der Organisation. Diese Gesamtheit des Wissens ist mehr und anders als die Summe des Wissens der einzelnen Personen der Organisation. Auch organisationales Wissen kann explizit (wie Handbücher, Patente, Datenbanken) und implizit (wie Unternehmenskultur, Arbeitsroutinen, Deutungsmuster autonomer intelligenter Software – inkl. KI) sein.

Durch die 4.0-Technologien⁵ und die intelligente Software (inkl. KI) erweitern sich die Datenbestände, auf die ein Unternehmen zugreifen kann, um sie für betriebliche Entscheidungen und Handlungen zu nutzen. Über

autonome technische Wissenssysteme stehen beispielsweise Datenbestände aus folgenden Bereichen zur Verfügung:

- Im Unternehmen vorhandene Daten (aus Datenbanken)

- Daten, die 4.0-Technologien im Unternehmen erzeugen (zum Beispiel Assistenzsysteme, Arbeitsmittel, Räume, Fahrzeuge)

- Daten, die aus Organisationsprozessen des Betriebes kommen, die

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

⁴ vgl. zu allen Begriffen: Probst et al. 1999, S. 36ff.; Wilke 1998, S. 7ff.

⁵ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

über intelligente Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden

- Vitaldaten und Profile von Beschäftigten
- Daten von smarten Dienstleistern und Hersteller-Plattformen
- Daten aus fachlichen Big-Data-Plattformen, die für den Betrieb nützlich sein können
- Daten und Profile über Kunden

Alle diese Daten – Datenschutz vorausgesetzt ▶ *siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen* können gezielt genutzt und verknüpft werden. Dazu im Folgenden ein paar Beispiele:

Beispiele für neue Formen der Wissensgenerierung

Intelligente Software (inkl. KI) erfasst und strukturiert Daten und trägt bereits bestehende Wissensbestände

zusammen.⁶ Über das Erfassen von beobachtbaren oder messbaren Verhaltensmustern und Arbeitsroutinen ist auch implizites Wissen für die intelligente Software (inkl. KI) zugänglich.

Digitale Assistenzsysteme, wie zum Beispiel Smartphones oder Smart Watches, Tablets oder Datenbrillen, generieren Informationen und machen diese verfügbar. So können sich Führungskräfte und Beschäftigte schnell und unkompliziert an jedem Ort und zu jeder Zeit informieren oder informiert werden. Dies birgt für die Unternehmen erhebliche Zeit- und Kostenersparnisse. Informations- und Wissensangebote können auf die einzelnen Beschäftigten entsprechend ihrer Funktion, ihren Berechtigungen und ihres Wissensstandes zugeschnitten werden. Personalisierte Systeme gestatten damit beispielsweise die Einbindung von Personen in den Arbeitsprozess, die bislang aufgrund

von Wissens- beziehungsweise Informationsdefiziten ausgeschlossen waren. Der Arbeitsplatz erkennt den Beschäftigten und kann auf Basis seines Wissensstandes und persönlichen Profils gezielt Handlungsanleitungen anbieten und über individuell angepasste Aufgabenvarianz gezieltes Weiterlernen ermöglichen.⁷ Die Unterstützungssysteme können so in den alltäglichen Arbeitsprozess integriert werden, dass nicht nur die Vermittlung expliziten Wissens, sondern auch die des Erfahrungswissens ermöglicht wird. Der reale Arbeitsplatz kann über computergestützte Ausweitungen der Realitätswahrnehmung um virtuelle Lernkomponenten erweitert werden. ▶ *Siehe 3.2.6 Umsetzungshilfe Augmented Reality – Virtual Reality.* Relevante Informationen werden so beinahe in Echtzeit visuell oder über Sprachausgabe zur Verfügung gestellt.⁸

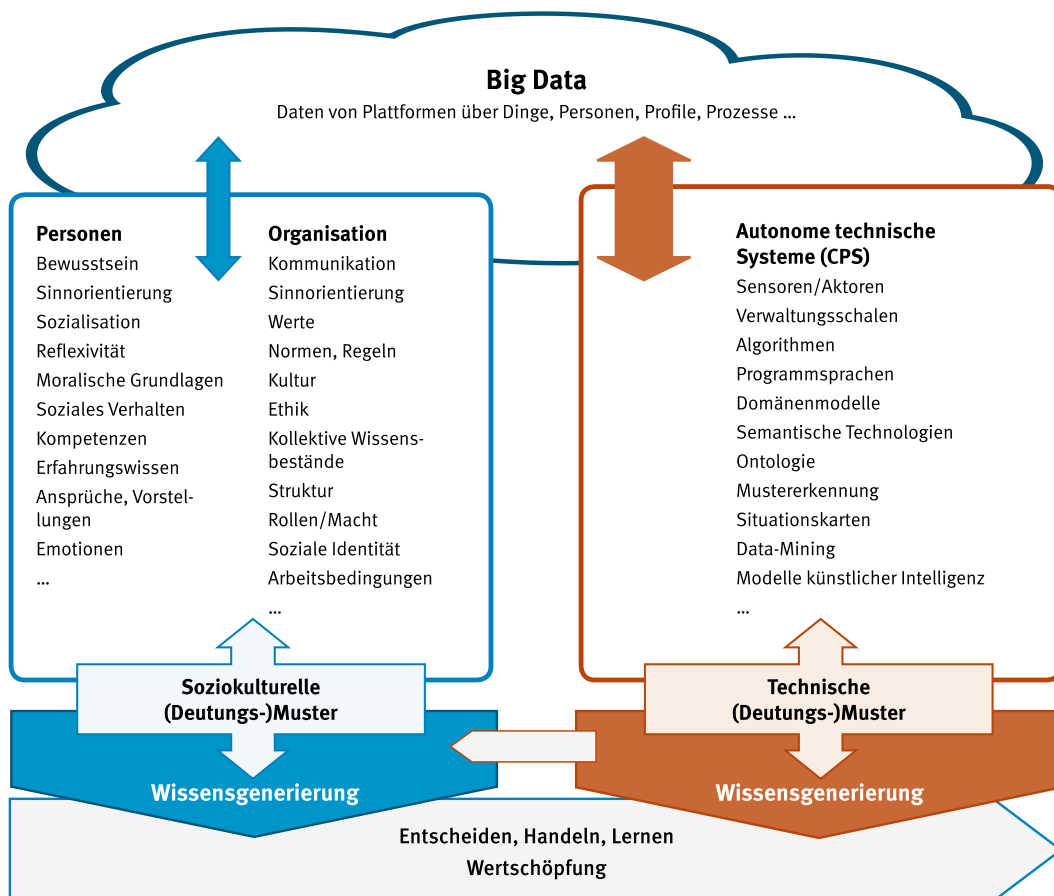


Abbildung 1: Soziokulturelle und technische Deutungsmuster bei der Wissensgenerierung (eigene Darstellung)

⁶ Greisinger & Dürr 2008, S. 37

⁷ Apt et al. 2016, S. 37f.

⁸ Brandl et al. 2015, S. 228

Auch digitale Plattformen zur Kommunikation und Zusammenarbeit (Social Intranets, Social Collaboration), die vermehrt von den Unternehmen genutzt werden, stellen eine neue Art der Wissensgenerierung für Arbeitsprozesse dar. Neben diesen sozialen Wissensplattformen (Social Knowledge) kommt die Vernetzung mit den Datenbeständen der CPS hinzu. So können „twitternde“ Produktionsanlagen Expertenwissen, technisches Know-how und Maschinendaten in ein Gesamtsystem zusammenführen.⁹

Selbstlernende technische Wissenssysteme über intelligente Software (inkl. KI) passen technische Deutungsmuster eigenständig an, indem sie aus den Informationen und Prozessen lernen, die sie ganz oder teilweise steuern.¹⁰ Je länger das System im Einsatz ist, umso umfangreicher werden die vorhandenen Daten, die von der intelligenten Software (inkl. KI) in Informationen und sogar Wissen umgesetzt werden. Die Verknüpfung der Daten und Informationen aus dem laufenden Arbeitsprozess schafft Wissensbestände, die dem Erfahrungswissen eines Menschen ähnlich sind. Die intelligente Software (inkl. KI) kann dieses Wissen zum Beispiel bei der Planung oder (Teil-)Steuerung von Arbeitsprozessen eigenständig einsetzen.

Stärken und Schwächen der menschlichen und technischen Wissensgenerierung

Der Umfang des nutzbaren Wissens kann für Betriebe mit den 4.0-Technologien deutlich zunehmen und gleichzeitig einfacher nutzbar werden. Voraussetzung ist, dass die Nutzung des Wissens präventiv und systematisch organisiert wird.

Bei der Organisation der neuen komplexen Wissensbestände sollten Betriebe berücksichtigen, dass die autonomen technischen Wissenssysteme die Daten nach ihren technischen Deutungsmustern in Wissen umsetzen, während Menschen auf Grund-

lage soziokultureller Deutungsmuster Daten auswählen und entsprechend agieren. Die Qualität des Wissens, das generiert wird, unterscheidet sich also zwischen Menschen und autonomer intelligenter Software (inkl. KI). In *Abbildung 1* sind die für Personen, Organisationen und autonome technische Systeme typischen (konstituierenden) Grundlagen dargestellt, die die Wissensgenerierung beeinflussen. Wer die Möglichkeiten der vielen neuen Daten aus Big Data und der intelligenten Software (inkl. KI) nutzen will und sein Wissen im Betrieb entsprechend organisiert, sollte die Stärken und Schwächen der Wissenserzeugung durch Führungskräfte und Beschäftigte einerseits sowie durch autonome technische intelligente Software (inkl. KI) andererseits kennen. In Tabelle 1 sind einige beispielhafte Stärken und Schwächen der jeweiligen Akteure dargestellt.

Organisation des Wissens in 4.0-Prozessen

Die beschriebenen Stärken und Schwächen bei der Wissensgenerierung sowie die neue Qualität und Quantität der zur Verfügung stehenden Daten sind bei der Organisation des Wissens im Betrieb (Wissensmanagement) zu berücksichtigen: Soll die Wissensorganisation zukünftig eher technologieorientiert betrieben werden oder soll der Mensch weiterhin eine wesentliche Rolle spielen? Beide Lösungen haben Vor- und Nachteile und alle vermischten (hybriden) Lösungen sind denkbar. Jeder Betrieb muss dies selbst entscheiden – allerdings unter Kenntnis der Stärken und Schwächen von Mensch und Technik. Im Folgenden dazu einige Überlegungen.

Während technologische Lösungen aus gegebenen Daten schnell und strukturiert Informationen aufbereiten, die Komplexität der Datenflut reduzieren und über Informationsverknüpfungen auf neue Fragestellung reagieren können, übernimmt der

Mensch durch seine Fähigkeit, auch in nicht eindeutigen und ungewissen Situationen Probleme zu lösen und erfolgreich zum Ziel zu kommen, eine wesentliche Rolle in den 4.0-Prozessen. Um die zunehmende Unsicherheit durch 4.0-Prozesse im täglichen Handeln aufgrund steigender Unplanbarkeit, Ungewissheit und Unsicherheit besser zu bewältigen, reicht technologisch abbildbares Wissen oft allein nicht aus. Stattdessen könnte eine situative, angepasste Wissensnutzung durch Menschen sogar noch an Bedeutung gewinnen.¹¹ Damit könnte sich das erfahrungsgeleitete Handeln (und das mit ihm verbundene Erfahrungswissen) gerade bei fortschreitender digitaler Transformation als ein wichtiger Gestaltungsfaktor erweisen.¹²

In vielen Fällen kann die Verbindung der Wissensgenerierung durch Personen und autonome technische Systeme ideal sein. Insofern sollte beim Konzept und beim Aufbau autonomer technischer Systeme zur Wissensgenerierung darauf geachtet werden, dass sie für die Bereiche genutzt werden, in denen sie Vorteile gegenüber der menschlichen Wissensgenerierung besitzen.

Bei der Organisation des Wissens über autonome Systeme ist zu berücksichtigen, dass durch den Einsatz der autonomen technischen Systeme für die Wissensgenerierung die bestehenden Kompetenzportfolios innerhalb eines Unternehmens neu bewertet und neue Prioritäten gesetzt werden könnten. In diesem Prozess können die bisherigen Experten ihre Sonderstellung verlieren, da Wissenstransparenz bestehende Informationsvorsprünge und damit die Machtbasis der bisher „Besser-Informierten“ reduzieren könnte. Das kann bei einigen Beschäftigten zu einer geringen Akzeptanz für eine Wissensorganisation über intelligente Software (inkl. KI) oder zur Ablehnung des Gesamtsystems führen.

⁹ Das Fraunhofer Institut forscht seit 2012 über den E3-Effekt, der Expertenwissen und technisches Know-how zur Datenerfassung, -auswertung und Fehleranalyse zusammenführt. Momentan geht es hierbei um vorausschauende Instandhaltung und Wartung, wobei über eine firmeninterne Cloud Belastungsszenarien erstellt werden (Ihfeldt 2015, www.e3-fabrik.de).

¹⁰ Schnauffer 2015, S. 20

¹¹ Heidling 2012, S. 82; Sauer & Pfeiffer 2012, S. 197

¹² Böhle 2017

Stärken und Schwächen der Wissensgenerierung – Beispiele Allgemeine Tendenzbeschreibungen, um den grundlegenden Unterschied zu verdeutlichen				Tabelle 1
Wissensbereich/ Gegenstand	Menschen – Organisationen		Autonome technische Systeme (CPS)	
	Mögliche Stärken	Mögliche Schwächen	Mögliche Stärken	Mögliche Schwächen
Umfang der Daten	Rückgriff auf systematisch gelerntes Wissen	Begrenzt auf Vorwissen	Rückgriff auf fast unbegrenzte Big-Data-Bestände	Komplexität der Daten
Zeitlicher Zugriff	Bekanntes beinahe in Echtzeit abrufbar	Längere Recherchezeit für neue Aspekte	Zugriff auf alle Datenbestände beinahe in Echtzeit	Absturz des Systems
Analyse der Daten	Nach systematischen und fachlich-komplexen Kriterien, auf die aktuellen Bedarfe bezogen	Nach subjektiven Kriterien	Nach programmierten Mustern, die selbstlernend weiterentwickelt werden	Standardisierte Analysemuster, Selbstlernen in die „falsche“, unbrauchbare Richtung
Fachliche Fähigkeit	Komplexes und differenziertes Fachwissen; Erfahrungswissen	Begrenzt auf gelerntes Wissen; Erfahrungswissen („Haben wir schon immer so gemacht“)	Rückgriff auf weltweite Fachdaten	„FALSCH“ Lernmuster erzeugen nicht brauchbare Fachinformationen; Komplexität der Informationen
Methodische Fähigkeit	Fähigkeit, Probleme zu reflektieren; zielgerichtetes bedarfsbezogenes Handeln; selbstständige Lösungen finden; intuitive Lösungen; Innovationsfähigkeit	Routine bei der Problemlösung	Verlässliche Lösungen inklusive Lernen aus Fehlern im Rahmen der technischen Muster	Keine emotionale und motivationale Fähigkeit; kaum Reflexion der Grundannahmen
Soziale Fähigkeit	Berücksichtigung sozialer Aspekte; differenzierte Kommunikationsfähigkeit; Empathie und moralische Kriterien	Missverständnisse, emotionale Reaktion als Hemmnis; Antipathie im Sozialkontakt	Berücksichtigung von Persönlichkeitsprofilen in der Interaktion und bei Wissensgenerierung; keine Empathie (als Vorteil)	Fehlende Empathie, fehlende Emotion in der Interaktion (als Nachteil) und fehlende moralische Kriterien
Selbstreflexion	Fähigkeit, Wissen infrage zu stellen; unbekannte Lösungswege; Kreativität	Unsicherheit und fehlendes Selbstbewusstsein, Selbstüberschätzung	Überprüfung der Wissensgenerierung über standardisierte verlässliche Muster; Schlussfolgerungen und Lernfähigkeit im Rahmen der technischen Muster	Eigene Stärken und Schwächen werden nur im Rahmen der vorgegebenen Algorithmen überprüft; keine komplexe Selbstreflexion
Qualität der Daten	Qualitative Kriterien flexibel anwendbar; kritisches Hinterfragen der Zusammenhänge; Überprüfung der Validität	Eingegrenzte subjektive, routinierte Kriterien	Standardisierte, immer wiederkehrende Datenqualität im Rahmen der programmierten und selbst weiterentwickelten Muster	Nicht erkennbare Quelle der Daten; fehlende Eignung für den Anwendungszweck, fehlende Validität; nicht zulässige Verknüpfung von Daten
Störung bei Wissensanwendung	Flexibles, situationsangepasstes Reagieren bei Störungen	Kopflösigkeit und Unsicherheit	Verlässliche Lösung im Rahmen der programmierten und gelernten Muster	Fehlende Muster für Problemlösung; falsche Lernmuster; Störanfälligkeit der Systeme; Angriffe durch Dritte

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen durch eine ausgewogene Organisation des Wissens über 4.0-Technologien und intelligente Software (inkl. KI) sind unter anderem:

- Systematische Nutzung von umfassenden Wissensbeständen für:
 - › Geschäftsentwicklung (zum Beispiel Kundenprofile, Verfolgung des Lebenszyklus von Produkten mit Möglichkeiten für neue Dienstleistungen, besserer Kundenservice).
 - › Arbeits- und Lernprozesse im Unternehmen (zum Beispiel Daten von Herstellerplattformen, Nutzerdaten von Arbeitsmitteln und Fahrzeugen, Lernen im Arbeitsprozess beinahe in Echtzeit).
- Nutzung der spezifischen technischen Stärken der Wissensgenerierung durch autonome technische Systeme für die geschäftlichen Prozesse (zum Beispiel neue Informationen zu Problemlösungen, bedarfsbezogene schnelle Wissensbereitstellung, standardisierte verlässliche Lösungen).
- Nutzung der spezifischen personalen Stärken der Führungskräfte und Beschäftigten für die geschäftlichen Prozesse (zum Beispiel angemessenes Wissen in nicht eindeutigen Situationen, kreatives Aktivieren von Wissen, Berücksichtigung von Empathie und Ethik, Erfahrungswissen und soziales Wissen).
- Zeit- und Kostenersparnis durch wirkungsvolle Nutzung von raum-

und zeitunabhängigen Informationen sowie durch bedarfsbezogene Informationen beinahe in Echtzeit.

- Effizientere und raschere Reaktion durch Nutzung von autonomen technischen Plattformen (Wissenssystemen) sowie durch die neue Kombination von Informationen¹³ (Rekontextualisierung).
- Individuelle Anpassung von Aufgaben und Lernprozessen.
- Visualisierung der Wissensvermittlung (Augmented Reality/virtuelle Realität) › *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality.*
- Dokumentation der verwendeten Wissensbestände im Arbeitsprozess und durch Kunden.

Gefahren durch die Generierung und Organisation des Wissens über 4.0-Technologien und intelligente Software (inkl. KI) liegen unter anderem in folgenden Bereichen:

- Unzureichende Datenqualität (Validität), da zum Beispiel programmierte Algorithmen der KI wesentliche Aspekte der Zusammenstellung der Informationen nicht berücksichtigen. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*
- Zusammenstellung der Daten für Zusammenhänge, für die sie keine Aussagekraft besitzen.
- Eigenständiges Weiterlernen der Systeme, das für die Arbeitsaufgabe ungeeignet ist.
- Unzureichende Fehlererkennung,

dadurch eventuell Reproduktion von Fehlern oder Folgefehler.¹⁴

- Unangemessene Reaktion der autonomen Systeme in ungewohnten Situationen und Notfällen.
- Ausfall der Systeme bei Störfällen und Angriffen (Systemabstürze oder Cyberangriffe); fehlendes Notfallmanagement. › *Siehe Umsetzungshilfen 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit; 2.2.3 Notfallorganisation und 4.0-Prozesse.*
- Standardisierte Muster erschweren oder verhindern flexibles und angemessenes Reagieren.
- Erhöhter Zeit- und Kostenaufwand durch Inkompatibilität und/oder Schnittstellenprobleme der verwendeten Wissenssysteme mit bestehenden Systemen.
- Potenziale der zur Verfügung stehenden Daten bleiben aufgrund steigender Komplexität ungenutzt.
- Belastungen der Führungskräfte und Beschäftigte durch:
 - › Verlust der Anwendbarkeit von Experten- und Erfahrungswissen.
 - › Unkenntnis über die Kriterien, wie Wissen zur Verfügung gestellt wird und wie die Systeme lernen.
 - › Steigende Komplexität der zur Verfügung stehenden Daten (Überforderung).
 - › Schnittstellenprobleme, Inkompatibilität und Nicht-Auffindbarkeit relevanter Informationen („Technikstress“).

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Folgende Maßnahmen sollten unter anderem für eine ausgewogene Organisation des Wissens über 4.0-Technologien und intelligente Software (inkl. KI) durchgeführt werden:¹⁵

- Analysieren, auf welche Wissensbestände über 4.0-Technologien und intelligente Software (inkl. KI) zurückgegriffen werden kann, die für die Erreichung des Geschäftszieles und die Verbesserung der

Arbeitsgestaltung hilfreich sind (Wissensidentifikation).

- Ein Konzept erstellen, welche Ziele die Organisation des Wissens mithilfe von 4.0-Technologien und intelligenter Software (inkl. KI) für den Betrieb haben sollen, welches zusätzliche Wissen tatsächlich benötigt wird (Nutzen), wie dieses Wissen integriert und umgesetzt werden kann (Wissensziele).

- Kenntnisse und Erfahrungen der Führungskräfte, Experten und Beschäftigten möglichst frühzeitig einbeziehen.

- Analysieren, welches Wissen bereits im Unternehmen vorhanden ist und welche Rolle es für die betrieblichen Abläufe spielt (zum Beispiel Kenntnisse und Erfahrungswissen der Führungskräfte und Beschäftigten, Datenbanken,

¹³ Maass 2007, S. 70

¹⁴ Böhle & Rose 2017

¹⁵ in Anlehnung an die Bausteine des Wissensmanagements von Probst et al. 1999, S. 53ff.

Daten aus smarten Arbeitsmitteln, Anlagen, Räumen, Prozessen, Vitaldaten von Personen), (Wissensidentifikation).

- Detailliert festlegen, welche neuen Wissensbestände aus Big Data eingebunden und vernetzt werden sollen (Wissenserwerb). Dabei auch überprüfen, welche Qualität die Daten besitzen und ob sie für die Aufgabenstellung im Betrieb geeignet sind.
- Festlegen, wo bei den benötigten Wissensbeständen die autonomen technischen Wissenssysteme (Komplexität, Zeit, Mustererkennung) und wo Personen ihre Stärken (Erfahrungswissen, Kreativität, Empathie) haben (Wissensbewertung).
- Ein konkretes Konzept erstellen, wie das Wissen verknüpft werden kann (Wissensentwicklung).
- Überlegen, wie die Schnittstellen zwischen den neuen Datenbeständen und den bestehenden Arbeitsabläufen aussehen. Dabei auch planen, welche technischen Assistenzsysteme (zum Beispiel Smartphones, -watches, Tablets) für die Wissensvermittlung genutzt werden sollen. (Wissensverteilung). ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 3.2.2 Smartphone, -watch, -glases; 3.2.3 Kognitiv unterstützende technische Assistenzsysteme in Fahrzeugen (wie Navis, Tablets, Bildschirme).*
- Analysieren, wie das vorhandene Wissen in die autonomen Systeme integriert werden kann (zum Beispiel Daten aus bestehenden Datenbanken für CPS aufbereiten, Schnittstellen zum Einbringen von Erfahrungswissen vorsehen, Inter-

vention in autonome technische Systeme ermöglichen).

- Ein Konzept entwickeln, wie die unterschiedlichen Informationsanforderungen der verschiedenen Führungskräfte und Beschäftigten durch das autonome technische System berücksichtigt werden können. Gegebenenfalls ein Indikatorsystem im Sinne eines Rasters/Rankings nutzen, welche Informationen wem nutzen und wie das System diese Informationen verteilt (Wissensnutzung).
- Festlegen, welche Feedback-Möglichkeiten sowie Möglichkeiten der Intervention das autonome technische Wissenssystem ermöglichen soll.
- Ein Konzept überlegen, wie die neuen Wissensbestände softwaretechnisch aufbereitet und verknüpft werden sollen beziehungsweise ob vorhandene Tools verwendet werden können und eigene programmiert werden sollen – sich hier von IT-Experten, Herstellern beraten lassen.
- Bei dem Konzept darauf achten, dass Abhängigkeiten (zum Beispiel Kettenverträge, weitergehende Nutzung von Daten des Betriebes) von Herstellern, Cloudanbietern, Lieferanten smarter Dienstleistungen und unwägbareren Situationen (zum Beispiel ausländischer Gerichtsstand) vermieden werden und dass nur verlässliche Dienstleister beauftragt werden.
- Die Datensicherheit der genutzten Anwendungen überprüfen und gegebenenfalls herstellen.
- Den Umgang mit personenbezogenen Daten mit den Betroffenen vereinbaren (Datenschutz). Ge-

setzliche Interessenvertretungen (wie Betriebs- und Personalräte, Schwerbehindertenvertretungen, Gleichstellungsbeauftragte) entsprechend ihren jeweiligen Aufgaben beteiligen. Beteiligungsorientierte Lösungen schaffen meistens gute Ergebnisse.

- Die Führungskräfte und Beschäftigten intensiv über das autonome technische Wissenssystem informieren. Dabei auch auf die Stärken und Schwächen der Wissensgenerierung durch Mensch und Technik eingehen.
- Überprüfen, ob Rollenkonflikte entstehen, die sich aus der Einführung der autonomen technischen Wissenssysteme ergeben, weil zum Beispiel Führungskräfte und Experten ihre Sonderstellung verlieren. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse.* Dies sollte gegebenenfalls mit den Betroffenen besprochen werden. Es sollte vereinbart werden, wie damit umzugehen ist und wie die Situation für die Beteiligten kompensiert werden kann.
- Führungskräfte und Beschäftigten im Umgang mit den neuen Tools der Wissensgenerierung trainieren und qualifizieren.
- Ausreichend Zeit für den oft langwierigen Auf- und Ausbau eines autonomen technischen Wissenssystems einplanen.
- Eine Testphase einplanen, in der Führungskräfte und Beschäftigte ihre Erfahrungen mit dem autonomen technischen Wissenssystem machen und ihre Verbesserungsvorschläge einbringen können (Wissensbewertung).

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Apt, W., Bovenschulte, M., Hartmann, E. A., & Wischmann, St. (2016). *Foresight Studie „Digitale Arbeitswelt“*. Forschungsbericht 46 im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales, Berlin.

Böhle, F. (2017). *Arbeit als Subjektivierendes Handeln: Handlungsfähigkeit bei Unwägbarkeiten und Ungewissheit*. Wiesbaden: Springer VS.

Böhle, F., & Rose, H. (2017). Subjektivierendes Arbeitshandeln mit Prozessleitsystemen. In F. Böhle (Hrsg.), *Arbeit als Subjektivierendes Handeln* (S. 191–

234). Wiesbaden: Springer VS.

Brandl, P., Aschenbacher, H., & Hösch, S. (2015). *Mobiles Wissensmanagement in der Industrie 4.0*. In E. Weisbecker, M. Burmeister & A. Schmidt (Hrsg.), *Mensch und Computer Workshopband* (S. 225–232). Stuttgart: Oldenbourg Wis-

senschaftsverlag.

Greisinger, St., & Dürr, C. (2008). *Semantische Netze, Ontologien bündigen riesige Informationsangebote*. In Wissensmanagement 8/08, (S. 36–37).

Heidling, E. (2012). Management des Informellen durch situatives Projektmanagement. In F. Böhle, M. Bürgermeister, & S. Porschen-Hueck (Hrsg.), *Innovation durch Management des Informellen* (S. 69–111). Berlin, Heidelberg: Springer VS.

Ihlfeldt, St. (2015). *Die twitternde Produktionsmaschine*. Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, www.e3-fabrik.de.

Maaß, F. (2007). *EDV-gestützte Methoden des Wissensmanagements in der Personalpolitik kleiner und mittlerer Unternehmen*. In Institut für Mittelstandsforschung Bonn: Jahrbuch zur Mittelstandsforschung 1/2007 (Hrsg.), Schriften zur Mittelstandsforschung (115, S. 49–83). Wiesbaden: Institut für Mittelstandsforschung Bonn.

Probst, G., Raub, S., & Romhardt, K. (2003). *Wissen managen, wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource nutzen*. Wiesbaden: Springer Gabler.

Sauer, St., & Pfeiffer, S. (2012). (Erfahrungs)

Wissen als Planungsressource: Neue Formen der Wissens(ver?-)nutzung im Unternehmen am Beispiel agiler Entwicklungsmethoden. In G. Koch, & B. Warneken (Hrsg.), *Wissensarbeit und Arbeitswissen* (S. 195–209). Frankfurt a. M.: Campus.

Schnauffer, H.-G. (2015). *Wissensmanagement in der Industrie 4.0*. In Gesellschaft für Wissensmanagement (Hrsg.), *gfw Themen* (Ausgabe 10, S. 18–20).

Wilke, H. (1998). *Systemisches Wissensmanagement*. Stuttgart: Lucius & Lucius.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.2.1 Führung und 4.0-Prozess
- 1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0
- 1.4.5 Lernformen 4.0
- 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit
- 2.2.4 Notfallorganisation und 4.0-Prozesse
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud
- 3.2.1 Assistenzsysteme – allgemein
- 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses
- 3.2.3 Technische Assistenzsysteme in Fahrzeugen (wie Navis, Tablets, Bildschirme)
- 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)

1. Führung und Kultur > 1.4 Wissen und Kompetenzen in 4.0-Prozessen

1.4.5 Lernformen 4.0



■ **Stichwörter:** flexible Lernformen, Lernen am Arbeitsplatz, Lernen im Prozess, orts-/zeit- und geräteunabhängiges Lernen

› Warum ist das Thema wichtig?

Ein einmaliges Vorratslernen im Rahmen der Erstausbildung reicht nicht mehr aus, um den sich verändernden beruflichen Situationen und Anforderungen gewachsen zu sein.¹ Die Nutzung von 4.0-Technologien² bringt für Betriebe oftmals mit sich,

dass sich Führungskräfte und Beschäftigte schnell neues Wissen und neue Kompetenzen aneignen müssen. Mithilfe von cyber-physischen Systemen (CPS)³ und intelligenter Software⁴ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) entstehen neue Mög-

lichkeiten für das betriebliche Lernen. So kann zum Beispiel Wissen im laufenden Arbeitsprozess genau in dem Moment abgerufen werden, in dem es gebraucht wird. Für Betriebe entstehen dabei neue Potenziale.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Lernformen 4.0

Unter Lernformen 4.0 werden hier Anwendungen zur Wissensvermittlung verstanden, die auf 4.0-Technologien zurückgreifen. Beispiele sind eine Applikation auf dem Smartphone oder Informationen über eine Datenbrille, Videos, praxisnahe Simulationen (zum Beispiel in virtuellen 3-D-Welten), mittels Virtual/Augmented Reality oder Webinaren). Intelligente Software (inkl. KI) kann

dem Nutzer Vorschläge für den weiteren Verlauf des Lernprozesses machen und Lerninhalte selbst auf Basis von Lernfortschritten autonom an die Bedarfe des Lernenden anpassen.

Die Lernformen 4.0 sind flexibel einsetzbar. Die Nutzer können in ihrem eigenen Lerntempo Themen bearbeiten, die Reihenfolge einzelner Inhalte sowie die mögliche Wiederholungsfrequenz selbst festlegen. Auch der Lernort sowie die Zeit, in der ge-

lernt wird, sind flexibel und können individuell gestaltet werden. Die (Teil-)Steuerung des gesamten Lernprozesses geht somit vom Lernenden aus. Mit den Lernformen 4.0 ist Lernen direkt am Arbeitsplatz und im Arbeitsprozess („on the Job“) möglich. Dies bedeutet, dass das berufsbegleitende Lernen zum Teil am Arbeitsplatz erfolgen muss.

Mit der Einführung von CPS verändern sich Kompetenzprofile und etablierte Aufgabenzuschnitte. Der Umgang mit den 4.0-Technologien verlangt von Führungskräften und Beschäftigten neue Kompetenzen und bedeutet damit zusätzliche Qualifikationsanforderungen.⁵ So muss neues Wissen meist schnell und bezogen auf spezifische betriebliche Anforderungen aufgebaut werden. Durch die

4.0-Technologien stehen hierzu viele neue Wege zur Aneignung von Wissen zur Verfügung. Betriebliches Lernen ist nicht mehr an räumliche Voraussetzungen oder die Verfügbarkeit von Schulungen gebunden. Nutzer sollten bei der Festlegung, welche Endgeräte genutzt werden, welche Inhalte behandelt werden und wie die persönliche Lernumgebung aussehen soll, beteiligt werden.⁶

Für das neue Lernen in 4.0-Prozessen⁷ stehen Daten aus der Arbeitsumgebung, den Arbeitsprozessen sowie dem Internet (zum Beispiel auf Herstellerplattformen) zur Verfügung – siehe *Abbildung 1*.

Im Rahmen von Lernformen 4.0 kann beispielsweise ein Beschäftigter in einem Sanitär-Heizung-Klima-Unternehmen während eines Kundenauftrags über eine Datenbrille direkt an

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ BMBF 2017, S. 18

² 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder gesteuert werden.

³ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

⁴ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁵ BMWi 2017, S. 55

⁶ BMBF 2017, S. 4

⁷ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

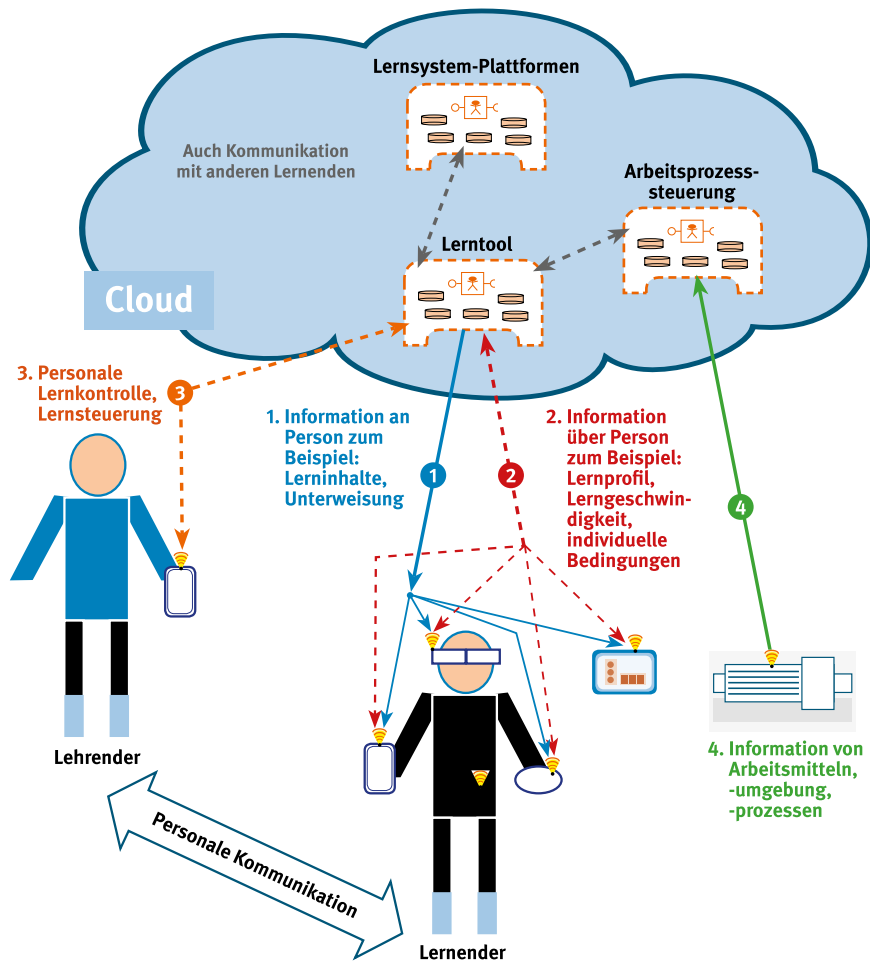


Abbildung 1: Lernformen 4.0 – Systematik der Funktion (eigene Darstellung)

der Heizungsanlage Schaltpläne oder Bedienungsanleitungen auf dem Brillendisplay abrufen. Ergänzend hierzu ist es denkbar, eine direkte Supportverbindung zu einem Kollegen aufzubauen oder mittels Verbindung der Heizungsanlage mit dem Internet direkt Daten zwischen der Brille und der Maschine auszutauschen.⁸ Über diese Informationsweitergabe beinahe in Echtzeit hinaus kann durch didaktische Aufbereitung handlungsrelevantes Wissen vermittelt werden.

Lernformen 4.0 ermöglichen den Nutzern, direkt am Arbeitsplatz Lernlektionen zu absolvieren, um beispielsweise ein Problem bei der Arbeit zu lösen. Dies gilt auch bei kurzfristig auftretenden Bedarfen, wie zum Beispiel bei Bedienproblemen von Anlagen, Kundenfragen im Dienstleistungsprozess oder Sicherheitsin-

formationen beim Umgang mit Gefahrstoffen.⁹ Lernen 4.0 am Arbeitsplatz kann Daten über die Arbeitssituation nutzen und mit den über eine Person beispielsweise in einer Cloud zur Verfügung stehenden Daten verbinden und bedarfsgerecht aufbereiten. Sie werden in der Regel über Smartphones, Datenbrillen, Displays oder Tablets vermittelt. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses.* Damit ist eine zielgerichtete Förderung durch die Anpassung an die Bedürfnisse des einzelnen Lernenden möglich: Die genutzten Medien können angepasst werden, zum Beispiel an

- die jeweilige Arbeitssituation,
- den Wissensstand,
- den Qualifizierungsbedarf,
- die Sprache,
- das Lernverhalten und

- (digitale) Nutzungsgewohnheiten des Lernenden.

Von entscheidender Bedeutung sind dabei die Fähigkeiten des autonomen technischen Systems, eigene Schlussfolgerungen über den individuellen Lernprozess (zum Beispiel Lernfortschritt) zu ziehen und entsprechende Maßnahmen abzuleiten. Dies geschieht auf Grundlage der technischen Entscheidungsmuster der selbstlernenden intelligenten Software (inkl. KI). Sie kann mehr Daten über die Umwelt und den Lernenden erfassen und verarbeiten, als es bisher möglich war. Umfang und Qualität der erfassten Daten sind innerbetrieblich zu vereinbaren. Mit den neuen Auswertungen des Lernverhaltens können Lernprozesse zeitnah optimiert werden.¹⁰ Durch Nutzung von intelligenter

⁸ In Anlehnung an <https://zwh.de/projekte/arsul/>, hier wird das Lernen im Sanitär-Heizung-Klima-Handwerk durch Augmented Reality unterstützt.

⁹ Goertz 2014, S. 24

¹⁰ Schildhauer et al. 2016, S. 270

Traditionelles und Lernen 4.0 im Betrieb		Tabelle 1
Themen	„Traditionelles“ Lernen im Betrieb	Lernen 4.0 im Betrieb
Inhalte	Lerninhalte auf Basis strukturierter Lernprogramme (zum Beispiel Computer-Based Training) mit festgelegten Curricula	Lerninhalte auf Situation und Person zugeschnitten: softwaregesteuerte Kombination bestehender Informationseinheiten zur effektiven Lösung der Kernaufgabe. Zerlegung der Lerninhalte in kleinere, individuell auf den Lernenden angepasste Einheiten, auch um Komplexität zu verringern und Überforderung des Lernenden vorzubeugen.
Technisches Lernmedium	Stationärer Bildschirm, Print	Mobile technische Assistenzsysteme (Smartphone, -watch, -glasses, Tablet, VR/AR-Ausstattung), stationäre Systeme/Rechner
Ort	Ortsabhängiges Lernen	Ortsunabhängiges Lernen möglich (zum Beispiel im Betrieb, direkt am Arbeitsplatz, mobil, unterwegs, zu Hause)
Zeit	Lernen in einem speziellen Zeitfenster, während, vor oder nach dem Arbeitsprozess	Lernen im Prozess der Arbeit, Lerninformation direkt in der Situation, in der Wissen benötigt wird (im Arbeitsprozess)
Lehrende	Lehrende als Vermittler von Informationen, meist direkt „face to face“. Fachinhaltliche Expertenrolle der Lehrenden steht im Fokus.	Lehrende als Lernbegleiter unterstützen, organisieren, motivieren und moderieren den Lernprozess. Benötigen selbst ein hohes Maß an Informations- und Medienkompetenz. Lehrende werden gegebenenfalls nicht mehr benötigt.
Interaktion	Interaktion im vorgegebenen Lernrahmen des Lernprogramms beziehungsweise der Lernsituation, meist synchron	Interaktion über Lernplattform mit anderen Nutzern oder hybride Interaktionsformen (Mensch – Software), synchron wie asynchron
Lernprofil	Statisches Lernprofil für alle Lernprogramme (Grundlage: Einschätzung des Lernplanerstellers)	Sich kontinuierlich verändernde und passgenaue Lernprofile auf Basis von intelligenter Software (inkl. KI)
Analyse	Analyse des Lernablaufs am Ende des Lernprozesses in der Regel durch Lehrenden	Analyse des Lernablaufes und Korrektur sowie Reaktion beinahe in Echtzeit durch intelligente Software (inkl. KI)
Lernkontrolle	Über Abfrage oder Ergebnisauswertung durch Lehrenden	Über intelligente Software (inkl. KI) beinahe in Echtzeit

Software (inkl. KI) kann das Lernen am Arbeitsplatz zunehmend individuell und bedarfsgerecht stattfinden.

In der folgenden Tabelle sind wichtige Veränderungen zwischen traditionellem Lernen und Lernen 4.0 im Betrieb zusammengefasst.

Erfolgreiches Lernen mit intelligenter Software (inkl. KI) erfordert dabei eine hohe Qualität der verarbeiteten Daten, der zugrunde liegenden Profile und der Informationen in den Lernbausteinen sowie einen vertrauensvollen Umgang mit personenbezogenen

Daten. Wichtig ist, dass die Auswahl der jeweiligen Lernform zu den Inhalten passt. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen; 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen; 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen sind zum Beispiel:

- Lernformen 4.0 ermöglichen eine sehr große Flexibilität des Lernens (keine Anbindung an starre Kursstrukturen, Inhalte, Ort und Geschwindigkeit frei wählbar).
- Digitale Wissensseinheiten können schneller am Arbeitsplatz erfasst werden und helfen, akute Probleme, die im Arbeitszusammenhang auftauchen, zu lösen.
- Lernformen 4.0 erlauben es, die Inhalte, Wege und Methoden einer Weiterbildung auf die Bedürfnisse des Einzelnen zuzuschneiden.
- Mit Lernformen 4.0 können zusätzlich Personen erreicht werden, die bisher in der beruflichen Weiterbildung unterrepräsentiert sind (wie geringfügig Beschäftigte, nicht formal Qualifizierte, ältere Erwerbstä-

tige, Migranten). Vor allem adaptive Lernsysteme passen sich jedem Lerntyp individuell an, was die Motivation des Lernenden sowie deren Akzeptanz erhöhen kann.

- 4.0-Technologien können die Lernbereitschaft und -wirksamkeit zum Beispiel durch neue Medien und Formate erhöhen. Speziell beim Einsatz von VR/AR und interaktiven 3-D-Simulationen ist ein tiefergehendes Erfahrungslernen möglich (oftmals Verknüpfung theoretisches Wissen und Durchführung von Handlungen).

Gefahren sind zum Beispiel:

- Akzeptanzprobleme, da Lernformen 4.0 meist für die Lernenden mit der Aneignung neuer Verfahrensweisen einhergehen, um über-

haupt erst lernen zu können. Das kann nicht nur den Lerninhalt zum Hindernis machen, sondern auch das jeweilige Medium.

- Damit einher geht die Gefahr, dass eher digital-affine Personen lernen und damit Gruppen im Betrieb entstehen, die fachlich/methodisch „abgehängt“ werden.
- Die Selbstorganisation der Lernprozesse stellt hohe Anforderungen an die Disziplin der Lernenden. Auch ein hohes Maß an Lern- und Medienkompetenz und die Fähigkeit des individuellen Abwägens sind erforderlich.
- Missbrauch von personenbezogenen Lerndaten zum Beispiel zur Leistungskontrolle.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Maßnahmen für den Einstieg sind zum Beispiel:

- Überprüfen, welche Möglichkeiten Lernformen 4.0 bieten und welche für den Betrieb sinnvoll einsetzbar sind.
- Berücksichtigen, dass die zusätzlichen Kompetenzen, die durch die digitale Transformation im Betrieb erforderlich werden, durch die Lernprogramme abgedeckt werden. › *Siehe Umsetzungshilfen 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0; 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen.*
- Dabei reflektieren, welche bereits vorhandenen Formen beruflichen Lernens und Lehrens (wie Materialien, Lernformate, Bedarfe) weiterhin genutzt werden können oder durch 4.0-Lernformen zu ergänzen sind.
- Analysieren, welche Daten aus 4.0-Technologien für den Lernprozess zur Verfügung stehen und ob ihre Qualität dafür geeignet ist. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*
- Überprüfen, ob bestehende Lern-

communities genutzt werden können (zum Beispiel Clouds, Social Media, Messenger). Grundsätzliche Möglichkeiten der Einbindung innerbetrieblicher Kompetenzträger als Autoren und Lektoren für Einträge überprüfen.

- Konzept für die Integration der 4.0-Lernform entwickeln, gegebenenfalls IT-Experten hinzuziehen.
- Das Konzept mit den Führungskräften und Beschäftigten besprechen und deren Erfahrungen und Vorstellungen einbeziehen.
- Überprüfen, welche technischen Rahmenbedingungen für die Einführung einer neuen Lernform im Betrieb erforderlich sind (zum Beispiel erforderliche Hardware, Assistenzsysteme, Tablet, Software, Schnittstellen und Kompatibilität).
- Überlegen, wie die Lernbedingungen für 4.0-Lernformen möglichst wirkungsvoll gestaltet werden können (zum Beispiel am Arbeitsplatz, vor Ort beim Kunden, bei der Montage, wie Beleuchtung, Geräusche). Überlegen, wie sich Lerneinheiten störungsfrei in den Arbeitsprozess integrieren lassen.

- Auf der Grundlage dieser Überlegungen und Vorarbeiten ein Feinkonzept erstellen beziehungsweise von Experten erstellen lassen (gegebenenfalls Lastenheft erstellen).¹¹ Das Feinkonzept umfasst sowohl die technischen als auch die didaktisch-pädagogischen Ziele, Anforderungen und Inhalte. Dabei nicht der Versuchung erliegen, durch die große Fülle der zur Verfügung stehenden Daten das Konzept zu überfrachten.¹²

- Bei Nutzung von 4.0-Lernsystemen festlegen, welche Maßnahmen des Datenschutzes und der Datensicherheit erforderlich sind (besonders bei cloudbasiertem Lernen). › *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen; 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.* Erfassung und Auswertung personenbezogener Daten aus den 4.0-Lernprozessen sollten mit den Führungskräften und den Beschäftigten vereinbart werden. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*

¹¹ Das Lastenheft wird in der Regel vom Auftraggeber verfasst, das Pflichtenheft vom Auftragnehmer. Das Pflichtenheft ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

¹² Goertz 2014, S. 28

Maßnahmen für den laufenden Betrieb sind zum Beispiel:

- Organisieren, wie die Lernphasen in den Arbeitsprozess integriert werden können, in welcher Arbeitssituation welche Informationen erfolgen müssen und dürfen (Kurz-Informationen, komplexe Informationen, Lernbausteine). Dabei auch Lernphasen außerhalb des primären Arbeitsprozesses einplanen, zum Beispiel Zeitbudgets, Arbeitsaufgaben des Lernenden werden durch andere Beschäftigte übernommen. Darauf achten, dass bei den 4.0-Lernprozessen
- das Lernen im Team nicht vernachlässigt wird.
- Mit den Führungskräften besprechen und vereinbaren, welche Rolle und Aufgaben sie als Unterstützer und Promotoren der 4.0-Lernprozessen übernehmen sollen.
- Sicherstellen, dass Führungskräfte und Beschäftigte die notwendigen Kompetenzen für den Umgang mit den 4.0-Lernsystemen besitzen.
- Organisieren, dass die Beschäftigten im sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit den 4.0-Lernsystemen unterwiesen sind (zum Beispiel ergonomische Handhabung von Smartglasses, Information über das sichere Verhältnis zwischen Lern- und Arbeitsprozessen, Pausen).
- Es sollten regelmäßig gemeinsam mit den Beschäftigten und Führungskräften die Erfahrungen mit den Lernsystemen ausgewertet und es sollte überlegt werden, wie ihr Einsatz verbessert werden kann. Dabei sollte auch immer überprüft werden, ob sich die Aufteilung zwischen traditionellen und 4.0-Lernformen bewährt hat.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung. (2013). *Digitale Medien – Entgrenzung von Lernen und Arbeiten*, Bonn: BIBB.
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung. (Hrsg.) (2017). *Digitale Medien in der beruflichen Bildung*. https://www.bmbf.de/pub/Digitale_Medien_in_der_beruflichen_Bildung.pdf. Zugegriffen: 17.10.2018.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (Hrsg.) (2017). *Die digitale Transformation im Betrieb gestalten – Beispiele und Handlungsempfehlungen für Aus- und Weiterbildung*. Berlin: BMWi.
- DGFP – Deutschen Gesellschaft für Personalführung e.V. (Hrsg.) (2004). *E-Learning in Unternehmen: Konzepte – Einsatzmöglichkeiten – Qualitätskriterien*. Düsseldorf: DGF.
- DGUV Test – Prüf- und Zertifizierungsstelle Institut für Arbeit und Gesundheit der DGUV (IAG). (2016). *Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung von Blended-Learning-Programmen im Arbeitsschutz*. Dresden: IAG.
- Die bayrische Wirtschaft. (2011). *Arbeitslandschaft 2030*. https://www.prognos.com/fileadmin/pdf/publikationsdatenbank/110930_Neuaufgabe_Arbeitslandschaft_2030.pdf. Zugegriffen: 30.01.2019.
- Erpenbeck, J., & Sauter, W. (2013). So werden wir lernen! Kompetenzentwicklung in einer Welt fühlender Computer, kluger Wolken und innsuchender Netze. In A. Hohenstein, & K. Wilbers (Hrsg.), *Handbuch E-Learning. Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis – Strategien, Instrumente, Fallstudien*. Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.
- Forschungsinstitut für Berufsbildung im Handwerk an der Universität zu Köln. (Hrsg.). (2011). *Ermittlung des in Kleinunternehmen und Handwerksbetrieben bis 2020 zu erwartenden Qualifikationsbedarfs – Abschlussbericht*, Köln.
- Gensicke, M., Bechmann, S., Härtel, M., Schubert, T., García-Wülfing, I., & Güntürk-Kuhl, B. (2017). *Digitale Medien in Betrieben – heute und morgen. Eine repräsentative Bestandsanalyse*. Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Goertz, L. (2014). *Digitales Lernen adaptiv. Technische und didaktische Potenziale für die Weiterbildung der Zukunft*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Haase, T., Termath, W., & Berndt, D. (2016). *Integrierte Lern- und Assistenzsysteme für die Produktion*. In *Industrie 4.0 Management* 32 (2016), S. 19–22.
- Herzig, B. (2014). *Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht?* Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Metz, B. (2009). *Worauf achtet der Fahrer? – Steuerung der Aufmerksamkeit beim Fahren mit visuellen Nebenaufgaben*, Würzburg, Psychologisches Institut der Universität Würzburg, Online Stand: 12.02.2017. http://www.psychologie.uni-wuerzburg.de/izvw/texte/2009_Metz_Diss.pdf. Zugegriffen: 30.01.2019.
- MMB-Institut für Medien und Kompetenzforschung. (Hrsg.). (2014). *Wenn der digitale Lernassistent uns an die Hand nimmt*. Zukunftstrend adaptives Lernen ein Überblick. MMB-Trendmonitor 1/2014.
- Prognos AG (2012). *Arbeitslandschaft 2035*.
- Roth, G. (1997). *Das Gehirn und seine Wirklichkeit*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Schildhauer, T., Flum, T., & Voss, H. (2016): *Weiterbildung im Kontext der Wirtschaft 4.0*. In *Controlling – Zeitschrift für Erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung*, 28. Jg. 2016, Heft 4/5, S. 266–272.
- Ungerer, D., & Morgenroth, U. (2001). *Analyse des menschlichen Fehlverhaltens in Gefahrensituationen: Empfehlungen für die Ausbildung/Hrsg.: Bundesverwaltungsamt – Zentralstelle für Zivilschutz*. Bonn: Bundesverwaltungsamt, Zentralstelle für Zivilschutz.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0
- 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen
- 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses
- 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)

1. Führung und Kultur > 1.5 Unternehmenskultur und 4.0-Prozesse

1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen



■ **Stichwörter:** Artefakte, Arbeitskultur, Führungskultur, Kommunikationskultur, Unternehmensethik, Werte

› Warum ist das Thema wichtig?

Die Unternehmenskultur entscheidet wesentlich mit darüber, in welcher Art und Weise die cyber-physischen Systeme (CPS)¹ mit ihrer intelligenten Software² im Betrieb integriert und eingesetzt werden. Sind die Führungskräfte und Beschäftigten bereit für diese neuen 4.0-Technologien³ mit den Mo-

dellen der künstlichen Intelligenz (KI)? Kennen sie die Chancen und Gefahren? Fördert die Unternehmenskultur das Engagement für die Technologien und den reflexiven Umgang mit ihnen oder begünstigt sie Ängste, Unsicherheiten und Misstrauen gegenüber intelligenter Software (inkl. KI)? Gleich-

zeitig wird die Unternehmenskultur durch die 4.0-Prozesse⁴ verändert: Die autonome und selbstlernende Software (inkl. KI) der 4.0-Prozesse mit ihren technischen Mustern und Algorithmen ergänzt nun menschliche und soziale (betriebliche) Deutungsmuster in allen Anwendungsbereichen.⁵

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Unternehmenskultur

Im Folgenden wird unter Unternehmenskultur verstanden: „Kultur ist die Summe aller gemeinsamen, selbstverständlichen Annahmen, die eine Gruppe [zum Beispiel ein Betrieb] in ihrer Geschichte erlernt hat.“⁶ Die Unternehmenskultur zeigt sich in Werten, Artefakten und unausgesprochenen gemeinsamen Annah-

men⁷ (implizit und explizit). Sie liefert den handelnden Personen in einem Betrieb (sozialen System) Orientierungen und Muster (*kulturelle Deutungsmuster*) für Interpretationen und Bewertungen, die in jeder Entscheidung wirken.⁸ Die Unternehmenskultur beeinflusst die Kooperation ihrer Mitglieder und beeinflusst ihr Bedürfnis nach Bindung und Sinnstiftung. „Die Kul-

tur eines Kollektivs prägt Kognition, Emotion und Motivation und dadurch das Annäherungs- und Vermeidungsverhalten sowie Aufmerksamkeit und Energieeinsatz ihrer Mitglieder.“⁹ Für Beschäftigte und Führungskräfte ist die eigene Unternehmenskultur oft schwer zu greifen und zu beschreiben, da viele ihr zugrunde liegende Annahmen implizit wirken.¹⁰

CPS beeinflussen die Unternehmenskultur

Intelligente Software, die CPS autonom und selbstlernend mit Modellen der künstlichen Intelligenz steuert, greift erstmals in der Technikgeschichte mit eigenen technischen Deutungsmustern in die Beziehungen

zwischen den Personen im Betrieb ein. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.2 Autonomie der Systeme.* CPS drängen in einen Bereich vor, der bisher ausschließlich kognitiven Orientierungen von Personen vorbehalten war, und wirken auf diese Personen: Autonome und selbstlernende Software (inkl. KI)

vermittelt handlungsorientierendes Wissen, interpretiert Situationen, gibt Anweisungen, steuert ganz oder teilweise Prozesse und übernimmt Handlungsträgerschaft. Aus dem „dinglichen“ Verhältnis zur Technik wird so schrittweise ein interaktives Verhältnis mit spezifischen technischen Deu-

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁵ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁶ Schein 2003, S. 44

⁷ Schein 2003, S. 4

⁸ vgl. u. a. Cernavin & Diehl 2018, S. 191ff.; Neidhardt 1986, S. 11; Neubauer 2003, S. 22

⁹ Badura & Ehresmann 2016, S. 855

¹⁰ Icks 2016, S. 125

tungsmustern der intelligenten Software (inkl. KI).¹¹ Diese technischen Deutungsmuster wirken in den kulturellen Deutungsmustern von Organisationen. ▶ *Siehe auch Umsetzungshilfe 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI).* CPS berühren und beeinflussen alle Elemente der Unternehmenskultur –siehe Abbildungen 1 und 2:

■ **Werte**

CPS kommunizieren beispielsweise nach Werten ihrer künstlichen Intelligenz und ihrer Algorithmen eigenständig mit Personen, bewerten Beteiligte und interagieren mit ihnen, tangieren die Autonomie und Handlungsfreiheit der beteiligten Personen, entwickeln selbstlernend eigene (ursprünglich programmierte) Werte weiter und bringen diese in die betrieblichen Prozesse mit ein.

■ **Artefakte** (verstanden als ein durch menschliche oder technische Einwirkung entstandenes Produkt oder Phänomen)

CPS sind selbst Artefakte, die die Kultur eines Betriebes durch Eingriff in die Kommunikation, die Art der Arbeit und der Gestaltung der Prozesse, die Organisation oder die Führungsart beeinflusst. Anders als Gebäude, Einrichtungen, Elemente der Corporate Identity oder Firmenkleidung, die als Artefakte die Kultur des Unternehmens sichtbar machen, greifen CPS direkt in die Prozesse ein und steuern sie ganz oder teilweise.

■ **Unausgesprochene gemeinsame Annahmen im Betrieb**

In dem Maße, wie CPS zu Akteuren in betrieblicher Interaktion werden, werden auch ihre meist nicht bekannten technischen Entschei-

dungskriterien Teil dieser Interaktion. ▶ *Siehe auch Umsetzungshilfe 1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen.* Die Besonderheit der intelligenten Software (inkl. KI) liegt darin, dass sie nicht nach festen Mustern operiert, sondern situationsangepasste autonome Lösungen produziert, die nicht vorab in allen Details prognostiziert werden können¹² und die nicht „ausgesprochen“ und bekannt sind. CPS werden beispielsweise Bestandteil von Lernprozessen (Augmented Reality, Simulationen beinahe in Echtzeit), in denen Informationen nach eigenen technischen Deutungsmustern vermittelt werden. Diese unausgesprochenen Muster werden Zug um Zug Bestandteil der gemeinsamen Annahmen im Betrieb und wirken somit auf die Unternehmenskultur.

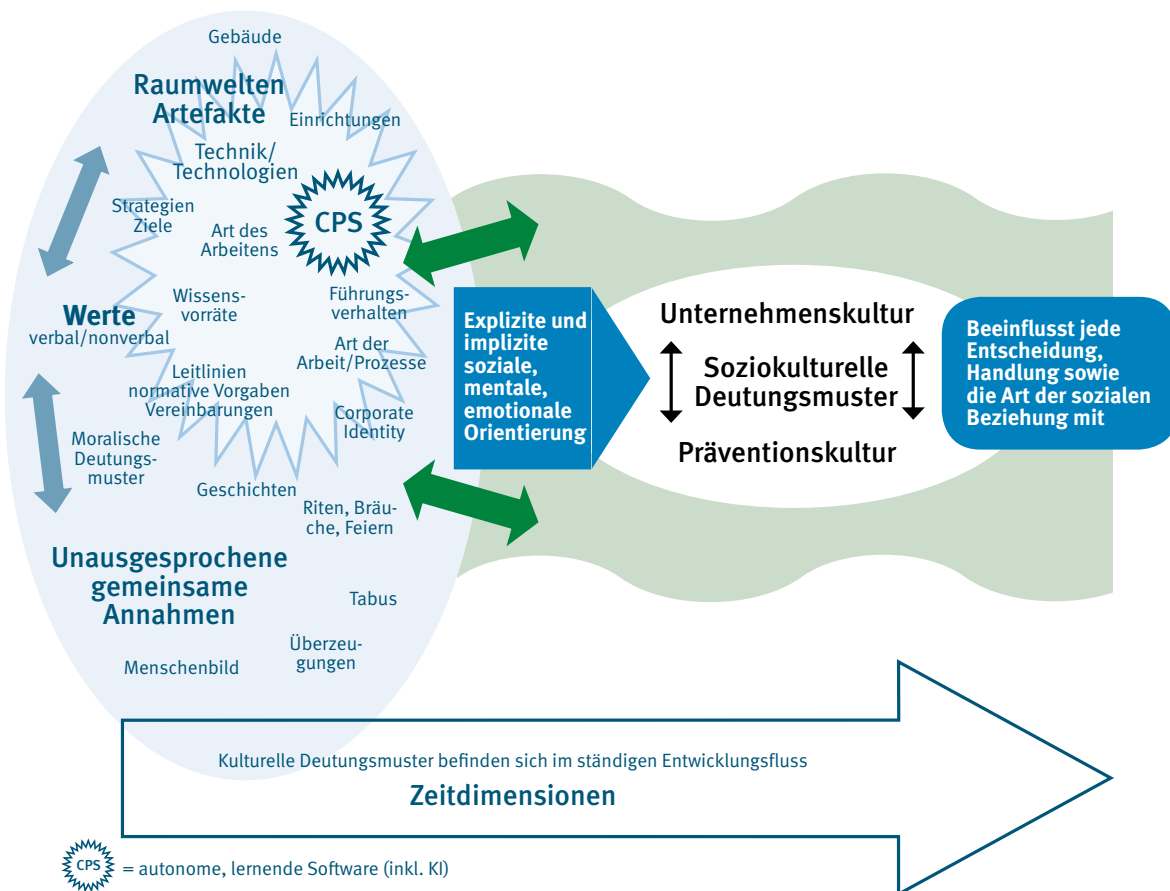


Abbildung 1: Wirkung der Unternehmenskultur (nach Cernavin & Diehl 2018, S. 194)

¹¹ Cramer & Weyer 2007, S. 268

¹² Weyer 2006, S. 18

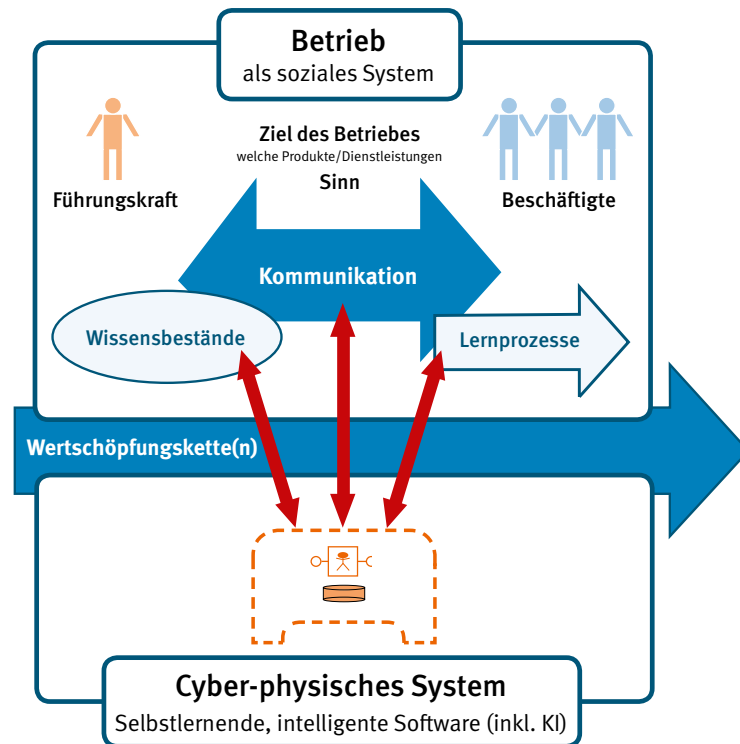


Abbildung 2: Einwirkung von CPS auf Prozesse der Unternehmenskultur (Cernavin & Diehl 2018, S. 200)

CPS und intelligente Software (inkl. KI) werden damit Bestandteil der Unternehmenskultur und beeinflussen sie auf unterschiedlichen Ebenen (Werte, Artefakte, unausgesprochene Annahmen). Originäre Funktionen, die bisher ausschließlich von Personen und Organisationen erfüllt wurden, wie etwa Daten als Informationen zu verstehen und daraus handlungsleitendes Wissen zu erzeugen oder zu lernen, werden nun von autonomer Software (inkl. KI) beeinflusst oder sogar übernommen¹³ – siehe Abbildung 2. Damit wird auch die Unternehmenskultur selbst (die kulturellen Deutungsmuster) beeinflusst und verändert.

Unternehmenskultur beeinflusst die Art der Einführung und Nutzung von CPS

Die Unternehmenskultur eines Betriebes ist aber auch gleichzeitig eine wesentliche Grundorientierung für die Art und Weise, wie die 4.0-Prozesse im Betrieb integriert werden. Die im Betrieb geltenden Werte und die unausgesprochenen gemeinsamen Annahmen beeinflussen die Sicht auf

die intelligente Software (inkl. KI). Die Unternehmenskultur beeinflusst die Integration der intelligenten Software (inkl. KI) beispielsweise in folgenden Bereichen:

- Wird im Unternehmen kommuniziert, welche strategische Bedeutung die 4.0-Prozesse für das Unternehmen haben (Strategie)?
- Wird im Unternehmen verdeutlicht, nach welchen Werten im Unternehmen die 4.0-Prozesse integriert und die CPS verwendet werden (Werte, Menschenbild)?
 ▶ Siehe auch Umsetzungshilfe 1.1.3 *Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)*.
- Fördert das Menschenbild im Unternehmen die Integration der 4.0-Prozesse, ohne dass die Beschäftigten zu großen Unsicherheiten ausgesetzt sind (Werte)?
- Machen sich die Führungskräfte Gedanken, wie sich die Führung im Unternehmen durch die Möglichkeiten der CPS ändern muss, welche neue Führungskultur und -formen verlangt sind und wie sie dies den Beschäftigten vermitteln (Führungskultur)?
- Sind die Führungskräfte und Beschäftigte gewohnt, Risiken (Chancen und Gefahren) zu betrachten und zu berücksichtigen, und wenden sie diese Art des Denkens und Handelns auch auf die Nutzung der 4.0-Technologien und der 4.0-Prozesse an? (Präventionskultur) ▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.2.1 *Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen*.
- Auf welche Art und Weise werden die CPS für neue aktivierende Organisationsformen genutzt und wie werden die Beschäftigten bei der Einführung eingebunden (Organisationskultur)?
 ▶ Siehe auch Umsetzungshilfe 2.1.1 *Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen*.
- Wie wird im Unternehmen die Frage behandelt, wie intelligente Software (inkl. KI) die Kommunikationsformen zwischen Mensch und Technik verändert (Art der Kommunikation)? ▶ Siehe auch Umsetzungshilfe 1.3.2 *Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)*.
- Welche Möglichkeiten haben Führungskräfte und Beschäftigte, auf

¹³ Weyer 2006, S. 2

die 4.0-Prozesse einzuwirken und zu intervenieren (Arbeitskultur)?
 ▶ *Siehe auch Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).*

- Wie werden die Beschäftigten bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen eingebunden, die Möglichkeiten der CPS zu nutzen (zum Beispiel Klima, Beleuchtung, Bewegungsabläufe, Arbeitsplätze)?

■ Wie ist die Art und Weise des Umgangs mit personenbezogenen Daten geregelt und auf welche Weise wird der Umgang mit diesen Daten vereinbart (Art des Datenschutzes/Vereinbarungen)?

- Wie ist die Bereitschaft der Beschäftigten, die neuen Technologien zu akzeptieren, beziehungsweise was wird getan, um diese zu fördern (Technologie-Integration)?

Die Beispiele sollen verdeutlichen, welche Auswirkung die jeweilige Unternehmenskultur auf die Art und Weise der Integration der 4.0-Prozesse hat. Da die Unternehmenskultur wesentlich für den wirtschaftlichen Erfolg und für die Bindung sowie Aktivierung der Beschäftigten ist,¹⁴ ist den kulturellen Aspekten der Einführung der 4.0-Technologien hohe Aufmerksamkeit zu schenken.

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Es kann der Einführung von 4.0-Prozessen im Betrieb einen großen Schub geben, wenn die Unternehmenskultur zum Beispiel fördert, dass

- darauf geachtet wird, Vertrauen in die eingeleiteten Maßnahmen zu schaffen,
- Neugier und Freude an dem Umgang mit den neuen Technologien gefördert werden,
- Führungskräfte und Beschäftigte die Risiken (Chancen und Gefahren) der 4.0-Technologien betrach-

ten und berücksichtigen,
 ■ den Führungskräften und Beschäftigten Ängste und Unsicherheiten genommen werden, da sie wissen, welche Maßnahmen eingeleitet werden und nach welchen Kriterien die CPS Entscheidungen treffen,
 ■ Führungskräfte und Beschäftigte gemeinsam die 4.0-Prozesse gestalten.

Gefahren: Wird eine aktivierende Unternehmenskultur bei der Einführung von 4.0-Prozessen

im Betrieb nicht berücksichtigt, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass bei den Führungskräften und Beschäftigten Misstrauen, Ängste und Unzufriedenheit mit den neuen 4.0-Prozessen entstehen und dass sie sich nicht für eine nachhaltige Implementierung der CPS engagieren. Das kann im ungünstigen Fall dazu führen, dass die Risiken der 4.0-Technologien (Chancen und Gefahren) gar nicht erkannt werden und die Einführung der 4.0-Prozesse erschwert oder gar behindert wird.

▶ Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Maßnahmen, um eine aktivierende Unternehmenskultur zu entwickeln, die den Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI) fördern, sind im Bereich: **Führungskultur** – zum Beispiel:

- Die Unternehmensleitung sollte sich zunächst selbst über die ethischen Grundlinien Gedanken machen, nach denen CPS im Betrieb verwendet werden, und diese möglichst schriftlich festhalten. ▶ *Siehe auch Umsetzungshilfe 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI).*
- Die Unternehmensleitung sollte allen Beteiligten kommunizieren, nach welchen ethischen Maßstäben die intelligente Software (inkl. KI) integriert wird, um die Auswirkungen auf Kontrolle, Handlungsspielräume, Autonomie oder Arbeitsplatzsicherheit transparent zu machen und so Ängste abzubauen.
- Die Unternehmensleitung sollte

das strategische Ziel formulieren, wie die intelligente Software (inkl. KI) für den Geschäftserfolg (zum Beispiel permanente Einbindung der Kunden), für die Arbeitsorganisation (zum Beispiel smarte Gefährdungsbeurteilung, autonome Prozesssteuerung, Personaleinsatzplanung über CPS) und für die Prävention im Betrieb (zum Beispiel Lernen und Unterweisung beinahe in Echtzeit, technische Assistenzsysteme wie Exoskelette) genutzt werden soll.

- Die Führungskräfte sollten sich bewusst machen, dass die Integration der intelligenten Software (inkl. KI) in die betrieblichen Abläufe besser gelingt, wenn sie die Ressourcen und Ideen der Beschäftigten systematisch aktivieren.
- Die Führungskräfte sollten die notwendigen Änderungen in der Führung des Unternehmens reflek-

tieren und versuchen, ihre Denkgewohnheiten und ihr Verhalten entsprechend anzupassen (wie Führen auf Distanz, agile Führung). Sie binden Beschäftigte in die Diskussion der Entwicklung der neuen Formen der Führung mit ein. ▶ *Siehe auch Umsetzungshilfe 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse.*

- Führungskräfte sollten sich selbst die Möglichkeiten und die Problematik der Kontrolle und Überwachung der Beschäftigten mithilfe der intelligenten Software (inkl. KI) verdeutlichen und genau abwägen, welchen Weg sie hier gehen wollen und wie sie die zur Verfügung stehenden Daten nutzen wollen. ▶ *Siehe auch Umsetzungshilfe 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse.*
- Allen Beteiligten wird die neue strategische Orientierung beziehungsweise die Erweiterung der bestehenden Unternehmensstrategie

¹⁴ vgl. Badura & Ehresmann 2016, S. 124f.; Cernavin & Diehl 2018, S. 194f.; Hauser, Schubert & Aicher 2008, S. 48ff.

bekannt gemacht und erläutert.

- Die Führungskräfte machen das Thema Vertrauen und Umgang untereinander bei Einführung der 4.0-Prozesse zum Thema im Betrieb, um die Ernsthaftigkeit des Vorgehens deutlich zu machen.

Präventionskultur – zum Beispiel:

Die Unternehmensleitung sollte unter anderem durch folgende Maßnahmen ein präventives Denken und Verhalten fördern:

- Mit den Führungskräften und Beschäftigten die Risiken (Chancen und Gefahren) von Zuständen und Ereignissen besprechen, die durch die Einführung und die Verwendung der intelligenten Software (inkl. KI) entstehen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen.*
- Die Führungskräfte anleiten, die Beschäftigten darin zu unterstützen, diese Kenntnisse über die Risiken im Alltag zu berücksichtigen.
- Den Führungskräften und Beschäftigten die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung im Umgang mit den 4.0-Technologien bekannt machen und sie befähigen, die notwendigen Schutzmaßnahmen umzusetzen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0.*
- Die Führungskräfte darin bekräftigen, ein Betriebsklima zu fordern, fördern und zu unterstützen, in dem alle sich gegenseitig bei der Beachtung und Umsetzung der Risiken und Schutzmaßnahmen beim Umgang mit der intelligenten Software (inkl. KI) helfen.
- Die Führungskräfte und Beschäftigten motivieren, anweisen und es ihnen ermöglichen, regelmäßig gemeinsam zu besprechen, welche neuen Risiken beim Umgang mit der intelligenten Software (inkl. KI) aufgetreten sind und wie damit umgegangen werden kann, um die 4.0-Prozesse optimal, sicher und gesundheitsgerecht zu gestalten.

Arbeitskultur – zum Beispiel:

Im Unternehmen sollte eindeutig festgelegt werden:

- Es ist festgelegt, wie die intelligente Software (inkl. KI) eingesetzt

und wie mit ihr umgegangen wird. Gemeinsam mit den Beschäftigten sollte besprochen und vereinbart werden, was die wirkungsvollsten Lösungen sind; gegebenenfalls sind Standardisierungen durch CPS zu erklären und zu begründen.

- Es ist definiert, wie die betrieblichen Aktivitäten zwischen den Handlungsträgern (Mensch/Software) verteilt sein sollen. Wo immer das möglich und sinnvoll ist, sollte eine Balance zwischen menschlichen Einsichts- und Eingriffsmöglichkeiten sowie technischer Selbststeuerung hergestellt werden. Dies wird in Teambesprechungen zum Thema gemacht. ▶ *Siehe auch Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).*
- Es ist im Betrieb bekannt, wie die intelligente Software (inkl. KI) Aspekte der Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit berücksichtigt. Dies wird gemeinsam mit den Führungskräften und Beschäftigten besprochen. Hierbei wird auch berücksichtigt, wie die Gefährdungsbeurteilung eingebunden werden kann. Die intelligente Software (inkl. KI) sollte dazu beitragen, dass die Präventionskultur im Betrieb erhalten bleibt und idealerweise gefördert wird.
- Es ist im Betrieb festgelegt, wie in der Arbeitsgestaltung die Prozesse stärker durch Softwaresteuerung standardisiert und normiert werden sollen und wo die Grenzen der Standardisierung sind (zum Beispiel wo sie eher einschränkt als unterstützt). Dies wird auch mit Führungskräften und Beschäftigten abgestimmt.
- Es gibt im Betrieb Möglichkeiten, die Vor- und Nachteile von technischen Assistenzsystemen zu besprechen und gemeinsam nach Verbesserungen zu suchen. ▶ *Siehe auch Umsetzungshilfe 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein.*
- Die Führungskräfte sollten stärker auf die Förderung der spezifischen

Stärken der Beschäftigten in den 4.0-Prozessen (zum Beispiel Beschäftigte mit besonderer IT-Kompetenz) setzen und klären, wie Beschäftigte mit Eigenverantwortung, Handlungsfreiheit und Entscheidungsspielräumen umgehen können, um unnötige Belastungen zu vermeiden.

- Das Thema Kompetenzen im Umgang mit 4.0-Technologien sowie der sichere und gesundheitsgerechte Umgang mit ihnen wird regelmäßig in Besprechungen behandelt und bei Handlungsbedarf wird gemeinsam überlegt, wie die Situation verbessert werden kann.
- Die Führungskräfte legen idealerweise gemeinsam mit den Beschäftigten Kriterien fest, wie Probleme, unnötige Belastungen, persönliche Interessen angesprochen und geregelt werden können.
- Die Führungskräfte legen idealerweise gemeinsam mit den Beschäftigten fest, wie mit personenbezogenen Daten der Beschäftigten umgegangen wird.

Kommunikationskultur – zum Beispiel:

- Möglichst viele Führungskräfte und Beschäftigte im Betrieb sollten in der Lage sein, die Chancen und Gefahren der intelligenten Software (inkl. KI) einschätzen und bewerten zu können. Dazu sollten Führungskräfte den Beschäftigten Kriterien an die Hand geben beziehungsweise diese Kriterien gemeinsam mit den Beschäftigten entwickeln. Ziel ist es, möglichst viele Beschäftigte zu sensibilisieren, die Chancen der intelligenten Software (inkl. KI) zu erkennen, und eine Atmosphäre zu schaffen, in der sie selbst aktiv diesen Prozess vorantreiben.
- Gemeinsam sollte in Führungs- und Teambesprechungen herausgearbeitet werden, welche Chancen und Gefahren für das Unternehmen in der intelligenten Software (inkl. KI) stecken (inklusive Auslagerung von Prozessschritten der Wertschöpfung und der Daten).
- Es sollte eine Atmosphäre geschaffen werden, in der Neugier auf die

neuen Technologien und die Kenntnisse über deren Möglichkeiten gefördert wird (zum Beispiel durch Besuche und Berichte von Messen, Kongressen und Fachveranstaltungen; durch Einladen von Fachleuten, Herstellern und Dienstleistern, die über die Möglichkeiten der Anwendungen der intelligenten

Software [inkl. KI] im Betrieb informieren).

■ Das Verschwimmen der Grenzen zwischen Menschen und intelligenter Software (inkl. KI) sowie zwischen Virtualität und Realität im Arbeitsprozess, zum Beispiel durch die Virtualisierung der Kommunikation, sollte thematisiert

werden. Gegebenenfalls sollten gemeinsam mit den Beschäftigten Maßnahmen festgelegt werden.
 ▶ *Siehe auch Umsetzungshilfe 1.2.4 Virtualität und Identität.*

■ Bei Teambesprechungen wird über neue softwaretechnische Planungen berichtet und diese werden gemeinsam bewertet.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Badura, B., & Ehresmann, C. (2016). Unternehmenskultur, Mitarbeiterbindung und Gesundheit. In B. Badura, A. Ducki, H. Schröder, J. Klose & M. Meyer (Hrsg.), *Fehlzeiten-Report 2016* (S. 81–96). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Cernavin, O., & Diehl, S. (2018). Arbeit 4.0 und Unternehmenskultur. In O. Cernavin, W. Schröder, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 189–229). Wiesbaden: Springer Verlag.

Cramer, S., & Weyer, J. (2007). Interaktion, Risiko und Governance in hybriden Systemen. In U. Dolata, & R. Werle (Hrsg.), *Gesellschaft und Macht*

der Technik (S. 267–285). Frankfurt am Main, New York: Campus Verlag.

Hauser, F., Schubert, A., & Aicher, M. (2008). *Unternehmenskultur, Arbeitsqualität und Mitarbeiterengagement in den Unternehmen in Deutschland*. Berlin: Forschungsbericht 371 des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales.

Icks, A. (2016). Unternehmenskultur. In *Offensive Mittelstand* (Hrsg.), *Unternehmensführung für den Mittelstand* (S. 125–136) (2. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

Neidhardt, F. (1986). *Kultur und Gesellschaft*. Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Sonderheft 267,

S. 10–18.

Neubauer, W. (2003). *Organisationskultur*. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.

Schein, E. H. (2003). *Organisationskultur*. Bergisch-Gladbach: EHP – Edition Humanistische Psychologie.

Weyer, J. (2006). *Die Kooperation menschlicher Akteure und nicht-menschlicher Agenten. Ansatzpunkte einer Soziologie hybrider Systeme*. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 16 (August 2016). Dortmund: Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät Universität Dortmund.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation
- 1.1.2 Autonomie der Systeme
- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse
- 1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungsverhalten für 4.0-Prozesse
- 1.2.4 Virtualität und Identität
- 1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 2.1.1 Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen (Rahmenbedingungen)
- 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0

1. Führung und Kultur › 1.5 Unternehmenskultur und 4.0-Prozesse

1.5.2 Diversity in 4.0-Prozessen



■ **Stichwörter:** Personalauswahl, Personaleinsatz, technologische Hilfsmittel, Vielfalt, vielfaltsbewusste 4.0-Prozesse

› Warum ist das Thema wichtig?

Vor dem Hintergrund der digitalen Transformation kann das Thema Diversity eine neue Relevanz erhalten. Zum einen können die Potenziale von intelligenter Software¹ über die Nutzung von cyber-physischen Systemen (CPS)² eine größere und bessere Einbeziehung (Inklusion) vielfältiger Beschäftigtengruppen erreichen. So kann intelligente Software mit ihren

Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) zum Beispiel über Exoskeletten, Assistenzsysteme wie Datenbrillen, Fremdsprachentools oder individuelle Informationssysteme helfen, mehr Beschäftigtengruppen in den Arbeitsprozess einzubeziehen. Gleichzeitig besteht aber auch die Gefahr der Ausgrenzung (Exklusion) bestimmter Gruppen (wie zum Beispiel Älterer

aufgrund fehlenden Verständnisses für 4.0-Technologien³, sozial oder körperlich benachteiligte Personen). Eine vielfaltsbewusste Organisation sollte die Herausforderungen der digitalen Transformation in den Blick nehmen, um durch Einbindung vielfältiger Blickwinkel und Fähigkeiten die Chancen wirkungsvoll zu nutzen.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Diversity

Im Folgenden wird unter dem Begriff Diversity die physische und kulturelle Vielfalt verstanden, die personale Diversität abbildet und die vielfältige Sichtweisen und Blickwinkel ermöglicht. Vielfalt ist als grundlegender Wert für unsere Gesellschaft und für Betriebe auch in vielen gesetzlichen Regelungen verankert. Zu nennen sind hier unter anderem das Grundgesetz, das Allgemeine Gleichbehandlungsgesetz, das Behindertengleichstellungsgesetz

oder das Betriebsverfassungsgesetz. Die Begriffe „Diversity“ und „Vielfalt“ werden hier synonym verwendet. Subjektiv stellt Diversity die Andersartigkeit der Ausprägung bestimmter Charakteristika dar, in Bezug darauf, wie wir uns von anderen Personen(gruppen) unterscheiden.⁴ Dabei wird zwischen primären und sekundären Dimensionen von Diversity unterschieden. Zu primären Dimensionen zählen:⁵

Alter, Geschlecht, Ethnie und Migrationshintergrund⁶, physischer

Zustand inklusive Leistungsveränderungen und Behinderungen⁷, sexuelle Identität und Orientierung, Weltanschauung.⁸

Sekundäre Dimensionen beinhalten Bildungsstand, Standort, Einkommen, Ehestatus, Stellung der Eltern, Religion, Berufserfahrung.⁹

Unter dem Schlagwort Diversity 4.0 wird eine Verknüpfung von Diversity mit 4.0-Prozessen¹⁰ verstanden, woraus sich Wettbewerbsvorteile in der Arbeitswelt 4.0 ergeben können.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen etc., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ Gardenswartz & Rowe 2008

⁵ Loden & Rosener 1991, S. 19; Andresen & Koreuber 2009

⁶ Personen mit Migrationshintergrund: eingebürgerte und nicht eingebürgerte Zuwandererinnen und Zuwanderer sowie ihre Nachkommen der ersten Generation, Spätaussiedlerinnen und -aussiedler mit deutscher Staatsangehörigkeit und ihre Nachkommen der ersten Generation (vgl. www.gbe-bund.de).

⁷ Menschen mit Leistungsveränderungen sind Beschäftigte mit Tätigkeitseinschränkungen aufgrund einer ärztlich attestierten irreversiblen Krankheit. Es sind überwiegend ältere, jedoch nur zum Teil behinderte Menschen. Von einer Behinderung wird dagegen gesprochen, wenn die individuellen Beeinträchtigungen eines Menschen umfänglich, vergleichsweise schwer und langfristig sind. Menschen sind laut § 2 Abs. 1 SGB IX behindert, wenn ihre körperliche Funktion, geistige Fähigkeit oder seelische Gesundheit mit hoher Wahrscheinlichkeit länger als sechs Monate von dem für das Lebensalter typischen Zustand abweichen und daher ihre Teilhabe am Leben in der Gesellschaft beeinträchtigt ist (vgl. www.online-diversity.de).

⁸ Charta der Vielfalt <https://www.charta-der-vielfalt.de/diversity/diversity-dimensionen.html>

⁹ Loden & Rosener 1991, S. 19; Andresen & Koreuber 2009; Apt & Bovenschulte 2018, S. 164ff.

¹⁰ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

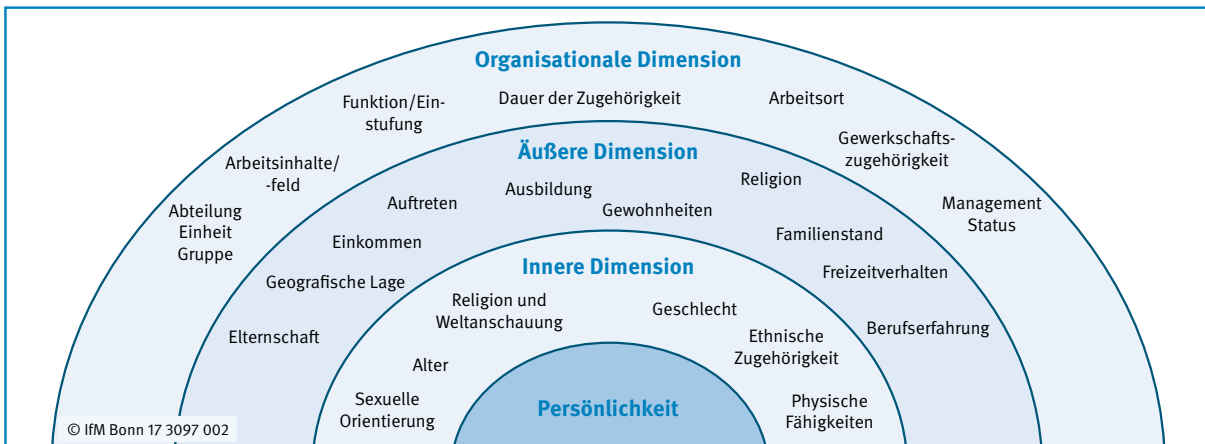


Abbildung 1: Diversity-Dimensionen (nach Gardenswartz und Rowe 2008, S. 33)

Diversity ist immer mehrdimensional und umfasst als Querschnittsthema alle Ebenen einer Organisation – siehe Abbildung 1.¹¹

Diversität ist in den 4.0-Prozessen unter anderem aus zwei Perspektiven relevant:

- Die Einbindung der Vielfalt der Personen mit ihren unterschiedlichen Sichtweisen und Fähigkeiten kann bei passender Teamzusammensetzung die Integration der 4.0-Technologien in Arbeitsprozesse erleichtern und darüber zusätzliche Wettbewerbsvorteile generieren.
- Die 4.0-Technologien erlauben es, diverse Personengruppen mit unterschiedlichen Sichtweisen und Fähigkeiten über orts- und zeitunabhängige Arbeitsmöglichkeiten und über Assistenzsysteme in Arbeitsprozesse zu integrieren.

Beide Aspekte werden im Folgenden weiter ausgeführt.

Möglichkeiten der Vielfalt für 4.0-Prozesse

Durch aktives Gestalten der Vielfalt im Betrieb (Diversity Management) können sich zum Beispiel folgende Vorteile für die 4.0-Prozesse ergeben:¹²

- Offenheit und Lernfähigkeit der Organisation gegenüber 4.0-Prozessen können durch unterschiedliche Denk- und Verhaltensweisen verschiedener Personengruppen

(zum Beispiel Kunden, Beschäftigte, Lieferanten) gestärkt werden. Soziokulturelle Offenheit und Chancengleichheit werden zunehmend zur „strategisch-operativen Notwendigkeit“, wenn es darum geht, die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten¹³ und neue 4.0-Technologien zu integrieren. Ein Beispiel hierfür ist die Einbindung und Bewertung von Kundenprofilen auf internationalen Märkten mithilfe von Personen aus diesen internationalen Kulturen.

- Digital erfassbare Bedarfe neuer Kundengruppen und Märkte können in vielfältig aufgestellten Betrieben besser erkannt und genutzt werden. Durch Einbindung der unterschiedlichen Sichtweisen der Führungskräfte und Beschäftigten können neue Marktsegmente und Kundenzielgruppen im Bereich der 4.0-Technologien gezielter erkannt und es können bedarfsgerechte Angebote entwickelt werden, zum Beispiel durch Nutzung der Mehrsprachigkeit (Fremdsprachen, Dialekte, gruppen-/milieuspezifische Sprache).
- Höhere Innovationsfähigkeit durch Einbeziehung unterschiedlicher und bisher unbeachteter technischer, motorischer und kognitiver Fertigkeiten der Beschäftigten (zum Beispiel verborgenes Wissen der Beschäftigten über Social Me-

dia und Umgang mit digitalen Technologien, kulturelle Kenntnisse in der unterschiedlichen Nutzung digitaler Technologien in unterschiedlichen Kulturen).

- Profitieren von unterschiedlichen Herangehensweisen an 4.0-Technologien (zum Beispiel Arten der Problemlösung unterschiedlicher Arbeitskulturen, „Altersweisheit“, unterschiedliche Arbeitsstile).

Möglichkeiten von 4.0-Technologien zur Nutzung von Diversity-Potenzialen

Die 4.0-Technologien bieten zum Beispiel folgende Potenziale zur Nutzung von Vielfalt:

- Über Clouds und andere Netzwerkverbindungen können Beschäftigte außerhalb der Region, im Ausland oder Beschäftigte, die aus unterschiedlichen Gründen nicht am Arbeitsplatz sein können (zum Beispiel wegen Kinderbetreuung, Pflege von Angehörigen, Behinderungen und Leistungseinschränkungen, längere Distanzen), beinahe in Echtzeit in die Arbeitsprozesse eingebunden werden. Zum Beispiel für Tätigkeiten wie Überwachungs- und Steuerungsaufgaben von Arbeitsmitteln und Abläufen, Recherchearbeiten zu Kundenanfragen, Kundenkontakte und -beratung, auch in Fremdsprachen, Texterfassung und -er-

¹¹ Charta der Vielfalt, o. J.; Kutzner 2016; Offensive Mittelstand 2017

¹² Charta der Vielfalt e. V. & Ernst & Young GmbH 2016

¹³ Kinne 2016

stellung, Programmieraufgaben, Unterweisung und Information von Beschäftigten, Vertriebs- und Marketingaufgaben.

- Unternehmen können über Active Sourcing Bewerber passgenau auswählen. Basis hierfür wären die im Netz vorhandenen Informationen über die Fähigkeiten und Talente der potenziellen Arbeitskräfte – die entsprechende Aussagekraft der Daten und die Datenqualität vorausgesetzt. Auch in sogenannten Recruiting Games können Arbeitgeber zahlreiche Informationen über persönliche Eigenschaften, Know-how, aber auch Soft Skills der potenziellen Arbeitskräfte erfahren, ohne dass eine Diskriminierung aufgrund des Alters, des Geschlechts oder Ähnlichem erfolgt. Dabei sollten Unternehmen reflektieren, ob die erhobenen Daten verlässliche Informationen liefern und eine ausreichende Qualität besitzen.
- Der Einsatz von kognitiv unterstützenden Assistenzsystemen ermöglicht es zum Beispiel Personen, die eine Sprache nicht oder nicht gut beherrschen, in Arbeitsprozesse einzubinden, indem sie die Aufgaben übersetzen oder in Impulse übertragen, die Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung oder Behinderung verstehen können.
- Der Einsatz von Exoskeletten, Robotern und anderen technisch unter-

stützenden Hilfsmitteln ermöglicht es älteren oder leistungsgeminderten Menschen, durch technische Unterstützung physischer Abläufe oder Übernahme belastender Tätigkeit in den Arbeitsprozess eingebunden zu werden.

- Schnelles Einarbeiten in neue Arbeitsabläufe von Beschäftigten, die bisher dafür nicht infrage kamen, durch technische Assistenzsysteme und smarte Lernprogramme. „Ältere und leistungsgeminderte Beschäftigte können mit derartigen Systemen abgestimmt auf ihr jeweiliges Leistungsvermögen im Arbeitsprozess unterstützt und in die Lage versetzt werden, Arbeiten zu verrichten, die sie vorher gar nicht oder nur unter Schwierigkeiten übernehmen konnten“¹⁴ (Datenschutz vorausgesetzt). Dabei sollte reflektiert werden, ob die erhobenen Daten verlässliche Informationen über die Personen liefern und ob die Daten in ausreichender Qualität vorliegen.
- Die direkte Anleitung während der Arbeitsaufgaben beinahe in Echtzeit über Smartglasses, Smartphones oder andere kognitiv unterstützende Assistenzsysteme ermöglicht es, Personen in Arbeitstätigkeiten einzusetzen, für die sie ohne diese Systeme nicht infrage kämen. Hier können zum Beispiel intelligente Tutorensysteme unter Berücksichtigung des perso-

nenbezogenen Datenschutzes „individuelle Unterschiede hinsichtlich Fähigkeiten, Kompetenzen und Erfahrungen in heterogenen Belegschaften ausgleichen“¹⁵ (in Bezug auf Alter, Bildungsstand, Kompetenzen, kulturelle Zugehörigkeit); zu berücksichtigen sind bei derartigen Systemen die Datenqualität und eventuell negative Auswirkungen auf die Motivation der Führungskräfte und Beschäftigten.

- Eine intelligente Software (inkl. KI) zum Personaleinsatz kann Diversity-Aspekte unter dem Gesichtspunkt des gesundheitsgerechten und produktiven Personaleinsatzes berücksichtigen (zum Beispiel Alter, Leistungsfähigkeit, Kompetenz und Bildungsstand, kulturelle Zugehörigkeit). Derartige softwaregesteuerte Personaleinsatzplanung ist technisch möglich, kann aber hoch problematisch sein, wenn Aspekte des personenbezogenen Datenschutzes und der Datenqualität nicht beachtet werden.

Bei den Diversity-Maßnahmen sind die Beschäftigten beziehungsweise die gesetzliche Interessenvertretung (wie Betriebs- und Personalräte, Schwerbehindertenvertretungen, Gleichstellungsbeauftragte) entsprechend ihren jeweiligen Aufgaben zu beteiligen. Beteiligungsorientierte Lösungen schaffen meistens gute Ergebnisse.¹⁶

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Diversity in 4.0-Prozessen – Vor- und Nachteile		Tabelle 1
Chancen/Ressourcen	Gefahr/Nachteil	
Komplexitätsreduktion Die zunehmende Komplexität der Informationen der 4.0-Prozesse kann durch vielfältige Blickwinkel und Fähigkeiten in der Belegschaft besser bewältigt werden.	Erhöhung innerer Komplexität Vielfältige Belegschaften können zu einer (vermeidbaren) Erhöhung unternehmensinterner Kommunikation, Komplexität und Konflikten führen (altersgemischte Teams können Vor- und Nachteile besitzen ¹⁷).	
Optimierung von Teamarbeit Durch die Nutzung digitaler Tools können heterogene Teams aufgabenspezifisch optimiert zusammengestellt werden.	Steigendes Konfliktpotenzial Eine unsensible, individuelle Charakteristika ignorierende Teamzusammenstellung durch digitale Tools kann zu Kommunikations- und Kooperationsproblemen sowie Teamkonflikten führen.	

¹⁴ Apt & Bovenschulte 2018, S. 164

¹⁵ Apt & Bovenschulte 2018, S. 165

¹⁶ Kutzner 2014; Merx 2017

¹⁷ Wegge 2016

Diversity in 4.0-Prozessen – Vor- und Nachteile		Tabelle 1
Chancen/Ressourcen	Gefahr/Nachteil	
<p>Neue Inklusionsmöglichkeiten Technische Assistenzsysteme ermöglichen einen Ausgleich von Unterschieden in der aufgabenbezogenen Eignung durch körperliche (zum Beispiel Exoskelette, Roboter) oder kognitive (zum Beispiel Sprachunterstützung, Lernprogramme) Entlastung sowie die Überwindung raumzeitlicher Barrieren und senken damit Einstellungsbarrieren gegenüber benachteiligten Zielgruppen.</p>	<p>Neue Exklusionsmöglichkeiten Werden unterschiedliche Vielfaltsdimensionen nicht berücksichtigt (wie zum Beispiel Alter, Behinderung, Sprache/Kultur) können Personen mit diesen Merkmalen ausgegrenzt beziehungsweise abgehängt werden.</p>	
<p>Wirtschaftlicher Erfolg Durch intelligente Nutzung der Potenziale vielfältiger Belegschaften lassen sich neue Märkte und 4.0-Technologien erschließen, Kundenbeziehungen verbessern und so Erträge steigern.</p>	<p>Steigender Aufwand Eine bewusste Entwicklung und Förderung vielfältiger Sichtweisen und Fähigkeiten und somit von personeller Vielfalt erfordert Geduld, Zeit und Energie. Wird dieser Aufwand nicht betrieben, besteht die Gefahr, wertvolle Potenziale nicht zu nutzen.</p>	
<p>Imageverbesserung Die Sichtbarkeit von Vielfalt, Chancengleichheit und Offenheit nach außen kann die Attraktivität des Unternehmens für Kunden, Beschäftigte und Kooperationspartner erhöhen.</p>	<p>Indirekte Wirkung Diversity ist immateriell – der ROI (Return on Investment) ist nicht direkt bestimmbar. Für die Rechtfertigung der Kosten ist daher ein Vertrauensvorschuss in die Wirksamkeit notwendig.</p>	
<p>Diskriminierungsarme Personalauswahl Vielfaltsorientierte Personalauswahl durch diskriminierungsarme elektronisch unterstützte Auswahlverfahren.</p>	<p>Unbekannte Kriterien bei Personalauswahl Unbekannte Algorithmen, die über Einstellung, Aufstieg und Arbeitseinsatz (mit-)entscheiden.</p>	

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Das Thema Vielfalt ist in kleinen und mittleren Unternehmen bislang von untergeordnetem Interesse. Insbesondere Personalentscheidungen werden aufgrund der Konzentration auf das operative Geschäft oft eher reaktiv und situativ als strategisch getroffen.¹⁸ Die folgenden Maßnahmen sollen mittelständischen Unternehmen dabei helfen, die Aspekte der Vielfalt in den 4.0-Prozessen zu erkennen und zu nutzen.

Vielfaltsbewusste Beschaffung von neuen Technologien – Beispiele

- Festlegen, welche Vielfalts-Kriterien bei der Anschaffung von 4.0-Produkten und intelligenter Software (inkl. KI) berücksichtigt werden sollten (zum Beispiel Sprache, Darstellungsformen, Symbole, Barrierefreiheit, Lernbausteine, menschengerechte Entscheidungsalgorithmen).
- Überlegen, inwieweit neue vielfältige Personengruppen über intelligente Software (inkl. KI)/Cloudlösungen eingebunden werden können (zum Beispiel Beschäftigte

in anderen Regionen oder im Ausland, Beschäftigte mit Verpflichtungen zu Hause oder außerhalb der Betriebsgrenzen).

- Beteiligung der verschiedenen Zielgruppen in der Bedarfsermittlung vor der Beschaffung der digitalen Assistenzsysteme oder anderer intelligenter Software (inkl. KI), um die Ansichten der Beteiligten kennenzulernen und zu berücksichtigen.
- Sensibilisierung der Führungskräfte für zielgruppenabhängige Ansprache zur Einführung von digitalisierten Prozessen und Assistenzsystemen unter Berücksichtigung verschiedener Ausgangslagen (zum Beispiel digitale Affinität, Sprachen, kulturelle Befindlichkeiten und Auffassungen).

Vielfalt bei Personalauswahl und beim Personaleinsatz berücksichtigen – Beispiele

- Kriterien für die Personalauswahl hinterfragen und gegebenenfalls verändern, um im Betrieb benötigte digitale Kompetenzen, Blickwin-

kel und Fähigkeiten zu ergänzen. Möglichkeiten nutzen, Personalraum- und zeitunabhängig aus anderen Regionen der Welt einzubinden.

- Bisher unbeachtete technische, motorische und kognitive Fertigkeiten der Beschäftigten erkennen und nutzen (zum Beispiel überfachliches oder verborgenes Wissen über Social Media und Umgang mit digitalen Technologien der Beschäftigten, kulturelle Kenntnisse im Umgang mit digitalen Technologien).
- Unterschiedliche Herangehensweisen an das Lernen und an das Vermitteln von Wissen zulassen und nutzen, um digitale Kompetenzen im Arbeitsprozess wirkungsvoller entwickeln zu können (zum Beispiel bei der an individuellen Voraussetzungen orientierten Einarbeitung neuer Beschäftigter, in der Kundenberatung).
- Von unterschiedlichen Herangehensweisen profitieren (zum Beispiel Arten der Problemlösung unterschiedlicher Arbeitskulturen,

¹⁸ Merx 2014

„Altersweisheit“, unterschiedliche Arbeitsstile).

- Mehrsprachigkeit nutzen: Fremdsprachen, Dialekte, gruppen-/milieuspezifische Sprache bei der Betreuung spezieller Kundengruppen oder der Erschließung neuer Märkte einsetzen.

Vielfaltsbewusste Einführung von neuen Technologien – Beispiele

- Bei der Einführung neuer Technologien sollten Besonderheiten verschiedener Gruppen im Unternehmen ebenso berücksichtigt werden wie die Motivation, Neues zu erlernen, und das unterschiedliche Verständnis digitaler Technik in unterschiedlichen Kulturen.
- Unterschiedlichen Kenntnisstand sowie Lernvoraussetzungen (Sprachbarrieren, Lernstörungen, körperliche, psychische und kognitive Einschränkungen) bei der Einführung berücksichtigen und Quali-

fikationen entsprechend gestalten (zum Beispiel Weiterbildungsangebote, Mentoring durch digital-affine Beschäftigte).

Vielfaltsbewusster Einsatz von neuen Technologien – Beispiele

- Möglichkeiten zur Individualisierung der digitalen Prozesse nutzen, um auf die Vielfalt der Lernvoraussetzungen einzugehen (beispielsweise Sprachbarrieren, Lerntempo, aber auch physische Merkmale wie extra große Schrift für ältere Beschäftigte).
- Nutzung der Möglichkeiten digitaler Assistenzsysteme zum Ausgleich physischer wie kognitiver Unterschiede.
- Reflexion der Grenzen des Einsatzes und des Nutzens für verschiedene Zielgruppen. Was kann hier wie kompensiert werden, sodass es nicht mehrere Klassen von Beschäftigten gibt?

Je genauer vielfältige Blickwinkel und Fähigkeiten von Beschäftigten und Kunden sowie Bedarfe von Märkten für die digitale Transformation wahrgenommen, bewertet und gegebenenfalls genutzt werden, desto erfolgreicher setzen Unternehmen ihre Ziele um. Vielfalt bewusst für die digitale Transformation im eigenen Betrieb zu nutzen, zu fördern und zu entwickeln geschieht nicht auf Knopfdruck von heute auf morgen. Aber jeder Betrieb kann vielfaltsbewusstes Denken und Handeln schrittweise entwickeln. Um 4.0-Prozesse wirkungsvoll integrieren zu können, kann es ein Ziel im Betrieb sein, Vielfaltsbewusstsein nach und nach zu einem Teil der Unternehmensführung und der Unternehmenskultur werden zu lassen. Dabei sollte sich der Betrieb verdeutlichen, dass er bereits vielfältige Beschäftigte hat, die jeweils ganz persönliche Stärken und Schwächen besitzen, die für die 4.0-Prozesse nutzbar sind.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- AGG – *Allgemeines Gleichbehandlungsgesetz*, 03.04.2013.
- Andresen, S., & Koreuber, M. (2009). Gender und Diversity: Albtraum oder Traumpaar? Eine Einführung. In S. Andresen, M. Koreuber, & D. Lüdke (Hrsg.), *Gender und Diversity: Albtraum oder Traumpaar?* (S. 19–34). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Apt, W., & Bovenschulte, M. (2018). Die Zukunft der Arbeit im demografischen Wandel. In S. Wischmann & E. A. Hartmann (Hrsg.), *Zukunft der Arbeit – eine praxisnahe Betrachtung* (S. 159–173). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Charta der Vielfalt e.V., & Ernst & Young GmbH (2016). *Diversity in Deutschland*. Stuttgart. <https://www.charta-der-vielfalt.de/diversity-verstehen/mediathek/publikationen>. Zugriffen: 11.05.2018.
- Charta der Vielfalt (o. J.). *Charta der Vielfalt*. <https://www.charta-der-vielfalt.de/die-charta/ueber-die-charta/>. Zugriffen: 11.05.2018.
- Gardenswartz, L., & Rowe, A. (2008). *Diverse teams at work. Capitalizing on the power of diversity*. Alexandria: Society for Human Resource Management.
- GBE-Bund (2015). *Definition: Menschen mit Migrationshintergrund*. Infobox 3.5.1. http://www.gbe-bund.de/gbe10/abrechnung.prc_abr_test_logon?p_uid=gast&p_aid=0&p_knoten=FID&p_sprache=D&p_suchstring=25479. Zugriffen: 11.05.2018.
- Kinne, P. (2016). *Diversity 4.0. Zukunftsfähig durch intelligent genutzte Vielfalt*. Berlin: Gabler Verlag.
- Kutzner, E. (2014). Diversity Management und Gute Arbeit – ein Handlungsfeld für Interessenvertretungen. In S. Nutzenberger & E. M. Welskop-Deffaa (Hrsg.), *Aufregend bunt, vielfältig normal!* Hamburg: VSA-Verlag, S. 46–60.
- Kutzner, E. (2016). Diversity Management in der betrieblichen Praxis. In P. Genkova, & T. Ringeisen (Hrsg.), *Handbuch Diversity Kompetenz – Band 1: Perspektiven und Anwendungsfelder* (S. 483–506). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Loden, M., & Rosener, J. (1991). *Workforce America! Managing employee diversity as a vital resource*. Homewood: Business One Irwin.
- Merx, A. (2014). Von Betroffenheit über Ohnmacht zur Mitgestaltung. In S. Nutzenberger & E. M. Welskop-Deffaa (Hrsg.), *Aufregend bunt, vielfältig normal!* (S. 32–45). Hamburg: VSA-Verlag.
- Merx, A. (2017). Strategische Maßnahmen zur Akzeptanzsicherung bei Diversity-Prozessen in Verwaltungen. In Diversity-Netzwerk der Kommunal- und Landesverwaltungen (Hrsg.), *Vielfalt fördern – Diskriminierung bekämpfen* (S. 54–63). http://www.stadt-koeln.de/mediaasset/content/pdf5001/diversity/diversity-netzwerk_barrierefreie_version_broschuere%3BC3%BC-re_2017.pdf. Zugriffen: 11.05.2018.
- Offensive Mittelstand (2017). *INQA-Check „Vielfaltsbewusster Betrieb“*. <https://www.offensive-mittelstand.de/>. Zugriffen: 11.05.2018.
- Online-Diversity (o. J.). *Diversity Management – Schlagwort oder ernstzunehmendes Unternehmenskonzept?* http://www.online-diversity.de/rubriken/Diversity_Management/. Zugriffen: 11.05.2018.
- SGB IX – *Sozialgesetzbuch IX*, 17.07.2017
- Wegge, J. (2016). Management altersgemischter Teams. In P. Genkova, & T. Ringeisen (Hrsg.), *Handbuch Diversity Kompetenz – Band 2: Gegenstandsbereiche* (S. 225–236). Wiesbaden: Springer Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.5 Lernformen 4.0
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses

1.6.1 Arbeit 4.0: Neue Anforderungen an Interessenvertretung



■ **Stichwörter:** Mitbestimmung, Betriebsrat, Interessenvertretung, Partizipation, Funktionsweisen der 4.0-Technologie

› Warum ist das Thema wichtig?

Die cyber-physischen Systeme (CPS)¹ und die intelligente Software² mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) stellen die Interessenvertretungen vor neue Anforderungen. Die 4.0-Technologien³ können die Arbeitsbedingungen und das Verhältnis von Beschäftigten und Technik grundlegend verändern, neue Formen des Personaleinsatzes und der Organisation zur Folge haben und auch Arbeitsplätze grundlegend verändern, infrage

stellen und neue schaffen. Die Technologie an sich lässt Gestaltungsmöglichkeiten in alle Richtungen zu. Die 4.0-Technologien können die Arbeitsprozesse effizienter und produktiver gestalten, sie können sie menschen- und gesundheitsgerechter gestalten. Sie können aber auch dazu führen, dass die Arbeitsqualität abnimmt und neue Belastungen entstehen. Die Interessenvertretung sollte sich aktiv dafür einsetzen zusammen mit dem

Unternehmen und Führungskräften die 4.0-Prozesse⁴ menschen- und gesundheitsgerecht zu gestalten. Um dies erfolgreich zu tun, sollte sich die Interessenvertretung aktiv damit auseinandersetzen, welche Chancen und Gefahren mit den 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) verbunden sind und welche Gestaltungsaspekte für eine gesundheitsgerechte Arbeit besonders relevant sind.

Diese Umsetzungshilfe richtet sich in erster Linie an Interessenvertretungen.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Interessenvertretung

Unter Interessenvertretung werden hier die gesetzlichen Interessenvertretungen im Betrieb verstanden (wie Betriebs- und Personalräte, Schwerbehindertenvertretungen, Gleichstel-

lungsbeauftragte). Die Interessenvertretung achtet darauf, dass im Betrieb die Rechte der Beschäftigten in ihrem jeweiligen Aufgabenbereich eingehalten werden, und sie vertritt hier die Interessen der Beschäftigten. Die Interessen-

vertretung hat in bestimmten betrieblichen Fragen Mitbestimmungs-, Mitwirkungs-/Beratungs- oder Informationsrechte.⁵ › *Siehe Umsetzungshilfe 1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0.*

Die neuen Fragestellungen für die Interessenvertretung

Die 4.0-Technologien stellen zwar neue Anforderungen an die Interessenvertretungen, aber zunächst einmal sollte festgehalten werden, dass die meisten Fragestellungen für die Arbeit der Interessenvertretung gleich bleiben. Elemente der „alten“ Arbeit und der Arbeit 4.0 vermischen sich

(strategischer Policy-Mix). Themen wie indirekte Steuerung, Vermarktlichung, Entgrenzung, agile Methoden oder die Förderung beziehungsweise Einschränkungen der Selbstbestimmung von Personen sind immer noch virulent und ihre Bedeutung wird durch den Einsatz von 4.0-Technologien mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) eher noch zunehmen.

Viele Gestaltungsfragen der 4.0-Technologien können Interessenvertretungen bereits beantworten. Zur Beantwortung einiger neuer Gestaltungsfragen sollten sie sich neue Kompetenzen aneignen, um die Möglichkeiten der 4.0-Technologien für die Beschäftigten zu nutzen.⁶ › *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen.*

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁵ Die wesentlichen Funktionen und Rechte des Betriebsrates sind im BetrVG zu finden.

⁶ Maschke & Werner 2015, S. 4f.

Vor der Aufgabe des Kompetenzaufbaus stehen fast alle Personen, die die 4.0-Technologien nutzen wollen und mit ihnen umgehen müssen. Dabei ist zu beachten, dass die 4.0-Prozesse keine plötzlich eintretenden Entwicklungen sind. Der technologische Wandel ist meist kontinuierlich und schleichend und für die Interessenvertretung oft weniger sichtbar.

Die 4.0-Technologien bieten der Interessenvertretung Chancen, gestaltend einzugreifen.⁷ Beim Schutz der Beschäftigten geht es um Fragestellungen, in denen die Interessenvertretung darauf achten sollte, dass die Persönlichkeit sowie die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten durch die 4.0-Prozesse nicht eingeschränkt werden. In den Umsetzungshilfen „Arbeit 4.0“ finden sich Gestaltungslösungen:

- Maßnahmen zum *Schutz der Beschäftigten* wie beispielsweise
 - › im Umgang mit autonomer und intelligenter Software (inkl. KI) › siehe *Umsetzungshilfe 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)*,
 - › bei der smarten Gestaltung der Raumumgebung › siehe *Umsetzungshilfe 3.2.5 Ambient Intelligence, Ambient Assisted Working* oder
 - › bei der durch 4.0-Technologien erfolgenden Restrukturierung im Betrieb › siehe *Umsetzungshilfe 2.1.3 Präventive Aspekte einer Restrukturierung bei 4.0-Prozessen*,
 - › im Umgang mit personenbezogenen Daten › siehe *Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen* und
- *proaktive sichere und gesundheitsgerechte Arbeitsgestaltung* wie beispielsweise
 - › bei der Nutzung der 4.0-Technologien für gesundheitsgerechte Arbeitsprozesse › siehe *Umsetzungshilfen 2.4.1 Prozessplanung mit CPS, 4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse*,
 - › bei der Nutzung der 4.0-Tech-

nologien für sichere Arbeitsabläufe › siehe *Umsetzungshilfen 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS, 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0*,

- › bei der Nutzung der 4.0-Technologien für motivierende Formen des mobilen Arbeitens › siehe *Umsetzungshilfe 2.4.3 Mobiles Arbeiten mit CPS*,
- › bei neuen Möglichkeiten der 4.0-Technologien für ein individuelles Lernen oder eine direkte Beteiligung und Repräsentation der Beschäftigten in Verbesserungsprozessen › siehe *Umsetzungshilfen 1.4.5 Lernformen 4.0, 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)*,
- › bei der Gestaltung von agilen Organisationsformen, um die 4.0-Prozesse wirkungsvoll in die Arbeitsabläufe zu integrieren und bei der Erprobung von 4.0-Technologien in gemeinsamen Experimentierphasen und -räumen⁸ im Betrieb › siehe *Umsetzungshilfen 2.1.1 Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen; 2.1.4 4.0-Prozesse und agiles kooperatives Change Management*.

Beim Aspekt der proaktiven Gestaltung eröffnen sich neue Möglichkeiten für die Interessenvertretung.⁹ Die Integration der 4.0-Technologien stellt (gerade die kleineren und mittleren) Betriebe vor die Herausforderung, alle Ressourcen für die Bewältigung dieser Aufgabe zu aktivieren. Dazu gehören auch beteiligungsorientierte Organisationsformen sowie Experimentierphasen und -räume, in denen die Möglichkeiten und Gestaltungsoptionen für die 4.0-Technologien gemeinsam von Führungskräften und Beschäftigten erprobt werden. Ein derartiges agiles und kooperatives Change Management bietet der Interessenvertretung viele Möglichkeiten für einen beteiligungsorientierten Veränderungsprozess.¹⁰

Bei der Gestaltung der 4.0-Prozesse kann es dazu kommen, dass sich die Rolle der Interessenvertretung verändert, da die 4.0-Technologien ganz neue Formen der Beteiligung der Beschäftigten ermöglichen.¹¹

Neue Themen durch 4.0-Technologien für die Interessenvertretung

Die 4.0-Technologien und die intelligente Software (inkl. KI) stellen die Interessenvertretung vor einige neue Themen, die sie aufgreifen sollte, zum Beispiel:

- *Wandel im Belastungsspektrum, gesundheitsgerechte Gestaltung der Arbeit 4.0 und Bewältigungskompetenz der Beschäftigten*: Die 4.0-Prozesse können neben vielfältigen Chancen zu einigen neuen Belastungen führen, wie zum Beispiel Fremdsteuerung durch intelligente Software (inkl. KI), fehlende Interventionsmöglichkeit für Beschäftigte bei KI-gesteuerten Prozessen, Unzuverlässigkeit und Intransparenz der intelligenten Software (inkl. KI), Informationsüberlastung, fehlende Kompetenzen, erweiterte Ansprüche an Verfügbarkeit.

Interessenvertretungen sollten unter anderem dafür sorgen, dass die Beschäftigten die Kompetenzen für den Umgang mit den 4.0-Technologien erwerben und die Kriterien der Funktionsweise der 4.0-Technologien kennen (zum Beispiel durch Training, Weiterbildung, neue Lernformen). Gleichzeitig sollte die Interessenvertretung dazu beitragen, dass die Belastungsfaktoren so gestaltet werden, dass die Beschäftigten gesundheitsgerecht arbeiten¹² und ihre Potenziale in die 4.0-Prozesse einbringen können.¹³ › *Siehe Umsetzungshilfen 1.4.5 Lernformen 4.0, 4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse, 4.1.2 Belastungs-Beanspruchungskonzept 4.0*.

- *Neue Arbeitsformen*: 4.0-Technologien ermöglichen neue Arbeitsformen, die zur Abnahme der Arbeit in traditionellen Betriebsstrukturen zugunsten unternehmens-

⁷ Böhle & Busch 2012, S. 13ff.

⁸ Boes & Löckle 2016

⁹ vgl. u. a. Pickshaus & Urban 2009, S. 97ff.; ver.di 2016

¹⁰ vgl. u. a. Dechmann & Peter 2012, S. 183ff.; Fuchs 2012, S. 151ff.; Schröter 2017, S. 187ff.

¹¹ vgl. u. a. Maschke & Werner 2015, S. 21f.; Oeder 2017, S. 36; Westhoff 2018, S. 67ff.

¹² vgl. u. a. Cernavin 2017, S. 181ff.; Georg et al. 2018, S. 362ff.; Pfeiffer et al. 2015, S. 80ff.

¹³ Pfeiffer & Suphan 2015, S. 205ff.

länderübergreifender Auftragsabwicklung führen. Dies kann bedeuten, dass verstärkt externes Crowdfunding eingebunden wird oder dass mobile Arbeit zunimmt.¹⁴

› Siehe Umsetzungshilfen 2.4.3 Mobiles Arbeiten mit CPS, 2.4.5 CPS-gesteuerte Wertschöpfungsketten, 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding.

- **Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln und Assistenzmitteln:** Durch die komplette oder teilweise Steuerung verketteter Arbeitsmittel durch intelligente Software (inkl. KI) kann die Sicherheit und Ergonomie des Arbeitens gefördert oder beeinträchtigt werden. Dies gilt auch für Assistenzmittel wie Exoskelette oder Roboter. Damit die Technologien dazu beitragen, dass die Arbeit gesundheitsgerecht gestaltet wird und keine neuen Gefährdungen entstehen, ist eine präventive Gestaltung intelligenter Software (inkl. KI) wichtig, die Aspekte der Sicherheit und Ergonomie mitberücksichtigt. › Siehe Umsetzungshilfen 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS; 3.1.4 Sicherheit

von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie; 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein; 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI).

- **Umgang mit personenbezogenen Daten:** Fast alle 4.0-Technologien (wie zum Beispiel Smartphones, Fahrzeuge, Arbeitsmittel, Räume) können personenbezogene Daten erfassen und auswerten (zum Beispiel „Predictive Analytics“). Dadurch kann es zu neuen Formen der Leistungskontrolle kommen, aber auch zu neuen Möglichkeiten individueller ergonomischer Arbeitsplatzgestaltung. Damit die Beschäftigten ihre Datensouveränität bewahren, ist der Umgang mit den personenbezogenen Daten im Betrieb zu vereinbaren.¹⁵ › Siehe Umsetzungshilfen 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen; 2.6.3 Personalbeurteilung und CPS; 4.1.3 Tracking und Worklogging.

- **Datenqualität und Verlässlichkeit der intelligenten Software (inkl. KI):** Intelligente Software (inkl. KI) greift auf erhobene Daten aus dem Betrieb und außerhalb des Betrie-

bes (Big Data) zurück und kann auf dieser Grundlage Prozesse und Arbeitsmittel im Betrieb ganz oder teilweise steuern. Dabei ist die Datenqualität relevant, die darüber entscheidet, ob die intelligente Software beispielsweise die angemessenen Entscheidungen trifft oder ob verlässliche Daten für betriebliche Prozesse geliefert werden. Ist die Datenqualität nicht ausreichend, können die Entscheidungen, die auf dieser Datengrundlage getroffen werden, nachteilig für die Beschäftigten (und auch die Arbeitsprozesse) sein. › Siehe Umsetzungshilfen 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse; 2.1.7 Kennzahlen und CPS; 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.

Aus den neuen Themen ergeben sich in einigen Handlungsfeldern neue Handlungsbedarfe für die Interessenvertretung in der Arbeit 4.0. In Tabelle 1 sind die Handlungsbereiche und die daraus resultierenden möglichen Auswirkungen beispielhaft dargestellt.

Handlungsfelder der Interessenvertretung in der Arbeit 4.0		Tabelle 1
Handlungsbereich	Mögliche Veränderungen	Mögliche positive oder negative Auswirkungen
Qualifizierung	Digitale Lernformen wie MOOC, Neue IKT-Berufe und Anlagentechniker	Online-Lernen nach Bedarf am Arbeitsplatz, Blended-Learning-Komponenten; Kompetenzerweiterung
Arbeitsorganisation	Neue Prozesse, Abkehr von der Linienfertigung, Matrix, kollaboratives agiles Arbeiten	Selbstorganisierte Teams, Sequenzplanung mit höherem Handlungsspielraum, Komplexität/Verdichtung
Flexible Arbeit	Mobiles Arbeiten	Veränderung ergonomischer Verhältnisse, Veränderungen der Work-Life-Balance, ständige Erreichbarkeit, höhere Produktivität
Selbstorganisation	Selbstmanagement in der autonomen Produktion/Dienstleistung	Autonomiegewinne, Motivationsschub, Überforderung
Veränderungsprozesse	Outsourcing (etwa in die Crowd), Reorganisation, neue Services (neue Geschäftsmodelle)	Veränderung der Bezahlung (Fair Pay), psychosoziale Belastungen bei permanentem Change
Beteiligung & Partizipation	Direkte Partizipation	Veränderung individueller Handlungsspielräume
Datenschutz	Erfassung personenbezogener Daten (Tracking, Worklogging)	Persönliche Leistungskontrolle, individuelle ergonomische Arbeitsplatzgestaltung

Nach: Georg et al. 2018, S. 367

¹⁴ Leimeister et al. 2015, S. 66ff.

¹⁵ vgl. u. a. Jerchel 2015, S. 40ff.; Maschke & Werner 2015, S. 8

Auf die neuen Anforderungen vorbereiten

Um auf die aus den Auswirkungen resultierenden Handlungsbedarfe reagieren zu können und die neuen Möglichkeiten aktiv zu nutzen, sollten sich die Interessenvertretungen aktiv auf diese Entwicklungen vorbereiten. Dazu gehört zum Beispiel:

- **Neugier und skeptische Offenheit:** Die Interessenvertretung sollte sich den neuen 4.0-Technologien nicht verschließen. Sie sollten neugierig auf die neuen Gestaltungsmöglichkeiten sein und versuchen, diese für die betrieblichen Arbeitsprozesse und für eine neue Form der Beteiligung zu nutzen. Gleichzeitig sollte sie eine skeptische Offenheit an den Tag legen und bei der Umsetzung von 4.0-Prozessen darauf achten, dass Autonomie und Selbstbestimmung der Beschäftigten sowie eine ganzheitliche Arbeitsgestaltung praktiziert werden.¹⁶
- **Mitbestimmungs- und Mitwirkungsbereich identifizieren:** Eine Reihe von 4.0-Prozessen sind mit Mitbestimmungs- beziehungsweise Mitwirkungsrechten verbunden. Die Interessenvertretung sollte identifizieren, um welche Fragestellungen es sich im Betrieb dabei handelt.¹⁷ ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0.*
- **Interventionsbereiche** können diffus werden: Die Zunahme verketteter Arbeitsmittel, die Veränderung der Kommunikationsprozesse sowie Cloud Computing und Software as a Service (SaaS) können unter anderem dazu führen, dass die Komplexität steigt, die Vorhersehbarkeit der Arbeitsabläufe abnimmt und damit die Interventionspunkte für Interessenvertreter diffus werden. Die Handlungsgrenzen des Betriebes können unklar werden, Prozesse verändern sich permanent und sind nicht immer transparent für die Interessenvertretung.

■ **Neue beteiligungsorientierte Lösungsmöglichkeiten werden möglich:** Da häufig nicht bekannt ist, wie 4.0-Technologien und 4.0-Prozesse zu integrieren sind, bieten sich beteiligungsorientierte Lösungen an, in denen alle Betroffenen in Experimentierphasen und -räumen sowie Lernräumen zunächst einmal erproben, welche Lösungen für den Betrieb sinnvoll und geeignet sind. Die Interessenvertretung sollte diese Experimentier- und Gestaltungsformen unterstützen beziehungsweise vorschlagen.¹⁸

- **Neue Vereinbarungen werden erforderlich:** Es ist zu erwarten, dass Branchentarifverträge zukünftig stärker den Rahmen zum Umgang mit 4.0-Technologien vorgeben. Die Interessenvertretung sollte die Branchentarifverträge in diesem Rahmen im Betrieb umsetzen. In Branchen, in denen noch keine Vereinbarungen zu 4.0-Technologien vorliegen, können sich Interessenvertretungen zunächst einmal an den Regelungen anderer Branchen orientieren. Hilfreich ist es für die betriebliche Konkretisierung auch, Muster abgeschlossener Vereinbarungen anderer Betriebe, Austauschforen oder Informationsangebote von Institutionen¹⁹ zu nutzen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*

■ **Personenbezogenes versus interessenvertretungsbezogenes Handeln:** Die digitale Transformation kann zu einer stärkeren Verantwortungsverlagerung auf die Beschäftigten führen²⁰. Dies kann zu neuen Belastungsformen und zur Ökonomisierung von Prozessen führen und gleichzeitig Selbstbestimmung und Selbstorganisation von Personen fördern. Das bedeutet, dass Beschäftigte zunehmend ihre Arbeitsausführung selbst mitgestalten können.²¹ Das kann die Zugriffsmöglichkeiten der Interes-

senvertretung auf die konkreten Arbeitssituationen der Beschäftigten beeinflussen. Gleichzeitig gibt die Mitbestimmung und Mitwirkung aber den Rahmen vor, in dem die Beschäftigten Gestaltungsspielräume nutzen können. So können sie beispielsweise mobile Arbeit nur dann gesundheitsgerecht gestalten, wenn sie dafür die erforderlichen Kompetenzen und Ressourcen haben. Wichtig ist daher ein frühzeitiges Eingreifen in die Gestaltung der digitalen Transformation (insbesondere in der Zeit der Einführung der 4.0-Technologien) durch die Interessenvertretungen.²² In diesem Zusammenhang sollte die Interessenvertretung über neue Gestaltungsformen ihrer eigenen Arbeit nachdenken und die eventuelle stärkere individuelle Gestaltungsmöglichkeiten der Beschäftigten nicht als Bedrohung ansehen.²³ Die kollektiven Gestaltungsaufgaben für die Interessenvertretung werden in den 4.0-Prozessen vermutlich eher zunehmen als abnehmen.

- **Selbst Kompetenzen aufbauen:** Die Interessenvertretung sollte Kompetenzen aufbauen, um Kriterien zu besitzen, die Chancen und Gefahren der 4.0-Technologien einzuschätzen. Dazu muss die Interessenvertretung nicht zum IT-Experten werden, aber sie sollte in der Lage sein, die wesentlichen Aspekte der 4.0-Technologien zu erkennen und die richtigen Fragen zu stellen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien; 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen.*
- **Stärker kooperieren:** Da die Logik und Funktionsweise der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) für Nicht-ITler oft nicht zu durchschauen sind, sollte die Interessenvertretung enger mit Experten kooperieren, denen sie vertrauen kann. Hierzu gehören ITler und Programmierer, Technik-

¹⁶ Georg et al. 2018, S. 370f.

¹⁷ Wedde & Spoo 2015, S. 30ff.

¹⁸ Boes & Löckle 2016

¹⁹ wie das Archiv Betriebliche Vereinbarungen der Hans-Böckler-Stiftung

²⁰ vgl. u. a. Böhle 2017, S. 3ff.; Frey 2009, S. 19ff.

²¹ Oeder 2017, S. 36

²² Georg et al. 2017

²³ ver.di 2016

gestalter, Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte, aber auch Soziologen und Psychologen, um die 4.0-Technologien produktiv und gesundheitsgerecht gestalten zu können. Hierzu kann auch gehören, stärker gewerkschaftliche Beratungsstrukturen zu nutzen oder auf Branchenebene Erfahrungsaustausche zu organisieren.²⁴

■ **Intensiver mit Beschäftigten sprechen:** Da die 4.0-Technologien oft mit neuen Belastungen und Verhaltensweisen verbunden sind, sollte

die Interessenvertretung einen regelmäßigen Austausch mit den Beschäftigten anstreben und sich mit den konkreten Problemlagen der Kollegen bei der Arbeit mit den 4.0-Technologien vertraut machen. Auf diese Weise können Probleme frühzeitig erkannt und für eine sichere und gesundheitsgerechte Gestaltung der 4.0-Prozesse genutzt werden. Gleichzeitig fördert dies die Akzeptanz der 4.0-Technologien und der veränderten Arbeitsprozesse bei den Beschäftigten.

■ **Sich stärker mit der Unternehmensführung austauschen:** Der gesamte Prozess der Implementierung von 4.0-Technologien vollzieht sich kaum ohne Brüche, ständig neue Erfahrungen und aktuelle Herausforderungen an die Arbeitsgestaltung. Die Interessenvertretung sollte sich deswegen stärker und kontinuierlicher mit der Unternehmensführung austauschen und gemeinsamen praktikable Weg für die Gestaltung der 4.0-Prozesse finden.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Wenn die Interessenvertretung sich aktiv auf die neuen Anforderungen der 4.0-Prozesse einlässt, bietet ihr das unter anderem folgende Chancen und Gefahren:

Chancen bei Bewältigung der neuen Anforderungen der 4.0-Technologien für die Interessenvertretung Beispiele	Gefahren, wenn die Interessenvertretung sich nicht auf die neuen Anforderungen der 4.0-Technologien einlässt Beispiele
Die Interessenvertretung ...	Die Interessenvertretung ...
... besitzt Kriterien und Kompetenzen, um die Möglichkeiten und Grenzen der 4.0-Technologien zu erkennen, kompetent zu begleiten, zu gestalten und so ihre Mitbestimmungs- sowie Mitwirkungsrechte wahrzunehmen	... besitzt keine Kriterien und Kompetenzen für den Umgang mit den 4.0-Technologien und deren Gestaltung und kann so ihre Mitbestimmungs- sowie Mitwirkungsrechte nicht ausreichend wahrnehmen
... kann die beteiligungsorientierten Möglichkeiten in Change-Prozessen (wie Experimentierphasen/-räume) nutzen	... nutzt die beteiligungsorientierten Möglichkeiten in den Change-Prozessen nicht
... sieht die Zunahme individueller Aushandlungsprozesse nicht als Bedrohung, sondern als Ergänzung zu ihren kollektiven Lösungen	... sieht die Zunahme individueller Aushandlungsprozesse als Bedrohung und erzeugt langwierige Debatten und Konflikte
... fördert die Akzeptanz und Unterstützungsbereitschaft der Beschäftigten, da sie diese kompetent und angemessen in den 4.0-Prozessen vertritt	... verliert die Akzeptanz und Unterstützungsbereitschaft der Beschäftigten, da sie diese in den 4.0-Prozessen nicht ausreichend vertritt

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Neben den Maßnahmen in der **› Umsetzungshilfe 1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0.** sind folgende Maßnahmen für die Interessenvertretung zu empfehlen, damit sie den Anforderungen der 4.0-Technologien gerecht wird und sich wirkungsvoll an einer gesundheitsgerechten Gestaltung der Arbeit 4.0 beteiligen kann.

- Die Interessenvertretung sollte sich bei der Geschäftsführung über die Planung zur Integration der 4.0-Technologien in die Arbeitsprozesse informieren.
- Die Interessenvertretung sollte sich aktiv im gesamten Prozess der Implementierung und der Nutzung der 4.0-Technologien mit der Un-

ternehmensführung austauschen und gemeinsame praktikable Gestaltungsmöglichkeiten finden.

- Die Interessenvertretung sollte sich überlegen, welche Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten bei der Integration der 4.0-Prozesse in welchen Bereichen für eine proaktive sichere und gesund-

²⁴ Georg et al. 2018, S. 371

heitsgerechte Arbeitsgestaltung erforderlich sind. Hier geben fast alle Umsetzungshilfen „Arbeit 4.0“ Gestaltungshinweise.

- Die Interessenvertretung sollte Kompetenzen aufbauen, um Kriterien für die Einschätzung der Chancen und Gefahren der 4.0-Technologien zu besitzen.
- Die Interessenvertretung sollte festlegen, von welchen Experten sie sich in Fragen der 4.0-Prozesse beraten und unterstützen lässt.
- Die Interessenvertretung sollte analysieren, ob und wie sich ihre Interventionsbereiche verändern.
 - › Werden in bestimmten Bereichen Arbeitsprozesse durch intelligente Software (inkl. KI)

gesteuert, sollte die Interessenvertretung die Offenlegung der Kriterien, nach denen die Software lernt und entscheidet, anstreben.

- › Werden die Arbeitssituationen flexibler und für die Interessenvertretungen intransparenter beziehungsweise werden die Interventionsbereiche diffuser und weniger eindeutig (zum Beispiel Crowdfunding, CPS-gesteuerte horizontale Wertschöpfungsketten über Betriebsgrenzen hinweg), sollte überlegt werden, wie die Eindeutigkeit der Interventionsbereiche wieder hergestellt werden kann. Dies sollte mit der Geschäftslei-

tung ausgehandelt werden.

- Die Interessenvertretung sollte überlegen, wie sie stärker Beratungsstrukturen nutzen kann, welche vorhandenen Handlungsempfehlungen oder Erfahrungsberichte sie verwenden sollte und wie sie auf Branchenebene Erfahrungsaustausche organisieren kann.
- Die Interessenvertretung sollte einen systematischen Plan entwickeln, wie und wann sie regelmäßig mit den Beschäftigten und der Unternehmensführung spricht, um mögliche Probleme im Zusammenhang mit den 4.0-Technologien frühzeitig zu erkennen.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- BetrVG – *Betriebsverfassungsgesetz*, 17.07.2017.
- Böhle, F. (2017). Subjektivierendes Handeln – Anstöße und Grundlagen. In F. Böhle (Hrsg.), *Arbeit als Subjektivierendes Handeln* (S. 3–34). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Böhle, S., & Busch, S. (2012). Von der Beseitigung und Ohnmacht zur Bewältigung und Nutzung. Neue Herausforderungen und Perspektiven im Umgang mit Ungewissheit. In F. Böhle & S. Busch (Hrsg.), *Management von Ungewissheit*. Bielefeld: transcript Verlag.
- Boes, A., & Löckle, A. (2016). Experimentierräume schaffen. In IG Metall (Hrsg.), *Beteiligung und Mitbestimmung in der digitalen Arbeitswelt* (S. 10–13). Frankfurt am Main: IG Metall.
- Cernavin, O. (2017). Betriebliche Prävention 4.0 – Der Mensch im Prozess der digitalen Arbeit. In W. Schröter (Hrsg.), *Autonomie des Menschen – Autonomie der Systeme* (S. 169–186). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.
- Dechmann, U., & Peter, G. (2012). Ansätze demokratischer Arbeit durch menschengerechte Arbeitsgestaltung und Gruppenarbeit. In W. Fricke & H. Wagner (Hrsg.), *Demokratisierung der Arbeit* (S. 183–201). Hamburg: VSA Verlag.
- Fuchs, T. (2012). Das Konzept Gute Arbeit und seine Potenziale für demokratische Arbeitsverhältnisse. In W. Fricke & H. Wagner (Hrsg.), *Demokratisierung der Arbeit* (S. 151–164). Hamburg: VSA Verlag.
- Frey, M. (2009). *Autonomie und Aneignung in der Arbeit*. München, Mering: Rainer Hampp Verlag.
- Georg, A., Katenkamp, O., & Guhlemann, K. (2017). *Digitalisierungsprozesse und das Handeln von Betriebsräten Strategien und Handlungsoptionen von Betriebsräten in der Arbeitswelt 4.0*. In Arbeit, Band: 26,2/2017, S. 251–274.
- Georg, A., Guhlemann, K., & Katenkamp, O. (2018). Interessenvertretungen und Beschäftigte in der digitalen Transformation. In O. Cernavin, W. Schröter & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 355–375). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Jerchel, K. (2015). Datenschutz und Persönlichkeitsrechte für Beschäftigte in der digitalisierten Welt. In ver.di (Hrsg.), *Gute Arbeit und Digitalisierung* (S. 40–47). Berlin: ver.di.
- Leimeister, J. M., Zogaj, S., Durward, D., & Blohm, I. (2015). Arbeit und IT: Crowdsourcing und Crowdwork als neue Arbeits- und beschäftigungsform. In ver.di (Hrsg.), *Gute Arbeit und Digitalisierung* (S. 66–79). Berlin: ver.di.
- Maschke, M., & Werner, N. (2015). *Arbeiten 4.0 – Diskurs und Praxis in Betriebsvereinbarungen*, Report Nr. 14, Oktober 2015, Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Oeder, K. (2017). Mitbestimmung 4.0 – Die Rolle der Betriebsräte in einer sich wandelnden Arbeitswelt. In Friedrich-Ebert-Stiftung. *Lebenswert arbeiten in NRW – das schafft gute Arbeit* (S. 36–37). Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Pfeiffer, S., Sauer, S., & Ritter, T. (2015). Belastungsmanagement mit agilen Methoden? In ver.di (Hrsg.), *Gute Arbeit und Digitalisierung* (S. 80–89). Berlin: ver.di.
- Pickshaus, K., & Urban, H. J. (2009). Gute Arbeit als Strategie – Perspektiven gewerkschaftlicher Arbeitspolitik. In L. Schröder & H. J. Urban (Hrsg.), *Gute Arbeit* (S. 95–112). Frankfurt am Main: Bund Verlag.
- Schröter, W. (2017). Selbstbestimmung zwischen „nachholender Digitalisierung“ und „autonomen Software-Systemen“. Wenn Betriebsräte „vorausschauende Arbeitsgestaltung“ erproben. In W. Schröter (Hrsg.), *Autonomie des Menschen – Autonomie der Systeme* (S. 187–255). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.
- ver.di (2016). Diskussionspapier: „Arbei-

ten 4.0“ *braucht gleichberechtigte Teilhabe! – Mehr Mitbestimmung und Demokratie in der digitalen Arbeitswelt*. Berlin: ver.di.
Wedde, P., & Spoo, S. (2015). Mitbestim-

mung in der digitalen Arbeitswelt. In ver.di (Hrsg.), *Gute Arbeit und Digitalisierung* (S. 30–39). Berlin: ver.di.
Westhoff, D. (2018). Gedanken zu Autonomieverschiebungen durch Informa-

tions- und kommunikationstechnologien. In T. Breyer-Mayländer (Hrsg.), *Das Streben nach Autonomie* (S. 67–79). Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.4 Autonome Softwaresysteme und Unternehmerverantwortung
- 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen
- 1.4.5 Lernformen 4.0
- 1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0.
- 2.1.1 Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen (Rahmenbedingungen)
- 2.1.3 Präventive Aspekte einer Restrukturierung bei 4.0-Prozessen
- 2.1.4 4.0-Prozesse und agiles kooperatives Change Management
- 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse
- 2.1.7 Kennzahlen und CPS
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS
- 2.4.3 Mobiles Arbeiten mit CPS
- 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)
- 2.4.5 CPS-gesteuerte horizontale Wertschöpfungsketten (smarte Wertschöpfungsprozesse)
- 2.6.3 Personalbeurteilung und CPS
- 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS
- 3.1.4 Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.2.5 Ambient Intelligence, Ambient Assisted Working
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)
- 4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse
- 4.1.2 Belastungs-Beanspruchungs-Konzept 4.0
- 4.1.3 Tracking und Worklogging

1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0



■ **Stichwörter:** Mitbestimmung, Betriebsrat, Interessenvertretung, Partizipation

> Warum ist das Thema wichtig?

Durch die Einführung von cyber-physischen Systemen (CPS)¹ verändern sich Arbeitsorganisation, Kooperationswege und die konkreten Arbeitsaufgaben der Beschäftigten. Die 4.0-Technologien² und die intelligente Software³ mit ihren Modellen

der künstlichen Intelligenz (KI) müssen effizient, gesundheitsgerecht und rechtskonform eingeführt und gegebenenfalls an bestehende Arbeitsbedingungen angepasst werden. Bei der Nutzung dieser Technologien sind je nach Inhalt, Ausgestaltung oder auch

Auswirkungen Mitwirkungs- oder Mitbestimmungsrechte zu beachten. Die Unternehmer, Führungskräfte und Betriebsräte werden sich mit der betrieblichen Umsetzung dieser neuen Systeme vertraut machen müssen.

Diese Umsetzungshilfe richtet sich an Unternehmer, Führungskräfte und Betriebsräte in Betrieben mit Betriebsrat. Die hier angesprochenen Inhalte von Vereinbarungen mit der Interessenvertretung können jedoch – angepasst – für alle Betriebe interessant sein.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Mitwirkung – Mitbestimmung

In Unternehmen mit Betriebsrat hat dieser Mitwirkungsrechte (Unterrichtungs- und Beratungsrechte) sowie Mitbestimmungsrechte.⁴

Zur Wahrnehmung der **Mitwirkungsrechte**⁵ hat der Arbeitgeber den Betriebsrat rechtzeitig zu informieren und sich mit ihm zu beraten, beispielsweise über die Planung

- von Neu-, Um- und Erweiterungsbauten von Fabrikations-, Verwaltungs- und sonstigen betrieblichen Räumen,
- von technischen Anlagen,
- von Arbeitsverfahren und Arbeitsabläufen,
- von Arbeitsplätzen,
- des Personalbedarfs.

Arbeitgeber und Betriebsrat sollten dabei die arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse über die menschengerechte Gestaltung der Arbeit berücksichtigen.

Mitbestimmungsrechte⁶ hat der Betriebsrat unter anderem in folgenden Angelegenheiten:

- Arbeitszeitgestaltung, Pausenregelung
- Regelungen über die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten sowie über den Gesundheitsschutz
- Betriebliche Lohngestaltung (wie Entlohnungsgrundsätze, -methoden)
- Grundsätze über das betriebliche Vorschlagswesen
- Grundsätze über die Durchführung

von Gruppenarbeit

- Personalfragebogen
- Personelle Einzelmaßnahmen, wie Einstellungen, Versetzungen, Umgruppierungen⁷
- Einführung und Anwendung von technischen Einrichtungen zur Verhaltens- oder Leistungskontrolle⁸

Insbesondere in kleineren Unternehmen ohne Betriebsrat können auch andere Möglichkeiten genutzt werden (wie Gespräche, Teamtreffen), um die Vorstellungen der Unternehmer, Führungskräfte und Beschäftigten untereinander abzustimmen.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁴ §§ 74 ff. BetrVG

⁵ §§ 81 ff. BetrVG

⁶ §§ 87 ff. BetrVG

⁷ § 99 BetrVG

⁸ § 87 BetrVG

Die digitalen Technologien und die Arbeit mit intelligenter Software (inkl. KI) können in Bereiche eingreifen, die Mitwirkungs- oder Mitbestimmungsrechten unterliegen. Dazu gehören zum Beispiel:

- Die Integration von 4.0-Technologien bei der Planung von Neu-, Um- und Erweiterungsbauten (zum Beispiel Klima, Beleuchtung, Temperatur) kann Aspekte der Gestaltung der Arbeitsstätte betreffen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.5 Ambient Intelligence, Ambient Assisted Working.*
- 4.0-Technologien können zur Verhütung von Arbeitsunfällen und Vermeidung von Berufskrankheiten genutzt werden, wie zum Beispiel zur Wirksamkeitskontrolle von Schutzmaßnahmen, die in der Gefährdungsbeurteilung festgelegt wurden, und zur Bestimmung der Gefahrstoffexpositionen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0.*
- Intelligente Software (inkl. KI) kann Arbeitsprozesse oder das Zusammenwirken von Technik und Personen ganz oder teilweise steuern beziehungsweise beeinflussen und das Verhalten oder die Leistung der Führungskräfte und Beschäftigten überwachen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI); 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse.*
- Der Umgang mit 4.0-Technologien mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) kann Weiterbildungsbedarf bei Führungskräften und Beschäftigten mit sich bringen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen.*
- Bei der Planung und Einführung von smarten Tools zum Personaleinsatz können Aspekte des Personalbedarfs, der Arbeitsformen (wie mobiler Arbeit), der Arbeitszeitgestaltung oder der Vereinbarkeit von Familie und Erwerbstätigkeit relevant werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes; 2.4.3 Mobiles*

Arbeiten mit CPS.

- Es können zunehmend Crowdworker und Soloselbstständige engagiert werden, die die Personalzusammensetzung und Arbeitsabläufe verändern können.
- Smarte verkettete Arbeitsmittel können individualisierte Daten über die Bedienpersonen erheben, die eine ergonomische Arbeitsgestaltung ermöglichen und die gleichzeitig zur Verhaltens- oder Leistungskontrolle genutzt werden können. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 3.1.4 Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie.*
- Die Qualität der Daten, die durch 4.0-Technologie erhoben und verarbeitet werden, kann unzureichend sein, sodass beispielsweise die Sicherheit und die Gesundheit bei der Arbeit (Arbeitsschutz) nicht ausreichend berücksichtigt werden (zum Beispiel unvollständige Daten, wodurch Zutrittsverbote nicht beachtet, Schutzeinrichtungen nicht sicher ausgelöst, Gefahrstoffkonzentration nicht erhoben werden). ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*
- Durch 4.0-Technologien (wie zum Beispiel Smartphones, smarte Arbeitsmittel und Räume, Fahrzeuge) können personenbezogene Daten erhoben werden. Diese können unter anderem für die Verbesserung der Arbeitsabläufe, der Dokumentation von Vorgängen, der Gesundheitsprävention und der Arbeitssicherheit genutzt werden. Der Umgang mit diesen personenbezogenen Daten im Betrieb ist mit den betroffenen Personen zu vereinbaren. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*
- 4.0-Technologien können auch dazu beitragen, dass Beschäftigtengruppen eingebunden werden, die bisher nicht integriert werden konnten (zum Beispiel durch Verwendung von Exoskeletten, Sprachassistenten). ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.5.2 Diversity in 4.0-Prozessen.*
- Über Tablets, Smartphones, Fahrzeuge oder smarte Räume können

Arbeits- und Ruhezeiten erfasst werden.⁹ ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.2 Smartphone, -watch, -glases.*

- 4.0-Technologien können Auswirkungen auf die Arbeits- und Organisationsabläufe im Betrieb sowie auf die Aufgaben von Führungskräften und Beschäftigten haben. Dies kann zu einer Restrukturierung im Betrieb führen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.3 Präventive Aspekte einer Restrukturierung bei 4.0-Prozessen.*
- Die zunehmende betriebsübergreifende Wertschöpfung bringt Formen der Arbeit und Kooperation auch über Betriebs- und Landesgrenzen hinweg mit sich, die zu neuen Arbeitsverfahren und Arbeitsabläufen führen können. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.4.5 CPS-gesteuerte horizontale Wertschöpfungsketten.*

Diese Bereiche der Mitwirkung und Mitbestimmung sollten vom Arbeitgeber und Betriebsrat berücksichtigt werden. Daher sollten gegebenenfalls entsprechende Vereinbarungen getroffen werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebs- und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.* Dies kann dazu beitragen, dass die Beteiligten die Integration der 4.0-Technologien eher akzeptieren und sie dann produktiv und gesundheitsgerecht eingesetzt werden kann.

Ein besonderer Aspekt der Mitwirkung und Mitbestimmung kann der Umgang mit personenbezogenen Daten sein. In der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) ist der Betriebsrat zwar nicht ausdrücklich erwähnt, er hat jedoch die Aufgabe, über die Umsetzung der geltenden Gesetze, die die Beschäftigten betreffen, zu wachen.¹⁰ Gleichzeitig fordert die DSGVO, dass der Umgang mit personenbezogenen Daten mit dem Betroffenen vereinbart wird, zum Beispiel auch über Betriebs- und Dienstvereinbarungen.¹¹ Beim Umgang mit 4.0-Technologien im Betrieb werden fast immer auch personenbezogene Daten erfasst und verarbeitet. Zu empfehlen

⁹ § 87 Abs. 1 Nr. 6 BetrVG

¹⁰ § 87 Abs. 1 Nr. 1 BetrVG

¹¹ als Ermächtigungsgrundlage

ist deswegen, den Umgang mit diesen Daten in einer Betriebsvereinbarung zwischen Arbeitgeber und Betriebsrat zu beschließen, damit der Betrieb nicht mit jedem einzelnen Beschäftigten den Umgang mit personenbezogenen Daten vereinbaren muss. Änderungs- und Anpassungsbedarf aufgrund der Einführung von 4.0-Technologien und des neuen Datenschutzrechtes besteht gegebenenfalls auch in bestehenden Betriebsvereinbarungen. Der Betriebsrat kann nicht eingreifen, wenn der Beschäftigte dem Arbeitgeber direkt die Nutzung seiner personenbezogenen Daten überlässt. Dann hat der Betriebsrat keine Mitbestimmungs- oder Mitwirkungsrechte.

Zunehmende Individualisierung und Mitbestimmung

Generell können die 4.0-Technologien mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) dazu beitragen, dass mehr individuelle Regelungen zur Arbeitsgestaltung vereinbart werden. Mit dieser möglicherweise stärker werdenden In-

dividualisierung und Flexibilisierung kann der Wunsch von Führungskräften und Beschäftigten wachsen, mehr Zeitsouveränität, Beteiligung und Gestaltungsmöglichkeiten am Arbeitsplatz realisieren zu können. Diese größere Heterogenität könnte es dem Betriebsrat erschweren, die Gesamtinteressen der Belegschaft zu vertreten. Dies kann die Art der Mitbestimmung beeinflussen (zum Beispiel Kombination von individueller Partizipation und kollektiver Mitbestimmung),¹² die gegebenenfalls neue Anforderungen an Unternehmer, Betriebsräte, Führungskräfte und Beschäftigte stellt.

Für die Mitwirkung und Mitbestimmung in 4.0-Prozessen kann dies zum Beispiel bedeuten:

- Eine stärkere Zusammenarbeit mit Technikgestaltern und IT-Spezialisten, um Probleme zu lösen.
- Proaktive und frühzeitige Mitgestaltung des Betriebsrates bei der Planung und Einführung von 4.0-Technologie, da nachträgliche Veränderungen an einmal instal-

lierten Systemen zunehmend komplizierter, intransparenter und aufwendiger werden.

- Kritische Reflexion der 4.0-Weiterbildungserfordernisse für die Unternehmer, Führungskräfte, Beschäftigten und Betriebsräte.
- Erfassen der gegebenenfalls veränderten Erwartungen aller Beteiligten und Entwicklung von Methoden und Formen, wie diese berücksichtigt werden können.

Für alle Beteiligten kann die Einrichtung von Experimentierphasen und -räumen hilfreich sein, in denen Führungskräfte und Beschäftigte gemeinsam zunächst Erfahrungen mit den 4.0-Technologien mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) sammeln und nach produktiven und gesundheitsgerechten Lösungen suchen. *➤ Siehe Umsetzungshilfe 2.1.4 4.0-Prozesse und agiles kooperatives Change Management.*

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Mitwirkung und Mitbestimmung bei der Gestaltung der 4.0-Technologien mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) – Vor- und Nachteile		Tabelle 1
Chancen/Beispiele	Gefahren/Beispiele	
Frühzeitige Berücksichtigung der Vorstellungen und Erfahrungen der Beschäftigten und des Betriebsrates	Erhöhter Aufwand durch zu späte Einbindung des Betriebsrates bei mitwirkungs- und mitbestimmungspflichtigen Fragen.	
Höhere Akzeptanz für die neuen 4.0-Technologien	Fehlende Akzeptanz der Einführung durch Beschäftigte und Betriebsrat	
Erhöhte Motivation durch Einbeziehung in die Gestaltungsprozesse und gegebenenfalls auch höhere Effizienz und Produktivität der 4.0-Prozesse	Gestaltungspotenziale können nicht genutzt werden	
Vermeidung von Konflikten	Konflikte mit der Interessenvertretung und blockierende Haltung	
Keine Verletzung des Betriebsverfassungsgesetzes	Verletzung des Betriebsverfassungsgesetzes	

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Unter anderem sollten folgende Aspekte der Mitwirkung und Mitbestimmung bei der Einführung von 4.0-Technologien berücksichtigt werden:¹³

- **Qualifizierung:** Der Betriebsrat beziehungsweise einzelne Mitglieder sollten Qualifikationen im Umgang mit 4.0-Technologien erwerben, um

ihre Aufgabe kompetent erfüllen zu können. Dabei auch Informationen im Web nutzen, wie beispielsweise Apps (etwa M4.0¹⁴).

¹² Oerder 2016; Urban 2016, S. 54

¹³ Biewer & Mühlberg 2013

¹⁴ <http://mitbestimmung4.de/app-m4-0/>

■ *Rechtzeitige, angemessene Information:* Der Betriebsrat sollte im Planungsstadium verständlich und hinreichend informiert werden. Dies soll sicherstellen, dass er Auswirkungen der 4.0-Technologien beurteilen und eventuell Gestaltungsalternativen vorschlagen kann. Für die Beurteilung relevante Informationen sind dabei unter anderem:

- › Ziele: Welche Ziele werden mit dem Einsatz der 4.0-Technologien verfolgt?
- › Einsatzbereich: Welche Prozesse und Arbeitsplätze sind direkt betroffen?
- › Vernetzte Prozesse: Welche weiteren, vor- oder nachgelagerten Prozesse werden von der intelligenten Software verarbeitet und welche Veränderungen können sich daraus für die Prozesse ergeben?
- › Leistungsmerkmale: Welche Inhalte und Funktionen hat das autonome technische System? Welche Schnittstellen zu anderen Systemen bestehen?
- › Auswirkungen: Wie verändern sich die Arbeitsinhalte, -abläufe und -organisation für die Beschäftigten durch die 4.0-Technologien?
- › Betroffene: Welche Beschäftigtengruppen betreffen die Ver-

änderungen? Haben diese die benötigten Kompetenzen? Geht dies mit Veränderungen der Anforderungs- oder Belastungsprofile der Arbeitsplätze einher?

- › Gefährdungen: Welche neuen Gefährdungen (physisch und psychisch) entstehen durch die 4.0-Technologie? Wird eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt?
- › Daten: Welche personenbezogenen Daten werden vom System erfasst und wie werden diese verarbeitet, wo gespeichert und wer kann darauf zugreifen? Wie wird Datenschutz gewährleistet?
- › Einführung: In welchen Schritten und in welchem Zeitraum ist die Einführung geplant? Ist eine Testphase mit einem Verbesserungsprozess eingeplant?

Betriebssichere 4.0-Technologie:

Welche Aspekte der Sicherheit und Gesundheit sind bei der Auswahl und Planung der 4.0-Technologie zu berücksichtigen? › *Siehe Umsetzungshilfe 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS.*

■ *Betriebsvereinbarung zum Umgang mit 4.0-Technologien:* Im Betrieb den produktiven, sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit den 4.0-Technologien sowie den Umgang mit personenbezogenen

Daten (Datenschutz) vereinbaren. Gegebenenfalls bestehende Betriebsvereinbarungen anpassen oder für die 4.0-Prozesse neu erstellen, wenn ein entsprechendes Mitbestimmungsrecht besteht.

› *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*

■ *Beschäftigtengerechter Einsatz der 4.0-Technologie:* Der Betriebsrat sollte die Einführung der 4.0-Technologie begleiten¹⁵ und darauf achten, dass die 4.0-Prozesse produktiv, sicher und gesundheitsgerecht ablaufen. Hierzu gehört zum Beispiel,

- › auf die Sicherstellung des Schutzes personenbezogener Daten der Beschäftigten zu achten,
- › auf ausreichende Unterweisung und Qualifizierung der Beschäftigten zu achten,
- › sich zu informieren, ob im laufenden Betrieb neue Belastungen aus den veränderten Arbeitsbedingungen auftreten oder ob bestehende Belastungen abgebaut werden oder sogar entfallen, und welche Schlüsse daraus zu ziehen sind,
- › Aspekte der Gebrauchstauglichkeit und Ergonomie der intelligenten Software zu beachten.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Baumann, H., & Bremer, W. (2016). *Betriebliche Mitbestimmung: eine Bestandsaufnahme*. In WSI Mitteilungen 3/2016, 160. https://www.boeckler.de/wsimit_2016_03_editorial.pdf. Zugegriffen: 30.05.2018.

Biewer, B., & Mühlberg, A. (2013). *Muster-Rahmenvereinbarung E-Government*. Band IV „eGovernment. Bausteine für Dienstvereinbarungen“. Berlin: ver.di.

BetrVG – *Betriebsverfassungsgesetz*, 17.07.2017.

Däubler, W. (2016). *Steigende Schutzdefizite im Arbeitsrecht?* In Industrielle Beziehungen 23/2, (S. 236–247).

Heiling, M., Hruska-Frank, S., Leitsmüller, H. & Schneller, H. (2016). *Mitbestimmung 4.0*. AK Policy Paper. http://www.renner-institut.at/fileadmin/user_upload/images_pdfs/themen/fokus_2017_zukunft_der_arbeit/AK_Policy_Paper_Nr.2_Mitbestimmung_4.0.pdf. Zugegriffen: 30.05.2018.

Oerder, K. (2016). *Mitbestimmung 4.0. Der Wandel der Arbeitswelt als Chan-*

ce für mehr Beteiligung. In Friedrich-Ebert-Stiftung, Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik (Hrsg.), *Wiso direkt*. 24. <http://library.fes.de/pdf-files/wiso/12799.pdf>. Zugegriffen: 30.05.2018.

Verdi (2016). *„Arbeiten 4.0“ braucht gleichberechtigte Teilhabe! Mehr Mitbestimmung und Demokratie in der digitalen Arbeitswelt*. Diskussionspapier Berlin (17.10.2016).

¹⁵ zum Beispiel entsprechend § 80 BetrVG

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen
- 1.5.2 Diversity in 4.0-Prozessen
- 2.1.3 Präventive Aspekte einer Restrukturierung bei 4.0-Prozessen
- 2.1.4 4.0-Prozesse und agiles kooperatives Change Management
- 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.4.3 Mobiles Arbeiten mit CPS
- 2.4.5 CPS-gesteuerte horizontale smarte Wertschöpfungsketten
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS
- 3.1.4 Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie
- 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses
- 3.2.5 Ambient Intelligence, Ambient Assisted Working

Umsetzungshilfen Arbeit 4.0

2. Arbeit 4.0: Organisation

2. Organisation > 2.1 Grundlagen der Organisation der smarten Arbeitswelt

2.1.1 Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen (Rahmenbedingungen)



■ **Stichwörter:** agile Organisation, Arbeitsgestaltung, Arbeitsorganisation, Komplexität, Management, Produktivität, Scrum, Unsicherheit

› Warum ist das Thema wichtig?

Die Integration der cyber-physischen Systeme (CPS)¹ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) in die Betriebsorganisation sollte so erfolgen, dass Führungskräfte und Beschäftigte durch sie unterstützt werden (optimal funktionierendes sozio-technisches System). Die Probleme

und die Chancen der 4.0-Prozesse² können besser bewältigt beziehungsweise genutzt werden, wenn die Führungskräfte und die Beschäftigten sich für die neuen 4.0-Technologien³ einsetzen. Dies wird dann eher gelingen, wenn die Betriebsorganisation so gestaltet wird, dass die Motivation ge-

fördert wird (optimal funktionierendes soziales System).⁴ Gefordert sind von den Betrieben Lern- und Innovationsfähigkeit, der aktive Umgang mit Ungewissheit sowie – als eine Grundlage – eine aktivierende und präventive Organisation der Prozesse.

Die cyber-physischen Systeme beeinflussen die Betriebsorganisation in zwei wesentlichen Bereichen:

■ **Aktivierende, präventive Organisation:** Die Betriebsorganisation sollte so gestaltet werden, dass die Führungskräfte und Beschäftigten die umfassenden Anforderungen und die Chancen der 4.0-Prozesse motiviert nutzen und somit alle Potenziale für die Integration der 4.0-Technologien genutzt werden

(optimal funktionierendes soziales System).

■ **Integration der intelligenten Software (inkl. KI) in die Organisation:** Die intelligente Software (inkl. KI) ist zielgerichtet und systematisch in die Organisationsprozesse zu integrieren, damit die 4.0-Technologien die Führungskräfte und Beschäftigten optimal unterstützt und die technischen Potenziale auch für eine wirkungsvolle Arbeitsge-

staltung genutzt werden können (optimal funktionierendes sozio-technisches System).

In beiden Bereichen spielen Sicherheit und Gesundheit, Zuverlässigkeit, Leistungsbereitschaft und Produktivität eine wesentliche Rolle.

In dieser Umsetzungshilfe geht es um das Thema aktivierende, präventive Organisation.

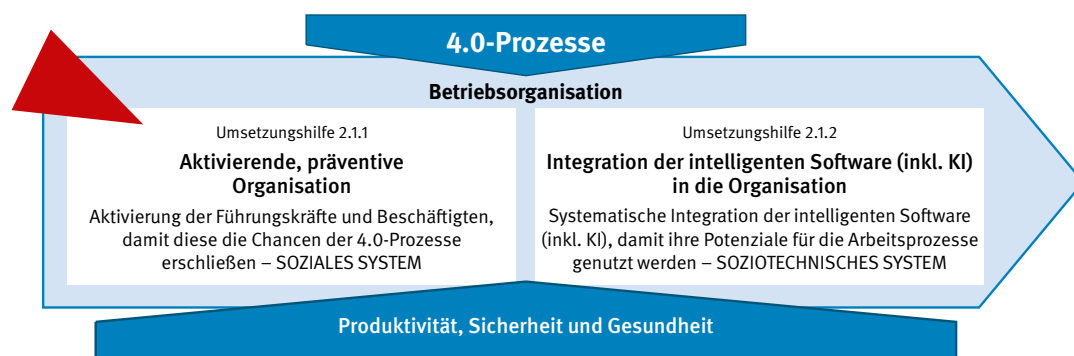


Abbildung 1: 4.0-Prozesse und Betriebsorganisation (eigene Darstellung)

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ vgl. u. a. Böhle 2011; Jost 2000; Rosenstiel 2007; Ulich 1994; Weick & Sutcliffe 2016

› Worum geht es bei dem Thema?

Allgemeiner Hinweis: CPS und Organisation

CPS bieten mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) für die Organisation des Betriebes Optionen in alle Richtungen (Treiber und Hemmnisse) und steigern die in sich widersprüchlichen Entwicklungen (Ambivalenzen) der Arbeitsentwicklung:

- Sie bieten einerseits das Potenzial für neue, flache Organisationsstrukturen sowie neue Unternehmens- und Arbeitskulturen. Sie können Wege zu einem intelligenten, an den Fähigkeiten der Führungskräfte und Beschäftigten orientierten Verständnis von Arbeitsqualität eröffnen (unter anderem qualitative Anreicherung, Selbstentfaltung, Förderung von

Gesundheitsressourcen, Prozessoptimierung, neue Arbeitsmodelle, Systeme, die sich ergonomisch an den Menschen anpassen). CPS können als offene Informationsbasis konfiguriert werden, auf deren Grundlage die Führungskräfte und Beschäftigten interaktiv unterstützt entscheiden.

- CPS können andererseits aber auch als restriktive, kontrollierende, fremdbestimmende Mikrosteuerung ausgelegt werden. Dies kann dazu führen, dass die Belastung und Beanspruchung weiter steigen. Auch kann dies zu einem neuen digitalen Taylorismus mit umfassender Standardisierung und kompletter Überwachung einzelner kleiner Arbeitsschritte beinahe in

Echtzeit führen (unter anderem Verlust an Handlungskompetenz, geringere Gestaltungsspielräume, Abbau von Gesundheitsressourcen, Anstieg der psychosozialen Belastungen).

Im 4.0-Diskurs entsteht oft der Eindruck, als ob eine agile und aktivierende Organisation quasi untrennbar mit CPS verbunden wäre. Das ist keinesfalls so, weil die intelligente Software⁵ (inkl. KI) auch das reine Gegenteil von einer aktivierenden und mitarbeiterorientierten Organisationsform bewirken kann. Eine agile Organisation ermöglicht auch kleinen und mittleren Betrieben, die 4.0-Prozesse wirkungsvoll zu integrieren und zu nutzen.

4.0-Prozesse: Komplexität, Unsicherheit, neue Chancen

Die 4.0-Prozesse stellen Betriebe vor neue Anforderungen, wie vor allem:

- Die Bewältigung der zunehmenden Komplexität der 4.0-Prozesse durch beispielsweise neue Datenvolumen, neue Lösungen intelligenter Software (inkl. KI), neue Technologien, neue Märkte, neue Vernetzungen von Handlungs- und Arbeitsabläufen (vertikal und horizontal), neue Formen der Einbindung von Kunden.
- Der *Umgang mit Unsicherheit*, da in der Regel nicht bekannt ist, wie diese neuen komplexen 4.0-Prozesse angegangen werden können, aber auch, da die Komplexität der Informationen und die Anonymität von Steuerungsprozessen verunsichert.
- Die *Nutzung der Chancen*, die diese Prozesse dem Betrieb bieten (wie zum Beispiel neue Produkte

und Dienstleistungen, neue Möglichkeiten menschengerechter Arbeitsgestaltung, neue Möglichkeiten von Kommunikation und Beteiligung).

Die 4.0-Prozesse können Betriebe wirkungsvoll bewältigen, wenn sie die Leistungsbereitschaft ihrer Beschäftigten aktivieren (humane Ressourcen) und eine Unternehmens- sowie Präventionskultur besitzen, die Lern- und Innovationsprozesse fördert.⁶ Nur so wird der Betrieb Unsicherheit und Komplexität der 4.0-Prozesse bewältigen und die Chancen nutzen, die die 4.0-Technologien bieten.

Diese Anforderungen stellen vor allem kleine und mittlere Betriebe vor Probleme, da sie geringere Potenziale und Rücklagen haben, um neue Wege ausprobieren zu können. Dazu kommt, dass die Auswirkungen des demografischen Wandels sie besonders treffen.

Aktivierende und präventive Organisationsform

Die steigende Komplexität und die damit verbundenen Unsicherheiten der 4.0-Prozesse können mit einer Betriebs- und Arbeitsorganisation, die die Führungskräfte und Beschäftigten aktiviert, besser bewältigt werden.

› *Siehe Umsetzungshilfe 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen.* Um die Potenziale der Organisation zu erkennen, hilft folgende Erkenntnis: Der Betrieb *ist ein soziales System*, das auf Kommunikation der Führungskräfte und Beschäftigten basiert und sich am Markt realisieren muss.⁷ Der Betrieb basiert auf formalen Regelungen (wie Verträgen, Anweisungen, Vereinbarungen) und informellen Wirkmechanismen (Rollen, Macht, Unternehmens- und Präventionskultur), die das Miteinander im Unternehmen, die Art der Arbeit, der Problemlösungen und der Konfliktregelung sowie die Lern- und Innovationsfähigkeit beeinflusst.

⁵ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁶ vgl. u. a. Argyris & Schön 1999; Böhle 2011; Bullinger et al. 2015; Gatermann & Fleck 2009, S. 111ff., 209ff.; Jost 2000; Rosenstiehl 2007, S. 374ff.; Sonntag & Stegmaier 2007

⁷ vgl. u. a. Baecker 1999a; Bleicher 1996; Luhmann 2000; Malik 1993; Malik 2000; Neuberger 2002; Steinmann & Schreyögg 2000; Staehle et al. 1994; Sydow 1985; Weick 1995

sen. Diese Elemente des sozialen Systems können so gestaltet sein, dass sie die Beschäftigten motivieren.

Mit welchen Organisationsformen können die Führungskräfte und Beschäftigten motiviert werden, die gewachsene Komplexität und die Unsicherheiten wirkungsvoll zu bewältigen und die Chancen der 4.0-Prozesse zu nutzen? Die Wissenschaft beschreibt und belegt durch Studien seit rund 30 Jahren einen Wandel von Organisationsformen, die am besten geeignet sind, Komplexität und Unsicherheit zu bewältigen. Diese Organisationsformen tragen mit dazu bei, die Leistungsbereitschaft von Führungskräften und Beschäftigten (humane Ressourcen) sowie die Unternehmens- und Präventionskultur (soziale Ressourcen) zu fördern.⁸ Studien zeigen aber auch, dass diese Organisationsformen das Arbeitsvermögen auch negativ beeinflussen können (wie „engagierte Selbstausbeutung“), wenn sie nicht präventiv gestaltet sind.⁹

Diese Organisationsformen ha-

ben unterschiedliche Bezeichnungen (zum Beispiel Kaizen, Total Quality Management, St. Galler Management-Modell, Liberation Management, postheroisches Management, fraktale Fabrik, ganzheitliches Management, systemisches Management). Alle diese Systeme unterscheiden sich im Einzelnen, folgen aber im Kern ähnlichen inhaltlichen Ansätzen. Im Wesentlichen soll mit ihnen folgender Wandel der Organisation eingeleitet werden:

- Von detailliert vorgebenden und kontrollierten („tayloristischen“) zu mehr eigenverantwortlichen und nachhaltig gesundheitsgerechten Prozessen
- Von hierarchischen zu netzwerkorientierten Organisationsformen
- Von zentralen zu selbstorganisierten und beteiligungsorientierten Strukturen
- Vom Kontrollieren und Überwachen der Beschäftigten zu lernenden Strukturen mit aktivierender Fehlerkultur

- Von korrektiven zu präventiven Strukturen

Die folgende Tabelle beschreibt wesentliche Aspekte, die nach dem Stand der Wissenschaft den Wandel der Organisation kennzeichnen. Mit der hier skizzierten aktivierenden (agilen) und präventiven Organisationsform können die Komplexität und die Unsicherheit der 4.0-Prozesse besser bewältigt und ihre Chancen genutzt werden.

Die Merkmale für Organisationen mit hoher Bewältigungskompetenz weisen darauf hin, dass gut funktionierende kleine Unternehmen aufgrund ihrer hohen sozialen Dichte, der Nähe der Unternehmensleitung zu den Beschäftigten und der Nähe von vielen Beschäftigten zu den Kunden grundsätzlich Vorteile haben können, um die digitale Transformation zu bewältigen. Studien belegen, dass gute kleine Unternehmen im Bereich der kleinen und schrittweisen Innovationen eine hohe Innovationsfähigkeit besitzen.¹⁰

Aktivierende, agile und präventive Organisationsform: Bewältigungskompetenz im Umgang mit 4.0-Prozessen ¹¹		Tabelle 1
Beispiele für Merkmale		
„Klassische“ Organisationsform Geringere Bewältigungskompetenz	⇒	Aktivierende und präventive Organisationsform Höhere Bewältigungskompetenz
Linear-kausale Ansätze	⇒	Systemische Ansätze
Hierarchisch strukturiert (führungsorientiert)	⇒	Netzwerk- und teamorientiert (kooperationsorientiert)
Statische Strukturen, Abhängigkeit	⇒	Lernende, flexible Strukturen, relative Unabhängigkeit
Tayloristisch-fordistische Strukturen	⇒	Selbstorganisierte und selbstgesteuerte Strukturen
Leitbild des arbeitenden, dienenden Menschen	⇒	Leitbild des arbeitenden, lernenden Menschen; Vielfalt als angestrebtes Ziel
Detaillierte Vorgaben, Zielsetzungen und Anweisungen zur Umsetzung von Arbeitsaufgaben (geringe Durchschaubar-/ Gestaltbarkeit)	⇒	Klare Vorgaben und Zielsetzungen bei größtmöglichem Spielraum für Umsetzung von Arbeitsaufgaben (hohe Durchschaubar-/ Gestaltbarkeit)
Detaillierter Masterplan für die Arbeitsprozesse. Starrer Plan von Experten entwickelt	⇒	Flexible, selbst gestaltete Planung und Anpassung der Abläufe zur Produkt-/Dienstleistungsrealisierung. Flexibler Plan unter Einbeziehung aller Beteiligten

⁸ vgl. u. a. Baecker 1994; Badura et al. 2008, 2016; Böhle & Busch 2012; Goete 2013; Hohenberg & Spörrle 2013; Jost 2000; Rosenstiehl 2007; Stengel 1997; Sonntag & Stegmaier 2007; Ulich 1994, S. 141ff., 247ff.; Warnecke 1993

⁹ vgl. u. a. Georg et al. 2015; Kastner 2009; Pfeiffer 2004; Pfeiffer et al. 2015; Pongartz & Voss 2003

¹⁰ vgl. u. a. Cernavin & Mangold 2013; Maaß & Führmann 2012

¹¹ vgl. u. a. Argyris & Schön 1999; Baecker 1994; Baecker 1999b; Bullinger 1996; Goll & Hommel 2015; Grote 2009; Grote 2015; Luczak et al. 2001; Malik 2000; Malik 2007; Offensive Mittelstand 2016; Picot et al. 1996; Preußig 2015; Reiß et al. 1997; Rosenstiehl 2007; Schreyögg 1998; Warnecke 1993; Weick & Sutcliffe 2016; Wirdemann 2009

Aktivierende, agile und präventive Organisationsform: Bewältigungskompetenz im Umgang mit 4.0-Prozessen ¹¹		Tabelle 1
Beispiele für Merkmale		
„Klassische“ Organisationsform Geringere Bewältigungskompetenz	⇒	Aktivierende und präventive Organisationsform Höhere Bewältigungskompetenz
Motivation durch Bezahlung	⇒	Motivation durch Vergütungsgestaltung und Aufgabenorientierung
Technikdominanz und Intransparenz – zum Beispiel Umsetzung vorgegebener technischer Abläufe	⇒	Prozesstransparenz – zum Beispiel Durchschaubarkeit und Kontrollierbarkeit von intelligenter Software (inkl. KI)
Enge Vorgaben für Arbeitsgruppen	⇒	Teilautonomie der Arbeitsgruppen
Korrektive Ansätze; handeln, wenn etwas passiert ist	⇒	Präventiv vorausdenkend, Risiken vorausschauend analysieren und entsprechend handeln
Detaillierte, zentrale Planung	⇒	Zielvorgaben für situatives Handeln
Reglementierung operativer Handlungen	⇒	Förderung operativer Handlungen durch größtmögliche Entscheidungsspielräume
Handeln der Beschäftigten als Umsetzen der detaillierten Vorgaben	⇒	Förderung eigenständigen Handelns und von Selbst- sowie Eigenverantwortung im Rahmen der Vorgaben
Kontrolle als Überwachung	⇒	Kontrolle als gemeinsames Suchen nach Verbesserungen
Störungen und Fehler als zu vermeidendes Ereignis	⇒	Störungen und Fehler als Gelegenheit zum Lernen und zum Kompetenzerwerb
Arbeitsplatz und Arbeitsumgebung nach Kriterien der Vorschriften	⇒	Arbeitsplatz und Arbeitsumgebung nach Kriterien der Aktivierung der Beschäftigten
Personaleinsatz nach Effektivität und Effizienz	⇒	Personaleinsatz nach Kriterien der Gesundheit und Produktivität sowie nach der individuellen Situation
Starre Arbeitszeitregelungen	⇒	Flexible, bedarfsorientierte und gesundheitsgerechte Arbeitszeitregelungen
Übergabe des fertigen Produktes an den Kunden	⇒	Kontinuierliche Einbindung und Abstimmung mit dem Kunden

Agile Organisation – Scrum

In der Diskussion über eine wirkungsvolle Organisation zur Bewältigung der 4.0-Prozesse spielen momentan Begriffe wie „agile Organisation“, „agiles Management“ oder „Scrum“ eine Rolle. Diese Konzepte haben – wie alle Organisationskonzepte – Besonderheiten im Detail, folgen aber ansonsten den oben genannten Gestaltungsprinzipien aktivierender und präventiver Organisation¹² und gehen auf die Grundprinzipien zurück, die Beck¹³ und andere Autoren im „Agilen Manifest“ entwickelt haben. Die Grundidee ist, dass die Anforderungen der Kunden und der Umwelt komplex sind und sich ständig ändern und deswegen zur Bewältigung kein starrer Plan entwickelt wird, sondern die Arbeitsaufgaben durch selbstständig entscheidende und handelnde Teams ständig an die neuen Bedingungen angepasst werden. Das Agile Manifest beschreibt entsprechend folgende Grundsätze:¹⁴

■ Menschen und deren Zusammenwirken sind wichtiger als Prozesse

und Werkzeuge.

- Ein funktionierendes Produkt ist wichtiger als umfassende Dokumentation.
- Die Zusammenarbeit mit dem Kunden ist wichtiger als Vertragsverhandlungen.
- Die Reaktion auf Veränderung ist wichtiger als das Befolgen eines Plans.

Daraus resultieren sich selbstorganisierende Entwicklungsteams, kurze Kommunikationswege, eine offene

¹² Sharma 2014

¹³ Beck et al. 2001

¹⁴ vgl. u. a. Beck et al. 2001; Preußig 2015, S. 16

Kultur des Informationsaustausches und der Transparenz, Vorgehen in kleinen Schritten mit festen Zeitrahmen und ständiger Abstimmung (intern sowie mit Kunden und Zulieferern), regelmäßige Überprüfung der Prozesse und Methoden sowie eine entsprechende flexible Anpassung. Veränderung und Anpassung werden somit zu einer ständigen präventiven Aufgabe.

Ein agiles Team hat drei verschiedene Rollen:

- Der *Product Owner* (Führungskraft), der dafür verantwortlich ist, dass ein erfolgreiches Produkt erstellt wird, und der den wirtschaftlichen Erfolg verantwortet. Nach dem Agilen Manifest besitzt der Product Owner keine Weisungsbefugnis gegenüber dem Team, nach der aktuellen Literatur¹⁵ und in der praktischen Umsetzung jedoch oft schon.
- Das *Entwicklungsteam* (Arbeitsgruppe), das das Produkt erarbeiten und liefern muss und keine Vorgesetzten haben sollte („Alle für einen, einer für alle“).
- Den *Scrum Master* (Coach), der dafür sorgt, dass die Regeln eingehalten werden, der das Entwicklungsteam unterstützt, Hindernis-

se beseitigt, fehlende Ressourcen beschafft, für eine gute Gruppendynamik im Team und für einen optimalen Arbeitsprozess sorgt. Der Scrum Master hat eine Führungsrolle ohne Weisungsbefugnisse. Um den agilen Prozess zu organisieren, gibt es beispielsweise ein Taskboard, auf dem die Aufgaben visualisiert werden, kurze Tagesbesprechungen im Stehen und viele andere agile Techniken.¹⁶

Internes Crowdworking

Hilfreich für eine agile Organisation oder ein agiles Team kann das interne oder externe Crowdworking sein ▶ siehe *Umsetzungshilfe 2.6.4 Einsatz von externem Crowdworking* – im Folgenden geht es nur um internes Crowdworking.

Beim internen Crowdworking können angestellte Beschäftigte mit Formen des Crowdworking flexibel und agil eingesetzt werden. Beim internen Crowdworking erfolgt die Vergabe von Arbeitsaufträgen auf einer intra- oder internetbasierten organisationsinternen Plattform. Generell können zahlreiche Wertschöpfungsaktivitäten in die Crowd ausgelagert werden, etwa zur Entwicklung von (Problem-)Lösun-

gen, Ideen, Designs und Konzepten (Crowdcreation), für spezielle Arbeitsaufgaben oder für Bewertungszwecke (Crowdvoting). Bei der Arbeitsgestaltung des internen Crowdworking sind die bestehenden Hinweise zum mobilen Arbeiten beziehungsweise zum Homeoffice (Telearbeit)¹⁷, die Hinweise zum Führen auf Distanz sowie die Einbindung der Arbeitnehmervertretung zu berücksichtigen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams*. Der Arbeitgeber muss auch beim internen Crowdworking seinen Schutzpflichten gerecht werden, indem er organisatorische Maßnahmen trifft und seinen Beschäftigten klare Verhaltensanweisungen gibt – zum Beispiel zum sicheren und gesundheitsgerechten Arbeiten, zur Datensicherheit, zum Datenschutz.¹⁸ In der Praxis wird das unternehmensinterne Crowdworking überwiegend zur Entwicklung neuartiger oder Optimierung bestehender Produkte und Dienstleistungen genutzt, aber zunehmend auch als Arbeitsform in der agilen Organisationsgestaltung (siehe vorhergehenden Absatz „Agile Organisation – Scrum“).

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Ein Betrieb wird die Potenziale der digitalen Transformation kaum nutzen können, wenn er nicht alle Führungskräfte und Beschäftigten für die Bewältigung der 4.0-Prozesse aktiviert und

keine aktivierende Unternehmens- sowie Präventionskultur besitzt. Die Organisationsform des Betriebes entscheidet mit darüber, wie die Anforderungen bewältigt und die Chancen der

4.0-Prozesse genutzt werden können (organisationale Resilienz, Lern- und Innovationsfähigkeit).

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

- Kleine und mittlere Unternehmen sollten ihren Betrieb und ihre Abläufe so organisieren, dass ihre Führungskräfte und Beschäftigten bereit sind, sich engagiert an der Integration von 4.0-Technologien und 4.0-Prozessen zu beteiligen.
- Eine aktivierende und präventive Organisationsform hilft dabei und steigert gleichzeitig die Arbeitszufriedenheit, die Produktivität und

- die Arbeitgeberattraktivität des Betriebes. Aus diesem Grund sollten Betriebe analysieren, welche Verbesserungen ihrer Organisation sie angehen können, um die Potenziale der 4.0-Prozesse möglichst optimal zu nutzen.
- Zu berücksichtigen ist, dass eine Reorganisation des Betriebes nicht auf Knopfdruck erfolgen kann und oft ein Umdenken bei Führungs-

kräften und Beschäftigten erfordert. Reorganisationsprozesse sind in der Regel mit einem Kulturwandel im Betrieb verbunden. Dies kann nur in längeren Zeiträumen erreicht werden, wenn die Änderungen gemeinsam mit allen Beteiligten vorgenommen beziehungsweise kontinuierlich kommuniziert und begründet werden.

- Vorsichtig sollten Betriebe sein,

¹⁵ vgl. u. a. Beck et al. 2001; Goll & Hommel 2015; Preußig 2015; Wirdemann 2009

¹⁶ vgl. u. a. Goll & Hommel 2015; Preußig 2015; Wirdemann 2009

¹⁷ vgl. u. a. Prümper et al. 2016; VBG 2018a; VBG 2018b

¹⁸ vgl. u. a. Deutscher Bundestag 2017

wenn ihnen Berater vorgefertigte Organisationskonzepte komplett überstülpen wollen. Die Entwicklung sollte organisch sein sowie zum Betrieb und seinen Menschen passen. Die oben beschriebenen Merkmale einer aktivierenden und präventiven Organisationsform können dabei

eine Orientierung sein.

■ Kleine und mittlere Unternehmen müssen zunächst selbst herausfinden, wo sie Verbesserungspotenziale in ihrer Organisation haben, wie sie ihre Organisation konkret verbessern und agiler sowie präventiver gestalten können und

wie sie die Organisation auf die Einführung cyber-physischer Systeme vorbereiten. Hierfür sind der Selbstbewertungscheck „Arbeit 4.0“ sowie der INQA-Unternehmenscheck „Guter Mittelstand“ geeignet.¹⁹

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Argyris, C., & Schön, D. A. (1999). *Die lernende Organisation*. Stuttgart: Klett-Cotta Verlag.
- Badura, B., Greiner, W., Rixgens, P., Ueberle, M., & Behr, M. (2008). *Sozialkapital*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Baecker, D. (1994). *Postheroisches Management*, Berlin: Merve Verlag.
- Baecker, D. (1999a). *Organisation als System*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Baecker, D. (1999b). *Die Form des Unternehmens*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Beck, K., Grenning, J., Martin, R. C., Beedle, M., Highsmith, J., Mellor, S., ... Thomas, D. (2001). *Manifest für Agile Softwareentwicklung*: <http://agilemanifesto.org>. Zugegriffen: 06.09.2018.
- Bleicher, K. (1996). *Das Konzept integrierter Managements – Das St. Gallener Management-Konzept* (4. Aufl.). Frankfurt am Main, New York: Campus Verlag.
- Böhle, F. (2011). Management der Ungewissheit. In S. Jeschke, I. Isenhardt, F. Hees, & S. Trantow (Hrsg.), *Enabling Innovation* (S. 17–30). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Böhle, F. & Busch S. (Hrsg.) (2012). *Management von Ungewissheit*, Bielefeld: transcript Verlag.
- Bullinger, A.C., Hallensleben, T., & Roscher, C. (2015). Innovationsfähigkeit als personale Kompetenz. In A. C. Bullinger, O. Cernavin, D. Richter, & S. Schmicker (Hrsg.), *Innovationspotenziale im demografischen Wandel* (S. 114–132). München und Mering: Rainer Hampp Verlag.
- Bullinger, H.-J. (Hrsg.). (1996). *Lernende Organisation*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Cernavin, O., & Mangold, K. (2013). Innovationsfähigkeit kleiner Unternehmen. In S. Jeschke, A. Richert, F. Hees & C. Joß (Hrsg.), *Innovationsfähigkeit im demografischen Wandel* (S. 209–222). Frankfurt, New York: Campus Verlag.
- Deutscher Bundestag (2017). *Telearbeit und Mobiles Arbeiten – Voraussetzungen, Merkmale und rechtliche Rahmenbedingungen*. Wissenschaftlicher Dienst: WD 6-3000-149/16. Berlin: Deutscher Bundestag.
- Gatermann, I., & Fleck, M. (Hrsg.). (2009). *Innovationsfähigkeit sichert Zukunft*. Berlin: Duncker & Humblot.
- Georg, A., Peter, G., Dechmann, U., Katenkamp, O., Meyn, C., & Peter, A. (2015). *SelbstWertGefühl – Psychosoziale Belastungen in Change-Management-Prozessen*. Hamburg: VSA Verlag.
- Goete, J. (2013). Resilienz und Effizienz – Architektur für nachhaltigen Unternehmenserfolg. In M. Landes, & E. Steiner (Hrsg.), *Psychologie der Wirtschaft* (S. 801–822). Wiesbaden: Springer VS.
- Goll, J., & Hommel, D. (2015). *Mit Scrum zum gewünschten System*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Grote, G. (2015). Gestaltungsansätze für das komplementäre Zusammenwirken von Mensch und Technik in Industrie 4.0. In H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann, & J. Niehaus (Hrsg.), *Digitalisierung industrieller Arbeit* (S. 131–146). Baden-Baden: Nomos Verlag.
- Grote, G. (2009). Die Grenzen der Kontrollierbarkeit komplexer Systeme. In J. Weyer, & I. Schulz-Schaeffer (Hrsg.), *Management komplexer Systeme* (S. 149–168). München: Oldenbourg Verlag.
- Hohenberg, C., & Spörrle, M. (2013). Motivation und motivationsnahe Phänomene im Kontext wirtschaftlichen Handelns. In M. Landes & E. Steiner (Hrsg.), *Psychologie der Wirtschaft* (S. 103–121). Wiesbaden: Springer VS.
- Jost, P.-J. (2000). *Organisation und Motivation*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Kastner, M. (2009). *Psychosoziale Herausforderungen der modernen Arbeitswelt aus Sicht der Organisationen*. Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Umweltmedizin. Arbeitsmedizinische Praxis 44 (10), S. 544–548.
- Luczak, H., Cernavin, O., Scheuch, K., & Sonntag, K. (2001). *Forum Arbeitsschutz Bilanz und Zukunftsperspektiven des Forschungsfeldes*. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- Luhmann, N. (2000). *Organisation und Entscheidung*. Opladen, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Maaß, F., & Führmann, B. (2012). *Innovationsfähigkeit im Mittelstand – Messung und Bewertung*, IfM-Materialien Nr. 212. Bonn: Institut für Mittelstandsforschung Bonn.
- Malik, F. (2007). *Management*. Frankfurt am Main, New York: Campus Verlag.
- Malik, F. (2000). *Strategie des Managements komplexer Systeme*. Bern, Stuttgart, Wien: Verlag Paul Haupt.
- Malik, F. (1993). *Systemisches Management, Evolution, Selbstorganisation*. Wien: Verlag Paul Haupt.
- Neuberger, O. (2002). *Führen und führen lassen*. Stuttgart: Lucius & Lucius.
- Offensive Mittelstand (2016). *INQA-Unternehmenscheck Guter Mittelstand – Erfolg ist kein Zufall – Wie lassen sich Arbeitsgestaltung und Organisation verbessern?* Hannover: Offensive Mittelstand.
- Pfeiffer, S. (2004). *Arbeitsvermögen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Pfeiffer, S., Sauer, S., & Ritter, T. (2015).

¹⁹ www.offensive-mittelstand.de

- Belastungsmanagement mit agilen Methoden. In ver.di – Vereinigte Dienstleistungsgewerkschaft (Hrsg.), *Gute Arbeit und Digitalisierung* (S. 80–89). Berlin: ver.di.
- Picot, A., Reichwald, R., & Wigand, R. T. (1996). *Die grenzenlose Unternehmung*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Pongartz, H. J., & Voß, G. G. (2003). *Arbeitskraftunternehmer*. Berlin: edition sigma.
- Preußig, J. (2015). *Agiles Projektmanagement*. Freiburg: Haufe Verlag.
- Prümper, J., Lorenz, C., Hornung S., & Becker, M. (2016). „*Mobiles Arbeiten*“ – *Kompetenzen und Arbeitssysteme entwickeln*. Frankfurt: Deutsche Gesellschaft für Personalführung e.V.
- Reiß, M., von Rosenstiehl, L., & Lanz, A. (Hrsg.). (1997). *Change Management*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- von Rosenstiehl, L. (2007). *Grundlagen der Organisationspsychologie*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Schreyögg, G. (1998). *Organisation – Grundlagen moderner Organisationsgestaltung* (7. Aufl.). Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Sharma, J. (2014). *Scrum und das Standardmodell wirksamen Managements nach Malik*. Stuttgart: ibidem-Verlag.
- Sonntag, K., & Stegmaier, R. (2007). *Arbeitsorientiertes Lernen*. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Staehele, W. H., Conrad, P., & Sydow, J. (1994). *Management* (7. Aufl.). München: Verlag Franz Vahlen.
- Steinmann, H., & Schreyögg, G. (2000). *Management. Grundlagen der Unternehmensführung*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Stengel, M. (1997). *Psychologie der Arbeit*. Weinheim: Beltz Verlag.
- Sydow, J. (1985). *Der soziotechnische Ansatz der Arbeits- und Organisationsgestaltung*. Frankfurt am Main, New York: Campus Verlag.
- Ulich, E. (1994). *Arbeitspsychologie* (3. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- VBG (2018a). *Mobil arbeiten mit Notebook & Co. – Tipps für die Arbeit unterwegs*. Hamburg: Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG).
- VBG (2018b). *Telearbeit – Gesundheit, Gestaltung, Recht*. Hamburg: Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG).
- Warnecke, H.-J. (1993). *Die Fraktale Fabrik*, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Weick, K. E. (1995). *Der Prozess des Organisierens*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Weick, K. E., & Sutcliffe, K. M. (2016). *Das Unerwartete managen* (3. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Wirdemann, R. (2009). *Scrum*. München: Hanser Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation
- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse
- 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams
- 1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen
- 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0
- 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse
- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS
- 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)

2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation

■ **Stichwörter:** Anwendungsbereiche, Beschaffung, Handlungsträgerschaft, Planung autonomer Systeme, Umgang mit Daten

> Warum ist das Thema wichtig?

Die 4.0-Technologien¹ und intelligente Software² mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) ziehen sukzessive in die betrieblichen Abläufe ein: über smarte Arbeitsmittel, Apps, über Sensorik bei der Sanierung der Räume und über die Nutzung von

Clouds. Um diesen Prozess wirkungsvoll, produktiv und gesundheitsgerecht gestalten zu können, sollten Betriebe die Potenziale der cyber-physischen System (CPS)³ gezielt und systematisch nutzen. Dabei sollten die Möglichkeiten der intelligenten

Software (inkl. KI), die Schritte ihrer Einsatzplanung, des Umgangs mit den Daten, ihrer Beschaffung und der konkreten Einführung bekannt sein und berücksichtigt werden.

Die cyber-physischen Systeme beeinflussen die Betriebsorganisation in zwei wesentlichen Bereichen:

■ **Aktivierende, präventive Organisation:** Die Betriebsorganisation sollte so gestaltet werden, dass die Führungskräfte und Beschäftigten die umfassenden Anforderungen und die Chancen der 4.0-Prozesse⁴ motiviert nutzen und somit alle Potenziale für die Integration der 4.0-Technologien genutzt werden

(optimal funktionierendes soziales System).

■ **Integration der intelligenten Software (inkl. KI) in die Organisation:** Die intelligente Software (inkl. KI) ist zielgerichtet und systematisch in die Organisationsprozesse zu integrieren, damit die 4.0-Technologien die Führungskräfte und Beschäftigten optimal unterstützt und die technischen Potenziale auch für eine wirkungsvolle Arbeitsge-

staltung genutzt werden können (optimal funktionierendes soziotechnisches System).

In beiden Bereichen spielen Sicherheit und Gesundheit, Zuverlässigkeit, Leistungsbereitschaft und Produktivität eine wesentliche Rolle.

In dieser Umsetzungshilfe geht es um das Thema Integration der intelligenten Software (inkl. KI) in die Organisation.

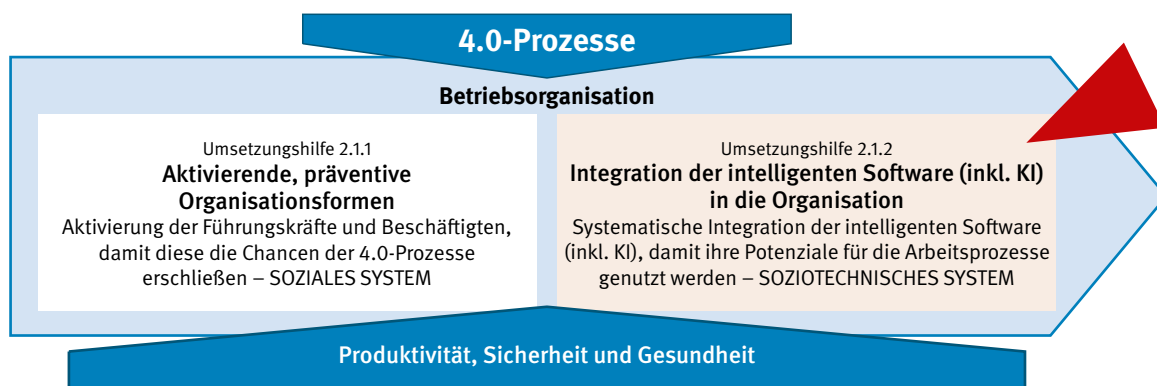


Abbildung 1: 4.0-Prozesse und Betriebsorganisation (eigene Darstellung)

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

⁴ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

› Worum geht es bei dem Thema?

Die 4.0-Prozesse etablieren sich im Arbeitsalltag nicht revolutionär, sondern evolutionär. Sie „schleichen“ sich sukzessive in den Betriebsalltag ein und reichern vorhandene Prozesse an. Viele neue Arbeitsmittel, jedes Fahrzeug, zahlreiche Produkte und Arbeitsstoffe, die beschafft werden, sind „smart“. Sie besitzen zum Beispiel Sensoren, über die sie Daten produzieren, beziehungsweise Aktoren, mit denen sie in realen Prozessen interagieren. Zudem sind diese smarten Dinge kommunikationsfähig (zum Beispiel via Bluetooth, WLAN, NFC), wodurch sie sich untereinander vernetzen oder in bestehende Infrastrukturen integrieren lassen. So wie wir uns in jüngster Vergangenheit Kenntnisse im Umgang mit unserem Smartphone angeeignet haben, um es sicher zu handhaben, so werden wir mit jedem neuen smarten Ding lernen, es zu bedienen und zu benutzen. Wir bilden uns somit Schritt für Schritt im Alltag fort, um mit den neuen 4.0-Prozessen umgehen zu können. Es entsteht eine neue Form des Zusammenspiels von Menschen und Technik, eine neue Qualität des soziotechnischen Systems.

Auf diesem mehr oder weniger intuitiven Learning-on-the-Job-Weg ist der Mensch eher ein Getriebener, der versucht, das Notwendigste zu beherrschen. Hier lassen sich Parallelen zum Umgang mit dem Smartphone erkennen, das viele von uns zwar bedienen können, von dem aber nur wenige Prozent die Möglichkeiten kennen und nutzen. Potenziale der Verwendung werden so verschenkt, was im Privaten weniger ein Problem darstellt. Einem Betrieb, der sich hingegen aller Ressourcen zur Umsetzung seiner Strategie bedienen muss, um wettbewerbsfähig zu bleiben, ist ein solcher intuitiver und geradezu verschwenderischer Umgang mit den Potenzialen smarterer Dinge und Prozesse nicht zu empfehlen. Ein wettbewerbsorientierter Betrieb, der sich schnell den Marktveränderungen anpassen muss,

sollte die 4.0-Technologien systematisch nutzen.

Die Grundfunktionen der autonomen technischen Systeme

Bei der Einführung autonomer technischer Systeme hilft es, sich die drei wesentlichen Grundfunktionen cyber-physischer Systeme vor Augen zu halten – *siehe Abbildung 2*:⁵

1. Funktion: Datenerfassung und Weiterleitung über Sensoren sowie Verwaltungsprogramme (Internet der Dinge):

Jedes „Ding“ aus der betrieblichen Umgebung erfasst über Sensoren Daten und kann über das integrierte Verwaltungsprogramm (Verwaltungsschale) diese Daten weiterleiten. Damit repräsentieren diese Daten das „Ding“ im Internet. Diese „Dinge“ können Arbeitsmittel, Arbeitsstoffe, Fahrzeuge, Gebäude und Assistenzsysteme (zum Beispiel Smartphones, Tablets), aber auch Menschen und Prozesse im Betrieb sein.

2. Funktion: Die Daten werden im Internet gesammelt und stehen dort zur Verfügung (Big Data):

Die Daten der Dinge werden auf Plattformen und Clouds gesammelt, gespeichert und stehen für weitere Anwendungen zur Verfügung. Diese Plattformen und Clouds können öffentlich oder nur betriebliche Anwendungen sein.

› *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.3 Plattformökonomie.*

3. Funktion: Die Daten werden von autonomer und selbstlernender intelligenter Software (inkl. KI) für spezifische Anwendungen genutzt:

Autonome und selbstlernende intelligente Software (inkl. KI) nutzt die zur Verfügung stehenden Daten für konkrete Anwendungen (zum Beispiel [Teil-]Steuerung oder Wartung eines Arbeitsmittels, [Teil-]Steuerung von Arbeitsprozessen, Profiling von Personendaten). Die

intelligente Software (inkl. KI) steuert ganz oder teilweise die Dinge und (Teil-)Prozesse über Aktoren oder über technische Assistenzsysteme wie auch Smartphones, Smartglasses oder Tablets. Damit nimmt Technik (intelligente Software [inkl. KI]) eine aktive Rolle ein und kann teilweise oder ganz die Handlungsträgerschaft übernehmen (zum Beispiel beim autonomen Fahren, beim [Teil-]Steuern von Arbeitsabläufen). In der Regel ist die intelligente Steuerungssoftware (inkl. KI) Bestandteil von Clouds.

Anwendungsbereiche

Wer systematisch autonome technische Systeme für seine betrieblichen Abläufe nutzen will, sollte zunächst überlegen, um welchen Anwendungsbereich es geht:

- *Insellösungen, Teilkomponenten und Teilprozesse* – zum Beispiel die Nutzung der Daten von einzelnen Arbeitsplätzen, Arbeitsmitteln, Räumen, Produkten, Teilen von Anlagen

- *Verkettete Prozesse und Gesamtsystemlösungen* – zum Beispiel die Nutzung der Daten einer kompletten Prozessorganisation, von verketteten Arbeitsmitteln, einer gesamten Wertschöpfungskette, eines Planungssystems für den Personaleinsatz

Für beide Anwendungsbereiche können geschlossene Anwendungen, auf die nur der Betrieb Zugriff hat, oder offene Anwendungen (zum Beispiel Business Clouds) genutzt werden.

Bei der Einführung von intelligenter Software (inkl. KI) sollte auch geprüft werden, ob Open-Source-Software (OSS)⁶ verwendet werden kann. Für den Betrieb bringt sie Vor- und Nachteile mit sich.⁷ Vorteile sind unter anderem offene Standards (Kompatibilität mit anderen Softwarelösungen und

⁵ Bischoff 2015, S. 75f.; Büttner & Brück 2016, S. 131; Cernavin & Lemme 2018, S. 23ff.; Drath 2016, S. 20; Geisberger & Boy 2012, S. 61ff., S. 127ff.; Heidel & Döbrich 2016, S. 79; Hering & Schönfelder 2017; Mücklich 2015; VDI et al. 2015; Völz 1999

⁶ Open-Source-Software bedeutet, dass der Quelltext der Software öffentlich zugänglich und frei verfügbar ist, also von Dritten eingesehen, geändert und verwendet werden kann. Open Source ist nicht gleichzusetzen mit kostenlos, jedoch sind viele Open-Source-Technologien kostenfrei verfügbar.

⁷ Renner et al. 2005

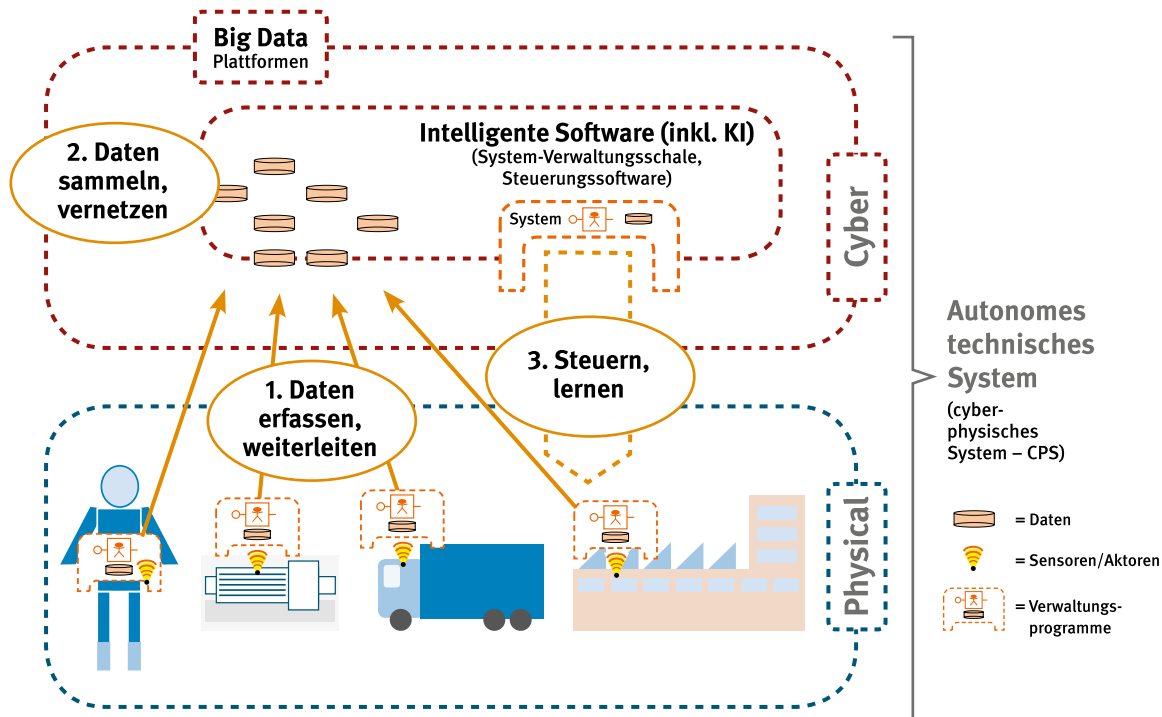


Abbildung 2: Die drei wesentlichen Funktionen autonomer technischer Systeme (cyber-physischer Systeme) (eigene Darstellung)

IT-Systemen), Unabhängigkeit (keine langfristige Bindung an Hersteller oder IT-Dienstleister), Anpassbarkeit, Transparenz (offener Quellcode). Nachteile sind unter anderem fehlende Garantie und Support, höherer Qualifizierungsaufwand oder unsichere Weiterentwicklung.

Datenerfassung und Sammlung

Bei der Einführung von autonomen technischen Systemen sind zwei Varianten möglich, wie die Daten erfasst werden können:

- Anschaffende Dinge besitzen bereits Sensoren und Aktoren, die Daten in spezifischen Formaten liefern.
- Dinge werden nach der Anschaffung mit spezifischen Sensoren und Aktoren ausgestattet. Hierzu werden in der Regel die Hilfe und Beratung von Technikern sowie Softwareexperten benötigt.

Planung der autonomen technischen Systeme

Bei der Planung und Integration von autonomen technischen Systemen gibt es drei Fragen, die bei der traditionellen Einführung von Arbeitsmitteln und Technik keine wesentliche

Rolle gespielt haben:

1. Was ist beim Umgang mit Daten zu beachten?

■ **Datenschutz:** Von den autonomen technischen Systemen werden fast immer personenbezogene Daten erhoben, weitergegeben und verarbeitet. Das fängt beim Smartphone an. Das Unternehmen sollte sich immer Gedanken über den Datenschutz machen. Zum einen ist es vorgeschrieben. Vor allem aber kann der ungeklärte und ungeschützte Umgang mit diesen personenbezogenen Daten die Führungskräfte und Beschäftigten verunsichern und demotivieren. ▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.

■ **Datensicherheit:** Die autonomen technischen Systeme produzieren nicht nur personenbezogene Daten, sondern auch Daten über andere Geschäfts- und Arbeitsprozesse. Der störungsfreie und produktive Betriebsablauf ist also von diesen Systemen abhängig. Wegen möglicher Hackerangriffe rücken Maßnahmen zur Datensicherheit in den Blickpunkt. ▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.

■ **Datenqualität:** Die neuen autonomen technischen Systeme eröffnen oft faszinierende neue Möglichkeiten, bei denen Profile und Daten verglichen oder Benchmarks und Wettbewerbe eingeleitet werden können. Häufig wird dabei die Frage nach der Qualität und Aussagekraft der Daten vergessen. Entscheidungen auf unzureichender und ungeeigneter Datenlage können aber fatale Folgen haben. ▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.

2. Was ist bei der teilweisen oder kompletten Steuerung durch autonome selbstlernende technische Systeme zu berücksichtigen?

Das Besondere an autonomen technischen Systemen liegt darin, dass sie nach eigenen Mustern Prozesse ganz oder teilweise steuern. Sie übernehmen teilweise oder ganz die Handlungsträgerschaft. Sie können in diesem Prozess auch „lernen“ und sich entsprechend weiterentwickeln. Das kann erhebliche Vorteile für den Betrieb haben, da die intelligente Software (inkl. KI) beispielsweise deutlich mehr Daten in kürzester Zeit verarbeitet und diese beinahe in Echtzeit in die

Prozesse integrieren kann. Das kann aber auch Nachteile haben, wenn zum Beispiel die Datenqualität für die Anforderungen ungeeignet ist oder wenn die Kreativität von Führungskräften und Beschäftigten beeinträchtigt wird. Führungskräfte und Beschäftigte können auch demotiviert werden, wenn die intelligente Software (inkl. KI) ihnen Aufgaben abnimmt beziehungsweise wenn ihre Entscheidungen durch die Software ersetzt werden. Bei der Einführung autonomer Systeme sollte also sehr genau reflektiert werden, welche Prozesse besser durch intelligente Software (inkl. KI) gesteuert werden sollen und in welchen die Führungskräfte und Beschäftigten das „Sagen“ behalten beziehungsweise

wie sie intervenieren können. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI); 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).*

Einführung von autonomen technischen Systemen

Für die Einführung der autonomen technischen Systeme sollte ein Verfahren festgelegt werden, wie diese in die betrieblichen Prozesse integriert werden. Dabei sollten die Chancen und Gefahren der Einführung betrachtet werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen; 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit.*

Mit den Führungskräften und Beschäftigten sollte vereinbart werden, wie die Arbeit mit den 4.0-Technologien gestaltet und wie mit den erhobenen personenbezogenen Daten umgegangen wird. Es sollte sichergestellt werden, dass die für den Umgang mit den autonomen Systemen erforderlichen Kompetenzen vorhanden sind und die Führungskräfte sowie die Beschäftigten entsprechend qualifiziert werden. Bei der Einführung der Systeme ist auch zu berücksichtigen, dass sich die Aufgaben, vor allem aber die Rollen von Führungskräften und Beschäftigten durch die Systeme ändern können.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Eine systematische und zielgerichtete Einführung und Nutzung autonomer technischer Systeme (CPS) bietet unter anderem folgende **Chancen**:

- Der Betrieb nutzt gezielt die Potenziale der autonomen technischen Systeme für die weitere Entwicklung seiner Produkte und Dienstleistungen und kann damit Wettbewerbsvorteile erzielen.
- Der Betrieb lernt neue 4.0-Technologien und deren Möglichkeiten kennen.
- Die Führungskräfte und Beschäftigten können entsprechende Kompetenzen aufbauen und lernen die 4.0-Prozesse zu beherrschen.
- 4.0-Technologien können Führungskräften und Beschäftigten neue Handlungsspielräume eröffnen und attraktive Arbeitsaufgaben bieten.
- Die autonomen technischen Systeme (CPS) werden so eingeführt,

dass die Datensicherheit, der Datenschutz und die Datenqualität gewährleistet und so die Voraussetzungen für verlässliche und sichere Prozesse gegeben sind.

Wer die autonomen technischen Systeme (CPS) nicht systematisch und gezielt einführt, unterliegt unter anderem folgenden **Gefahren**:

- Nachteile gegenüber innovativen Konkurrenten, weil die Potenziale nicht genutzt werden.
- Wenn die Datenqualität nicht berücksichtigt wird, kann es zu Störungen und Verzögerungen im Betriebsablauf sowie zu Belastungen der Führungskräfte und Beschäftigten kommen.
- Die Abhängigkeit von Anbietern smarterer Dienstleistungen (wie Plattformökonomie, Hersteller-Plattformen) steigt. Dies kann den Handlungsspielraum des Be-

triebes einschränken.

- Wenn die Einführung der Systeme und die damit verbundenen Veränderungen den Führungskräften und Beschäftigten nicht erklärt werden, kann dies zu Verunsicherungen führen.
- Wenn die Führungskräfte und Beschäftigten nicht ausreichende Kompetenzen im Umgang mit den Systemen besitzen, kann dies zu Produktivitätsverlusten sowie zu Motivationsproblemen und Überlastungssituationen führen.
- Die autonomen technischen Systeme (CPS) können wegen fehlender IT-Sicherheit angegriffen werden. So können die betrieblichen Abläufe gestört oder gar stillgelegt werden. Auch der Missbrauch von personenbezogenen Daten ist dann möglich.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

- *Anzuschaffende Dinge besitzen bereits Sensoren und Aktoren*
 - › Welche Daten werden für den Einsatz des Dings (Arbeitsmittel, Fahrzeuge, Gegenstände, Räume, Gebäude) benötigt?
 - › Welche Sensoren und Aktoren besitzt der Gegenstand?
 - › Welche Daten liefern diese Sen-

- soren und welche Aktionen können die Aktoren einleiten?
- › Welche Cloud-Anwendungen sind mit dem Ding verbunden (gegebenenfalls welche Infrastrukturen werden dazu gekauft oder werden über die Cloud benötigt, um die Daten des Dings nutzen zu können?

- ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen; 2.5.3 Plattformökonomie.*
- › Sind Software- oder Hardwareexperten vor der Anschaffung der Dinge hinzuzuziehen, um sich über die Möglichkeiten der Sensoren und Aktoren der Din-

ge sowie die Risiken beraten zu lassen?

■ *Dinge werden nach der Anschaffung mit spezifischen Sensoren und Aktoren ausgestattet*

Um dies zu realisieren, werden in der Regel Hilfe und Beratung von Technikern sowie Softwareexperten benötigt.

- › Welche Daten sollen die Sensoren und Aktoren in Dingen wie Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Gegenständen, Räumen, Gebäuden liefern?
- › Welches System unterschiedlicher Sensoren und Aktoren ist funktionell und wirtschaftlich sinnvoll?
- › In welchem Format werden die Daten dieser Sensoren und Aktoren geliefert?
- › Ist dieses Format kompatibel mit der eingesetzten oder der geplanten Software?
- › Welche weitergehenden Funktionen, die eventuell erst später benötigt werden, müssen die Sensoren und Aktoren erfüllen (Offenheit für weitere Entwicklungen)?
- › Welche Cloud-Modelle werden gewählt? › *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen; 2.5.3 Plattformökonomie.*

Planung des Einsatzes der autonomen technischen Systeme

Bei der Auswahl der autonomen technischen Systeme sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Anwendungsbereiche und Prozesse im Betrieb festlegen, in denen autonome technische Systeme eingeführt werden sollen, etwa in den Arbeitsablauf an einem Arbeitsplatz, in die komplette Arbeitsorganisation, in das Personalmanagement oder in betriebsübergreifende Wertschöpfungsprozesse. Die unterschiedlichen Anwendungsbereiche sollten priorisiert angegeben werden.
- Prüfen und auflisten, welche Prozesskette(n) virtuell optimiert oder mithilfe autonomer technischer

Systeme ganz oder teilweise gesteuert werden soll(en).

- Klären, wo die dazu erforderlichen Daten gespeichert werden sollen (im Betrieb oder in einer externen Cloud).
- Prüfen, ob die Anwendung in Eigenregie durchgeführt werden kann oder ob Partnerschaften (zum Beispiel mit Cloud-Dienstleistern) sinnvoller sind.
- Überprüfen, inwiefern die Datenformate mit dem bisherigen Softwaresystem kompatibel sind.
- Klären, in welchem Softwarestandard die Anwendung erfolgen soll (Standardsoftware, Open-Space-Software).
- Überprüfen, welche Daten im Betrieb bereits für den betrachteten Prozess zur Verfügung stehen, beispielsweise Kundendaten, Produktdaten, Produktionsdaten, Lager- und Bestandsdaten, Maschinenauslastung oder Mitarbeiterinsatz.
- Überprüfen, welche zusätzlichen Daten zur Verfügung stehen, auf die der Betrieb zurückgreifen kann, etwa Tracking-IDs, Daten von Crowdworkern, Herstellern, Lieferanten oder Kunden. Dabei ist auch zu überprüfen, ob die Daten in der erforderlichen Qualität vorliegen.
- Festlegen, welche Aspekte der Prävention bei der Gestaltung der Prozesse zu beachten sind, zum Beispiel Gefährdungsbeurteilung (neue Belastungssituationen), Arbeitsgestaltung, Unterweisung/Einweisung, Persönliche Schutzausrüstung, neue Formen der Arbeitsorganisation. › *Siehe Umsetzungshilfen 2.1.1 Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen; 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0; 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding; 3.4.1 Digitale Persönliche Schutzausrüstung (PSA).*
- Falls autonome technische Systeme Prozesse ganz oder teilweise steuern sollen, sind mögliche Auswirkungen auf die Führungskräfte und Beschäftigten im Blick zu behalten.
- Festlegen beziehungsweise bei Anbietern in Erfahrung bringen, nach

welchen Kriterien und in welche Richtungen die intelligente Software (inkl. KI) autonom „weiterlernt“.

- Überlegen, welche Assistenzsysteme erforderlich sind, damit die Führungskräfte und Beschäftigten die Systeme sicher und wirkungsvoll bedienen können.
- Prüfen, ob gewährleistet ist, dass die Cloud sicher ist, zum Beispiel durch Zertifizierung oder die Bindung an deutsches Recht. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud.*
- Vereinbaren, wie im Betrieb mit personenbezogenen Daten umgegangen wird. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*
- Maßnahmen zur Gewährleistung der Datensicherheit planen und umsetzen, inklusive eines Notfallmanagements. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.*
- Bedarfsanalyse erstellen, die vorhandene und fehlende Kompetenzen sowie Qualifikationen zum Umgang mit cyber-physischen Systemen ausweist. Maßnahmen zum Erwerb notwendiger Qualifikationen sollten möglichst frühzeitig eingeleitet werden. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen.*
- Die Gefährdungen und Möglichkeiten der geplanten Prozesse analysieren, die Risiken einschätzen und entsprechende Maßnahmen zum sicheren und gesundheitsgerechten Arbeiten der Führungskräfte und Beschäftigten festlegen. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen.*
- Die Erfahrungen und Kenntnisse der Führungskräfte und Beschäftigten in die Planungsprozesse einbeziehen.

Einführung der autonomen technischen Systeme

Vor der Einführung der autonomen technischen Systeme sind unter anderem folgende Aspekte zu prüfen:

- Verfahren festlegen, wie die cyber-physischen Systeme mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) in die betrieblichen Prozesse integriert werden sollen.
- Die Führungskräfte und Beschäftigten über die geplanten Maßnahmen rechtzeitig informieren.
- Mit Führungskräften und Beschäftigten vereinbaren, wie die Arbeit mit den 4.0-Technologien gestaltet und wie mit den erhobenen personenbezogenen Daten umgegangen wird.
- Sicherstellen, dass alle erforderlichen Kompetenzen vorhanden sind (zum Beispiel IT-affine Beschäftigte besonders einbinden, Qualifizierung und Weiterbildung, IT-Experten hinzuziehen).
- Die Führungskräfte und Beschäftigten im sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit den autonomen Systemen und den Assistenzsystemen qualifizieren und unterweisen.
- Den Führungskräften und Beschäftigten die grundlegenden Kriterien bekannt machen, nach denen sich die CPS gegebenenfalls selbstständig weiterentwickeln.
- Die Führungskräfte und Beschäftigten speziell auf neue Anforderungen in der Organisation der alltäglichen Arbeit vorbereiten (zum Beispiel Handlungsfreiheit, [Teil-]Steuerung der eigenen Arbeit durch Maschinen, eigene Interventionsmöglichkeiten). Sofern sich ihre Rolle durch autonome und selbstlernende Software verändert, dies mit den Beteiligten besprechen und ein Verfahren vereinbaren, wie damit umgegangen werden soll.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Bischoff, J. (Hrsg.). (2015). *Erschließen der Potenziale der Anwendung von Industrie 4.0 im Mittelstand*. Kurzfassung der Studie. Mülheim an der Ruhr: agiplan.
- Cernavin, O., & Lemme, G. (2018). Technologische Dimensionen der 4.0-Prozesse. In O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 21-57). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Drath, R. (2016). Technische Grundlagen. In C. Manzei, L. Schleupner, & R. Heinze (Hrsg.), *Industrie 4.0 im internationalen Kontext*. (S. 18–24). Berlin: VDE.
- Geisberger, E., & Broy, M. (Hrsg.). (2012). *agendaCPS – Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems*. München: acatech STUDIE.
- Gerke, W. (2015). *Technische Assistenzsysteme*. Berlin, München, Boston: De Gruyter Oldenbourg.
- Heidel, R., & Döbrich, U. (2016). Industrie 4.0 und Industrie 4.0-Komponente: Ohne Normung geht es nicht. In C. Manzei, L. Schleupner, & R. Heinze (Hrsg.), *Industrie 4.0 im internationalen Kontext* (S. 75–91). Berlin: VDE.
- Hering, E., & Schönfelder, G. (Hrsg.). (2017). *Sensoren in Wissenschaft und Technik*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Kleinjohann, B., Kleinjohann, L., & Engels, G. (2013). Cyber Physical Devices – Die Schnittstelle zwischen Cyberspace und realer Welt. In Wuppertal, *Clustermanagement IKT.NRW* (Hrsg.). Wuppertal: Eigenverlag.
- Mücklich, F. (2015). *Funktionswerkstoffe I & II. Vorlesungsmanskript*. Universität des Saarlands.
- Renner, T., Vetter, M., Rex, S., & Kett, H. (2005). *Open Source Software – Einsatzpotenziale und Wirtschaftlichkeit*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V., ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e. V. (Hrsg.). (2015). *Statusreport: Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0)*. Düsseldorf, Frankfurt am Main: VDI-Verlag.
- Völz, H. (1999). *Das Mensch-Technik-System: physiologische, physikalische und technische Grundlagen; Software und Hardware*. Renningen-Malmsheim: Expertverlag.

Zu diesem Thema könnten alle Umsetzungshilfen interessant sein, insbesondere aber die folgenden:

- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen
- 1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0
- 2.1.1 Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen (Rahmenbedingungen)
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud
- 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen
- 2.5.3 Plattformökonomie
- 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.4.1 Digitale Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

2.1.3 Präventive Aspekte einer Restrukturierung bei 4.0-Prozessen



■ **Stichwörter:** Restrukturierung, Change Management, psychosoziale Belastungen, Gesundheit

› Warum ist das Thema wichtig?

Cyber-physische Systeme (CPS)¹ mit ihrer intelligenten Software² (inklusive künstlicher Intelligenz – KI) haben in den verschiedenen Anwendungsbereichen³ oft Auswirkungen auf die Arbeits- und Organisationsabläufe im Betrieb sowie auf die Aufgaben von Führungskräften und Beschäftigten. Dies kann zu einer Restrukturierung im Betrieb führen. Diese Restrukturierungen können

Chancen für eine wirkungsvolle Neugestaltung der Unternehmensprozesse bieten sowie interessante neue Aufgaben und Perspektiven für Führungskräfte und Beschäftigte mit sich bringen. Werden Restrukturierungen nicht systematisch, sorgfältig und präventiv geplant und gestaltet, können sie allerdings negative Konsequenzen haben, wie etwa die Angst um den Arbeitsplatz, Unzufriedenheit und Be-

einträchtigung der gesundheitlichen Befindlichkeit von Führungskräften und Beschäftigten oder den Verlust von Erfahrungswissen und kreativem Innovationspotenzial.

Deswegen sollten Restrukturierungen durch 4.0-Prozesse⁴ aufgrund der möglichen tief greifenden Veränderungen sorgfältig und präventiv geplant und gestaltet werden.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Restrukturierung

Unter Restrukturierung wird hier die aktive Veränderung der bestehenden Organisationsstruktur mit wesentlichen Auswirkungen auf die Arbeitsprozesse im Unternehmen verstanden. Anlass für Restrukturierungen können zum Beispiel die Nutzung neuer Techniken (wie bei den 4.0-Technologien⁵), nicht effektive Abläufe, Geschäftsübernahmen, Ausgliederungen (Outsourcing), ein neues Geschäftsmodell oder der Wechsel von Personen sein. Restrukturierungen können innerhalb eines Betriebes stattfinden (permanente

Veränderungsprozesse, Änderung in einem Bereich/an einem Arbeitsplatz, komplette interne Wertschöpfungskette) oder betriebsübergreifend (wie betriebsübergreifende Wertschöpfungsketten, Standortverlagerungen, Übernahmen, Auslagerungen).⁶ Im Zusammenhang mit Restrukturierung werden viele unterschiedliche Begriffe benutzt, nicht immer trennscharf: „Reorganisation“, „Permanenter Change“, „Management organisatorischer Transformation“, „Veränderungsmanagement“ oder „Business-Reengineering“.

Präventive Aspekte einer Restruk-

turierung beinhalten immer eine vorausschauende Risikoeinschätzung für eine sichere und gesundheitsgerechte Gestaltung der Arbeit. Restrukturierung beschreibt eine Organisationsentwicklung, die langfristig, strategisch und als gemeinsamer Lernprozess angelegt sein sollte.⁷

In dieser Umsetzungshilfe werden Restrukturierungen bei 4.0-Prozessen betrachtet und nicht Restrukturierungen zum Beispiel aufgrund von Verkäufen, Personalwechseln und Ausgliederungen (wenn das auch teilweise zusammenhängen kann).

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud) **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁴ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁵ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁶ Köper et al. 2012, S. 2

⁷ Georg et al. 2016, S. 162ff.; Kieselbach et al. 2009; Köper & Richter 2012, S. 3; Ricotti et al. 2014

4.0-Prozesse können Restrukturierung erfordern

4.0-Prozesse können sowohl betriebsinterne als auch übergreifende Veränderungsprozesse im Unternehmen auslösen beziehungsweise beschleunigen. Intelligente Software (inkl. KI) kann zum Beispiel:

- Arbeitsmittel verketteten > siehe *Umsetzungshilfe 3.1.4 Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie.*
- Arbeitsprozesse ganz oder teilweise steuern > siehe *Umsetzungshilfe 2.4.1 Prozessplanung mit CPS.*
- Controlling und Personaleinsatzplanung übernehmen > siehe *Umsetzungshilfen 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse; 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes.*
- Mobile Arbeit und Crowdwork ermöglichen > siehe *Umsetzungshilfe 2.6.4 Einsatz von externem Crowdworking.*

Dadurch können neue Anforderungen an die Organisation der Arbeitsabläufe und an die Führung sowie an Qualifikationen und Kompetenzen aller Beteiligten entstehen und Tätigkeiten können sich verändern oder entfallen.

Betriebsinterne Veränderungen können auf allen Ebenen der Arbeitstätigkeit auftreten, die mit den 4.0-Prozessen mittelbar und unmittelbar verbunden sind. Wie die 4.0-Technologien für die Restrukturierung genutzt werden, hängt von der Zielsetzung und der inhaltlichen Gestaltung der Veränderung ab. Die 4.0-Technologien bieten Optionen in alle Richtungen (Treiber und Hemmnisse) wie zum Beispiel:

- Sie bieten einerseits das Potenzial für neue Unternehmens- und Arbeitskulturen, die Wege zu einem intelligenten, an den Kompetenzen der Führungskräfte und Beschäftigten orientierten Verständnis von Arbeitsqualität eröffnen. Unter anderem können dies sein: die qualitative Anreicherung, Selbstentfaltung, Förderung von

Gesundheitsressourcen, Prozessoptimierung, Systeme, die sich ergonomisch an den Menschen anpassen. CPS können Führungskräfte und Beschäftigte interaktiv unterstützen.

- CPS können aber auch als restriktive, kontrollierende, fremdbestimmende Mikrosteuerung ausgelegt werden, die die Belastung und Beanspruchung steigern (unter anderem Verlust von Handlungskompetenz, geringere Gestaltungsspielräume, Abbau von Gesundheitsressourcen, Anstieg der psychosozialen Belastungen).

Im Umgang mit diesen strategischen Entwicklungsmöglichkeiten wird sich auch die Qualität der Restrukturierung entscheiden. Aus präventiver Sicht ist ausschlaggebend,

- inwieweit der Mensch seine Potenziale in die neuen 4.0-Prozesse einbringen kann und möchte,
- wie sicher und gesundheitsgerecht die neu strukturierten Arbeitsprozesse mit 4.0-Technologien sind.

Studien belegen, dass Restrukturierungen seltener wirtschaftlich erfolgreich sind, wenn sie nicht präventiv erfolgen, die Reaktionen der Beschäftigten vernachlässigt werden und die Kommunikation der geplanten Veränderungen unzureichend und intransparent ist.⁸

Restrukturierungsprozesse auf Grundlage von 4.0-Technologien können zu Unsicherheiten bei Führungskräften und Beschäftigten führen.⁹ Zum einen können bereits die Planung und der Einsatz der 4.0-Technologien viele Führungskräfte und Beschäftigte verunsichern. Zum anderen führen die praktischen Umsetzungsmaßnahmen der Restrukturierung, wie zum Beispiel neue Arbeitstätigkeiten oder neue Teamaufteilung, zur Verunsicherung bei Führungskräften und Beschäftigten. Dies kann zu neuen Belastungen führen und mit psychischen Beanspruchungen einhergehen (je nach Persönlichkeitstyp).¹⁰ Dabei

ist festzustellen, dass die Unsicherheit bezüglich der eigenen Zukunft die Führungskräfte und Beschäftigten oft stärker belastet als die Veränderungen an sich.¹¹ Aufgefangen werden können diese Verunsicherungen am wahrscheinlichsten durch einen entsprechend präventiv und sorgfältig gestalteten Veränderungsprozess.

Ansätze für Restrukturierungen durch 4.0-Technologien

Die Einführung von 4.0-Technologien kann eine Restrukturierung auf den unterschiedlichsten Ebenen zur Folge haben (Veränderung von Teilprozessen oder des gesamten Wertschöpfungsprozesses [extern/intern]). > *Siehe Umsetzungshilfe 2.4.5 CPS-gesteuerte horizontale Wertschöpfungsketten.* Zur Verdeutlichung sind im Folgenden beispielhaft typische Veränderungen der Arbeitsprozesse durch den Einsatz von 4.0-Technologien aufgeführt.

- *Veränderte Kommunikationsprozesse:* Durch den Einsatz von 4.0-Technologien werden Kommunikationsprozesse nicht nur digital, schneller und unabhängig von Ort und Zeit, es entstehen auch neue Kommunikationskanäle, -wege und -routinen, die Arbeitsprozesse grundlegend ändern können. > *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.5 Umgang mit Messengern und sozialen Medien.* Das Kommunikationsaufkommen kann steigen, da Beschäftigte über ihre mobilen Assistenzsysteme wie Smartphones oder Tablets jederzeit erreichbar sein und mit Informationen zum Arbeitsprozess versehen werden können. Auch die Verkürzung von Kommunikationswegen kann wesentliche Veränderungen von Arbeitsprozessen zur Folge haben, beispielsweise zwischen den Beschäftigten (virtuelle Teams), zwischen Beschäftigten und Führung (Abbau von Hierarchien) > *siehe Umsetzungshilfen 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse; 1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungs-*

⁸ Köper & Richter 2012, S. 5

⁹ Rigotti et al. 2014, S. 20ff.

¹⁰ vgl. u. a. Ahlers 2016; Bödeker & Friedrichs 2011; Junghanns & Morschhäuser 2013; Köper & Richter 2012, S. 7; Lohmann-Haislah 2012; Junghanns & Morschhäuser 2013

¹¹ Köper & Richter 2012, S. 9

verhalten für 4.0-Prozesse; 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams oder Interessenvertretungen (direkte Beteiligung) › siehe Umsetzungshilfe 1.6.1 Arbeit 4.0: Neue Anforderungen an Interessenvertretung. So können neue Arbeitszeitmodelle erforderlich sein und neue Arbeitsorte möglich werden.

- **Veränderte Weisungsprozesse:** Dadurch, dass die autonomen technischen Systeme Kommunikationswege verändern und Steuerungsfunktionen übernehmen können, können sich Weisungsprozesse ändern. Ein Beispiel ist die Führung auf Distanz über digitale Technik. › Siehe Umsetzungshilfe 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams. Führungsaufgaben können aber auch von den autonomen technischen Systemen übernommen werden, beispielsweise bei der Personaleinsatzplanung oder der Anordnung von bestimmten Arbeitsschritten aufgrund der Verknüpfung mit automatisierten Prozessen. › Siehe Umsetzungshilfen 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes. Durch den Einsatz von 4.0-Technologien stellen sich darüber hinaus neue Aufgaben für die Führungskräfte, die zu einer Veränderung des Führungsstils und dadurch zu einer veränderten Arbeitsorganisation sowohl für sie selbst als auch für die Beschäftigten führen können. › Siehe Umsetzungshilfen 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse.

- **Änderung der Arbeitstätigkeit:** Die Integration von 4.0-Technologien führt in der Regel zu veränderten Arbeitstätigkeiten, sei es durch den Wegfall von Tätigkeiten oder durch die Entstehung neuer. Dies muss arbeitsorganisatorisch eingebettet werden. Die Auswirkungen auf die Arbeitstätigkeiten variieren stark und können je nach Arbeitsplatz und Betrieb gegenläufige Tendenzen haben, die in der Regel

aber für wirkungsvolle Lösungen zusammengeführt werden sollten, wie unter anderem:

- › **Steigende Komplexität versus Komplexitätsreduktion:** Vernetzte 4.0-Prozesse können an Führungskräfte und Beschäftigte die Anforderung stellen, den Prozess in Gänze zu verstehen, da dadurch auch Tätigkeiten stärker miteinander verknüpft sind. Darüber hinaus kann die Komplexität der Arbeitstätigkeit durch das Mehr an Informationen, die zu jeder Zeit zur Verfügung stehen, steigen. Gleichzeitig kann die intelligente Software (inkl. KI) dazu beitragen, dass die bestehende und zunehmende Komplexität durch intelligente Steuerung beinahe in Echtzeit für Führungskräfte und Beschäftigte reduziert wird. Dadurch können Personen erheblich entlastet werden und Zeit für andere Aufgaben gewinnen. Auch diese Veränderungen sind organisatorisch zu gestalten.
- › **Standardisierung versus Informationsanreicherung:** 4.0-Prozesse können mit einer Standardisierung von Arbeitsabläufen verbunden sein. Dies kann zu einer Vereinfachung von Abläufen führen, die die bisherigen Abläufe und damit auch die Aufgaben der Führungskräfte und Beschäftigten verändern (teilweise erleichtern, teilweise durch monotone Arbeiten belasten). Dadurch können auch Kompetenzen (wie Erfahrungswissen, Improvisation, Erneuerung) verloren gehen, die für den Arbeitsprozess, aber auch für Innovationsprozesse wichtig sein können. Gleichzeitig liefern dieselben 4.0-Technologien umfassende Prozessinformationen, die einen tiefen Einblick in die Zusammenhänge der Abläufe ermöglichen und damit ganz neue Erkenntnisse liefern

können. Beide Entwicklungen verändern die Arbeitsorganisation und sollten durch Restrukturierungsmaßnahmen gestaltet werden.

- › **Verlust von Autonomie versus Gewinn an Autonomie:** Werden Steuerungsfunktionen von den autonomen technischen Systemen übernommen, können die Handlungsspielräume der Führungskräfte und Beschäftigten in den Arbeitsprozessen eingeschränkt werden. › Siehe Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software. Gleichzeitig bietet dieser Vorgang Führungskräften und Beschäftigten die Möglichkeit, neue Zeitressourcen zu gewinnen, um ihre Stärken des eigenverantwortlichen und kreativen Denkens und Handelns für den Betrieb einbringen zu können. Hierbei sind die unterschiedlichen Formen der Autonomie von Personen und technischen Systemen mit ihren jeweiligen Stärken zu berücksichtigen. › Siehe Umsetzungshilfe 1.1.2 Autonomie der Systeme. Auch dieser mögliche Wandel von Handlungsträgerschaften und geänderten Zeitressourcen verändert Organisationsabläufe und sollte sorgfältig geplant und genutzt werden.
- › **Alte Kompetenzen versus neue Kompetenzen:** Die Einführung der 4.0-Technologien erfordert von den Führungskräften und Beschäftigten neue Kompetenzen, wie zum Beispiel Fähigkeiten im Umgang mit smarten Arbeitsmitteln und Assistenzsystemen, Kenntnisse über Datenschutz und Datensicherheit oder Kenntnisse über die Handlungslogiken der intelligenten Software (inkl. KI). Dieses kontinuierliche Lernen im Umgang mit den 4.0-Technologien ist ein

Prozess, der im Betrieb Veränderungen in der Wissens- und Lernorganisation erfordert. Selbst wenn die 4.0-Technologien große Teile dieses Lernprozesses autonom übernehmen können, verändert diese neue Lernsituation Organisationsabläufe. Gleichzeitig ist der Betrieb aber auch auf die spezifischen „alten“ Kompetenzen der Führungskräfte und Beschäftigten angewiesen, wie Erfahrungswissen, kreative Lösungsvorschläge, Innovationsfähigkeit oder soziale und personale Kompetenzen. Die Restrukturierung sollte also beide Elemente reflektieren, um die neuen Kompetenzen in kontinuierlichen Lernprozessen während und auch außerhalb der Arbeitsprozesse aufzubauen und ständig weiterzuentwickeln. Gleichzeitig sollten auch die „alten“ Kompetenzen bewahrt werden, die Innovationsfähigkeit, den sozialen Zusammenhalt und die Bindung ermöglichen.

➤ *Siehe Umsetzungshilfen 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI); 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0; 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen; 1.4.4 Organisation von Wissen in 4.0-Prozessen.*

Kriterien für präventive Aspekte einer Restrukturierung bei 4.0-Prozessen

Erfolgt die Restrukturierung nicht systematisch und ignoriert präventive Aspekte, kann dies negative Folgen haben, wie zum Beispiel: Sie schwächt die Bindung an die Organisation, erhöht die Kündigungsabsicht, verringert die Identifizierung mit der Tätigkeit und reduziert die Arbeitszufriedenheit und -qualität. Darüber hinaus führt sie zu einer negativen Wahrnehmung der Ehrlichkeit und Vertrauenswürdigkeit der Organisation.¹² Außer-

dem kann eine schlecht verlaufende Restrukturierung negative Auswirkungen auf die Gesundheit der Führungskräfte und Beschäftigten haben, wie zum Beispiel Rückenschmerzen, Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Nervosität und Reizbarkeit.¹³ Studien über Restrukturierungsprozesse zeigen, dass viele Unternehmen die Möglichkeiten einer systematischen Restrukturierung, die präventive Aspekte berücksichtigt, nicht nutzen und so unnötige Belastungen, Ängste, Unzufriedenheit und Vertrauensverluste bei Führungskräften und Beschäftigten erzeugen.¹⁴

Deswegen sollte die Restrukturierung bei 4.0-Prozessen unter anderem folgende Kriterien berücksichtigen:¹⁵

- **Klare Ziele für die Restrukturierung:** Für die Restrukturierung sollten klare Ziele entwickelt werden, wie mit der 4.0-Technologie die externe und interne Strategie unterstützt werden kann ➤ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation.* Bei diesen Zielen für die Restrukturierung ist eine sichere und gesundheitsgerechte Arbeitsgestaltung zu berücksichtigen.
- **Präventives Konzept:** Es sollte ein präventives Konzept entwickelt werden, das möglichst viele relevante Faktoren berücksichtigt, die den Prozess beeinflussen (zum Beispiel nicht nur auf die „schnellen“ Möglichkeiten der 4.0-Technologien schauen, sondern auch die mittel- und langfristigen Folgen berücksichtigen). Die Kernfrage lautet: Wie können die wirtschaftlichen Ziele mithilfe der 4.0-Technologie möglichst effizient erreicht und die Führungskräfte und Beschäftigten am Restrukturierungsprozess beteiligt werden und ihn akzeptieren?
- **Führungskräfte für die Restrukturierung befähigen:** Führungskräfte sind die entscheidenden Personen, die Veränderungen managen und den Beschäftigten vermitteln müssen. Sie sollen für eine reibungslose Integration der 4.0-Technolo-

gien im Restrukturierungsprozess sorgen. Gleichzeitig sind sie oft selbst von der Restrukturierung bei 4.0-Prozessen betroffen. Auf diese besondere Rolle müssen die Führungskräfte vorbereitet werden. Sie sollten von Beginn an in die Überlegungen einbezogen sein, damit sie die Restrukturierung verstehen und beeinflussen können. Sie sollten die Ziele und die Abläufe der Restrukturierung kennen und sie sollten die erforderlichen Ressourcen zur Umsetzung erhalten (wie Zeit, soziale Unterstützung, Konflikttraining).

- **Bedenken von Führungskräften und Beschäftigten ernst nehmen und berücksichtigen:** Die möglichen Bedenken der Führungskräfte und Beschäftigten, die bei Restrukturierungen auftreten, sollten berücksichtigt und ernst genommen werden. Bedenken können zum Beispiel sein: Unsicherheit hinsichtlich der Rolle der 4.0-Technologie und von Personalentscheidungen, der Sicherheit des eigenen Arbeitsplatzes, Unklarheit über die organisatorischen Veränderungen und befürchtete Ungerechtigkeit.
- **Fairness und Vertrauen:** Vertrauen in die Organisation und Fairness sind entscheidende Ressourcen im Umgang mit Veränderungen, um Unsicherheiten und dem Gefühl der ungerechten Behandlung entgegenwirken zu können. Fairness und Vertrauen in die Veränderungen durch 4.0-Prozesse entstehen nicht von selbst oder dadurch, dass sie in Leitlinien niedergeschrieben wurden. Fairness und Vertrauen entwickeln sich in der alltäglichen Zusammenarbeit durch konkretes glaubwürdiges, wertschätzendes und offenes Verhalten (als Grundlage des „wechselseitigen Erwartungsgefüges“¹⁶). Erlebte Unfairness führt eher zu niedriger Arbeitszufriedenheit, geringer Bindung an die Organisation und geringer Leistungsbereitschaft sowie zu kontraproduktivem Verhalten.

¹² vgl. Bennet & Durkin 2000; Rigotti et al. 2014; Wanberg & Banas 2000

¹³ Georg et al. 2016, S. 162; Köper & Richter 2012, S. 7ff., 22f.; Rigotti et al. 2014, S. 22f.

¹⁴ vgl. u. a. Bamberger et al. 2012; LIA.NRW 2014; Wittig et al. 2013; Udris & Weiss 2010

¹⁵ vgl. u. a. Georg et al. 2016; Kieselbach et al. 2009; Köper & Richter 2012; Köper et al. 2012; Kriegesmann 2013; Picot et al. 1999; Rigotti et al. 2014; Roland Berger 2009

¹⁶ Georg et al. 2016, S. 162

Fairness und Vertrauen sind auch eine Grundlage für soziale Unterstützung in den Restrukturierungsprozessen. Die Wahrnehmung von sozialer Unterstützung durch das Unternehmen und durch die Führungskräfte fördert die Bindung an die Organisation und bietet eine wesentliche Ressource, die den Beschäftigten in Veränderungsprozessen zur Verfügung steht.

- **Kommunikation und Transparenz:** Ehrliche und zeitnahe Kommunikation und Transparenz während eines Veränderungsprozesses bei 4.0-Technologien reduzieren Unsicherheit, erhöhen die Arbeitszufriedenheit und steigern die Zustimmung zu diesen Technologien. Das erfordert, die Einführung der 4.0-Prozesse rechtzeitig den Führungskräften und Beschäftigten zu kommunizieren. Es sollten auch Probleme und Gefahren angesprochen und die möglichen Folgen für den Einzelnen thematisiert

werden. Klarheit und Begründung der Veränderungen von Beginn an sind die Voraussetzungen, damit Führungskräfte und Beschäftigte auch negative Folgen der Veränderung durch 4.0-Prozesse verstehen. Nicht die Veränderungen an sich wirken belastend, sondern die fehlende Transparenz und die dadurch hervorgerufene Unsicherheit hinsichtlich der eigenen Zukunft.¹⁷

- **Führungskräfte und Beschäftigte frühzeitig einbinden:** Führungskräfte und Beschäftigte, die den Veränderungsprozess mit 4.0-Technologien mit initiieren und gestalten, befürworten diesen eher und fühlen sich angemessen wertgeschätzt. Sie sind dann eher bereit, gegebenenfalls sogar persönliche Einschränkungen in Kauf zu nehmen. Führungskräfte und Beschäftigte nehmen ein Verfahren sogar dann als fair wahr, wenn sie einbezogen sind und sich äußern können, auch wenn sie wissen, dass

sie keinen Einfluss auf die Entscheidung haben.¹⁸ Als wirkungsvoll haben sich Veränderungsprozesse erwiesen, in denen alle Beteiligten in einem „geschützten Experimentierraum“ neue 4.0-Prozesse gemeinsam gestalten und erproben.

➤ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.4 4.0-Prozesse und agiles kooperatives Change Management.*

- **Betriebsräte/Personalräte frühzeitig einbeziehen:** Betriebsräte/Personalräte sollten frühzeitig einbezogen werden (unberührt von den rechtlichen Verpflichtungen), weil sie die Interessen der Beschäftigten so frühzeitig mit einbringen können. Außerdem können sie als Vermittler zwischen Geschäftsführung und Belegschaft den Informations- und Kommunikationsprozess mitgestalten.
- *Siehe Umsetzungshilfe 1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0.*

➤ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Wird die Restrukturierung bei 4.0-Prozessen unter präventiven Aspekten gestaltet, ergeben sich unter anderem folgende Potenziale:

- Der Betrieb realisiert nicht alles, was kurzfristig technisch möglich ist, sondern integriert 4.0-Technologien unter der Perspektive nachhaltiger Wirtschaftlichkeit und gesundheitsgerechter Arbeitsgestaltung.
- Der Betrieb lässt sich weniger durch Entwicklungen überraschen, da Gefahren durch eine Risikoeinschätzung rechtzeitig erkannt werden.
- Alle vorhandenen Kompetenzen der Führungskräfte und Beschäftigten werden für die Integration der 4.0-Technologien genutzt.
- Die Führungskräfte und Beschäftigten akzeptieren die Maßnahmen der Restrukturierung eher, was dazu führt, dass die 4.0-Technologien produktiver genutzt werden können.
- Unsicherheit und Unzufriedenheit

bei Führungskräften und Beschäftigten werden durch frühzeitige Kommunikation und Transparenz vermieden.

- Die Führungskräfte nehmen ihre wichtige Aufgabe als Vermittler und Moderator der Restrukturierungsprozesse wahr.
- Die faire und frühzeitige Einbindung von Führungskräften und Beschäftigten und das rechtzeitige Erläutern von Vorhaben helfen, auch schwere Entscheidungen zu vermitteln.

Gefahren: Wird die Restrukturierung bei 4.0-Prozessen nicht unter präventiven Aspekten gestaltet, ergeben sich unter anderem folgende Gefahren:

- Die wirtschaftlichen Ziele können verfehlt werden, wenn die Reaktionen der Führungskräfte und Beschäftigten vernachlässigt werden, die Kommunikation der geplanten Veränderungen unzureichend und der Prozess intransparent waren.

- Mögliche Gefahren der 4.0-Prozesse können bei fehlender Risikoeinschätzung übersehen werden.

- Es kann zu unproduktiven Abläufen, Störungen und Belastungen kommen, wenn Sicherheit und Gesundheit in den 4.0-Prozessen nicht berücksichtigt werden.
- Führungskräfte und Beschäftigte können verunsichert und demotiviert werden.
- Die Bereitschaft von Führungskräften und Beschäftigten, die 4.0-Technologien aktiv mit einzuführen oder diese zu akzeptieren, kann beeinträchtigt werden. Es können Gerüchte entstehen.
- Die Führungskräfte können in Misskredit gebracht und das Betriebsklima negativ beeinflusst werden.
- Das Image des Betriebes kann wegen erfolgloser Restrukturierung und unzufriedenen Führungskräften und Beschäftigten Schaden nehmen.

¹⁷ vgl. u. a. Georg et al. 2016, S. 162ff.; Kieselbach et al. 2009, S. 101ff.

¹⁸ Jacobs & Dalbert 2008

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Für eine Restrukturierung unter präventiven Aspekten bei 4.0-Prozessen sind unter anderem folgende Maßnahmen zu empfehlen:

- Die Ziele für die präventive Gestaltung der Restrukturierung festlegen und überlegen, wie die 4.0-Technologien zur Unternehmensstrategie passen und wie sie einzuführen sind. › *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation; 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen.*
- Ein Konzept entwickeln, in dem die Schritte für die Einführung der 4.0-Technologien konkret beschrieben werden: Anforderungen an die Organisation, die Führungskräfte und die Beschäftigten sowie die notwendigen Maßnahmen für Sicherheit und Gesundheit. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation.*
- Die Interessenvertretung sollte frühzeitig in die Planungen eingebunden werden. › *Siehe Umsetzungshilfen 1.6.1 Neue Anforderungen an Interessenvertretungen; 1.6.2 Mitwirkung und Mit-*

bestimmung in der Arbeit 4.0.

- Gegebenenfalls ein Restrukturierungsteam installieren, in dem Führungskräfte und Beschäftigte (so vorhanden, die Interessenvertretung) die Restrukturierung mit begleiten und auch operativ mit umsetzen.
- Es sollte überlegt werden, ob bestimmte Formen der Einführung der 4.0-Technologien in Pilotphasen beziehungsweise in „geschützten Experimentierräumen“ erprobt werden. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.4 4.0-Prozesse und agiles, kooperatives Change Management.*
- Führungskräfte befähigen, den Prozess der präventiven Restrukturierung bei 4.0-Prozessen managen und begleiten zu können. Dazu gehört auch, mit Bedenken und Unsicherheiten (der Führungskräfte und der Beschäftigten) umzugehen und diese zu reflektieren. Auch der faire und vertrauensvolle Umgang mit den Beschäftigten sollte thematisiert werden. Den Führungskräften für diese Aufgaben ausreichend Zeit zur Verfügung stellen. › *Siehe Umsetzungshilfe*

1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse.

- Es sollte eine Risikobeurteilung der geplanten Maßnahmen vorgenommen werden – inklusive einer Gefährdungsbeurteilung. › *Siehe Umsetzungshilfen 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen; 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0.*
- Die Beschäftigten sollten frühzeitig einbezogen werden, damit sie ihre Unsicherheiten mitteilen, ihre Erfahrungen, ihr Wissen und ihre Ideen einbringen und Verständnis für die Gründe der Veränderungen entwickeln können.
- Probleme und negative Folgen der 4.0-Prozesse sollten thematisiert werden. Die Beschäftigten sollten die Möglichkeit erhalten, dazu ihre Vorschläge unterbreiten zu können.
- Der Restrukturierungsprozess sollte kontinuierlich kritisch hinterfragt werden, die Erfahrungen der Führungskräfte und Beschäftigten sollten einbezogen werden und Korrekturen und Verbesserungen am präventiven Konzept für die Restrukturierung bei 4.0-Prozessen vorgenommen werden.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Ahlers, E. (2016). *Arbeit und Gesundheit im betrieblichen Kontext*. In: WSI-Report Nr. 33. https://www.boeckler.de/pdf/p_wsi_report_33_2016.pdf. Zugriffen: 24.04.2017.

Bamberger, S. G., Vinding, A. L., Larsen, A., Nielsen, P., Fonager, K., Nielsen, R. N., Ryom, P., & Omland, O. (2012). *Impact of organisational change on mental health: a systematic review*. In *Occup Environ Med.* 2012 Aug; 69 (8), S. 592–598.

Bennett, H., & Durkin, M. (2000). *The effects of organizational change on employee psychological attachment: An exploratory study*. In *Journal of Managerial Psychology*, 15, S. 126–147.

Bödeker, W., & Friedrichs, M. (2011). *Kosten der psychischen Erkrankungen*

und Belastungen in Deutschland. In L. Kamp & K. Pickshaus (Hrsg.), *Regelungslücke psychische Belastungen schließen*. Dokumente und Gutachten, Düsseldorf: HBS, S. 69–102.

Bruch, H., & Vogel, B. (2009). *Organisationale Energie. Wie sie das Potenzial ihres Unternehmens ausschöpfen*. Wiesbaden: Gabler Verlag.

Georg, A., Peter, G., Dechmann, U., Katenkamp, O., Meyn, C., & Peter, A. (2016). *SelbstWertGefühl. Psychosoziale Belastungen in Change-Management-Prozessen*. Hamburg: VSA.

Jacobs, G., & Dalbert, C. (2008). *Gerechtigkeit in Organisationen*. In *Zeitschrift für Wirtschaftspsychologie*, 10:2, S. 3–13.

Junghanns, G., & Morschhäuser, M. (Hrsg.). (2013). *Immer schneller, immer mehr.*

Psychische Belastung bei Wissens- und Dienstleistungsarbeit. Heidelberg: Springer VS.

Kieselbach, T., Kuhn, K., Armgarth, E., Bagnara, S., Elo, A.-L., Jefferys, S., ... Widerszal-Bazyl, M. (2009). *Gesundheit und Restrukturierung: Innovative Ansätze und Politikempfehlungen*. München: Rainer Hampp Verlag.

Köper, B., & Richter, G. (2012). *Restrukturierung in Organisationen und mögliche Auswirkungen auf die Mitarbeiter*. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/artikel27.html, Zugriffen: 20.08.2018.

Köper, B., Seiler, K., & Beerheide, E. (2012). *Restrukturierung und Gesund-*

heit – Was sagt die Forschung und welche Praxisempfehlungen leiten sich daraus ab? In Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 66(4), S. 243–251.

Kriegesmann, B. (Hrsg.). (2013). *Vertrauensorientiertes Changemanagement. Gestaltungsideen für nachhaltigen Wandel in Organisationen*. Bochum: Selbstverlag.

LIA.NRW (2014). *Gesunde Arbeit NRW 2014. Belastung – Auswirkung – Gestaltung – Bewältigung*. Ergebnisse einer Repräsentativbefragung in NRW. Düsseldorf.

Lohmann-Haislah, A. (2012). *Stressreport Deutschland – Psychische Anforderungen, Ressourcen und Befinden*. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Meyn, C., Katenkamp, O., Georg, A., Dechmann, U., & Peter, G. (2015). *Gesundheit und Beteiligung in Change-Prozessen*. Dortmund: DOFAPP-Selbstverlag.

Picot, A., Freudenberg, H., & Gaßner, E. (1999). *Maßgeschneidertes Management von Wandel*. https://www.iom.bwl.uni-muenchen.de/forschung/veroeffentlichungen/veroeffnen_pdf/zuerich_manuskript.pdf. Zugegriffen: 01.02.2019.

Rigotti, T., Otto, K., & Köper, B. (2014). *Herausforderung Restrukturierung – Bedeutung, Auswirkungen, Gestaltungsoptionen*. Dortmund, Berlin, Dresden: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Roland Berger (2009). *Restrukturierungs-Studie 2009*. Düsseldorf: Roland Berger.

Udris, I., & Weiss, V. (2010). Downsizing: Was danach? Zur Situation bei Verbleibenden nach Personalabbau. In T. Rigotti, S. Korek & K. Otto (Hrsg.). *Gesund mit und ohne Arbeit*. Lengerich: Pabst Science Publishers, S. 353–368.

Wanberg, C. R., & Banas, J. T. (2000). *Predictors and outcomes of openness to changes in a reorganizing workplace*. In *Journal of Applied Psychology*, 85, S. 132–142.

Wittig, P., Nöllenscheidt, C., & Brenscheidt, S. (2013). *Grundausswertung der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012. Mit den Schwerpunkten Arbeitsbedingungen, Arbeitsbelastungen und gesundheitliche Beschwerden*. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation
- 1.1.2 Autonomie der Systeme
- 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse
- 1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungsverhalten für 4.0-Prozesse
- 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0
- 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen
- 1.4.4 Organisation von Wissen in 4.0-Prozessen
- 1.6.1 Arbeit 4.0: Neue Anforderungen an Interessenvertretung
- 1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen
- 2.1.4 4.0-Prozesse und agiles kooperatives Change Management
- 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse
- 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes
- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS
- 2.4.5 CPS-gesteuerte horizontale Wertschöpfungsketten (smarte Wertschöpfungsprozesse)
- 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding
- 3.1.4 Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie

2. Organisation >2.1 Grundlagen der Organisation der smarten Arbeitswelt

2.1.4 4.0-Prozesse und agiles kooperatives Change Management



■ **Stichwörter:** Agilität, Beteiligung, Experimentierräume, Kooperationskultur, kooperatives Lernen, Sozialpartnerschaft, Veränderungsmanagement

› Warum ist das Thema wichtig?

Praktische Erfahrungen in zahlreichen Unternehmen weisen darauf hin, dass Veränderungsprozesse und ein produktiver und gesundheitsgerechter Einsatz von CPS¹ in 4.0-Prozessen² eher dann gelingen, wenn es zu einem erfolgreichen Zusammenwirken³ von Unternehmer, Führungskräften und Beschäftigten (Betriebsrat/Personalrat) kommt. Ein solches vertrauensbasiertes Modell der Gestaltung von

Veränderungen im Betrieb benötigt transparente Verfahren und verlässliche Spielregeln. Die Bedeutung eines Zusammenwirkens nimmt dann enorm zu, wenn Arbeitgeber und Arbeitnehmer den Ausgang des Wandels und die Ergebnisse des Umbaus vorab schwerlich exakt feststellen können: Insbesondere beim Einsatz von selbstlernender, autonomer intelligenter Software⁴ mit ihren Modellen der

künstlichen Intelligenz (KI) in betrieblichen und geschäftlichen Prozessen. Ein betrieblich vereinbartes Modell für agiles kooperatives Change Management stärkt sowohl ein kooperatives Experimentieren als auch eine kooperative Führungskultur, kann zum einen dem Betrieb Kosten sparen und zum anderen Fachkräfte anziehen.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Agiles kooperatives Change Management

Unter dem Konzept eines agilen kooperativen Change Managements wird hier verstanden: Ein Unternehmen fördert agil und kooperativ alle Ressourcen, um einen **Veränderungsprozess** zu bewältigen. Kooperativ meint dabei ein sozial-interaktives Vorgehen, bei dem Unternehmer, Führungskräfte und Beschäftigte (Betriebsrat/Personalrat) im Rahmen

der Unternehmensziele offen mit neuesten 4.0-Technologien⁵ gemeinsam experimentieren. **Agil** meint hier ein Denken und Handeln⁶, in dem Handlungsschritte zur Zielerreichung in diesem nach vorne offenen Experimentierprozess beständig nachgesteuert werden. Das Konzept verknüpft die Aktivierung der im Betrieb vorhandenen Kompetenzen und Erfahrungen, die Bereitschaft zur Veränderung mit Vereinbarungen von Lösungen zwi-

schenden verschiedenen Interessenslagen. Ein solches agiles kooperatives Change Management nutzt die vorhandenen Potenziale und fördert eine kooperativen Vertrauenskultur unter Nutzung der Möglichkeiten von CPS und 4.0-Technologien. › *Siehe Umsetzungshilfen 2.1.1 Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen (Rahmenbedingungen); 2.1.3 Präventive Aspekte einer Restrukturierung bei 4.0-Prozessen.*

In den bisherigen Kontexten der Unternehmensentwicklung wurden unter dem Begriff „Change Management“ entweder einzelne Handlungsfelder oder Bündel derselben gefasst. Im Alltag beleuchtet der Begriff primär die zukunftsorientierte Personal- und

Organisationsentwicklung (Human Resource Management, HRM). Eine Herangehensweise, die alle Kompetenzen und Erfahrungen der Führungskräfte und Beschäftigten im Unternehmen für Veränderungsprozesse und für eine präventive und produktive Ge-

staltung der digitalen Transformation aktiviert, ist in der betrieblichen Praxis noch selten.⁷

Hier setzt das Konzept des agilen kooperativen Change Managements an. Aufgrund der Durchdringung von Wirtschafts- und Arbeitsabläufen

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

³ Rump et al. 2014, S. 10ff.

⁴ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁵ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁶ <http://www.blog-zukunft-der-arbeit.de/die-zwei-gesichter-der-agilen-scrum-methode/>

⁷ Little 2016

durch 4.0-Technologien geht es von einer ganzheitlichen Sichtweise auf den Betrieb und die dort ablaufenden Prozesse aus. Unter der Annahme, dass die Einführung von selbstlernender Software von cyber-physischen Systemen und von geschäftlich verbindlich handelnder autonomer intelligenter Software (inkl. KI) in den Arbeitsprozessen rasch zunimmt, wird eine Anpassung der Ganzheit des Betriebes an neue Prozesse dringlich. Zugleich liegen aber zumeist für die vorausschauende Prozess- und Technikgestaltung nur unzureichende Erkenntnisse vor. In dieser Situation kann die Methode eines agilen, kooperativen Handelns hilfreich sein, welche im Folgenden dargestellt wird.

Agil denken und handeln bedeutet ein beständiges kooperatives Nachsteuern der Handlungsschritte zur Zielerreichung. Die Teams von Unternehmern, Führungskräften und Beschäftigten (Betriebsrat/Personalrat) verwenden die produktiven Erfahrungen agiler teilautonomer Gruppen und ermöglichen somit ein nach vorne offenes Handeln und ein nach vorne offenes Experimentieren. Somit werden die Partner in der Weise entlastet, dass sie nicht zu Beginn des Experiments das Ergebnis bereits präzise benennen müssen, sondern dass sie sich – unter Einbeziehung jeweiliger Gestaltungskriterien und Interessen – auf einen kooperativen Lernprozess einlassen können. Somit ist auch methodisch ein ganzheitlicher betrieblicher Zukunftsdialo g mit ganzheitlicher Betrachtung der Führungs- und Arbeitskultur als soziale Innovation in Experimentier räumen möglich.

Um Führung und Partizipation hin zu den neuen Möglichkeiten zu transformieren, können die Bereitschaft und die vertrauensvolle Praxis des transparenten Experimentierens mit 4.0-Technologien auf gleicher Augenhöhe helfen. Geschäftsleitung, Führungskräfte und Beschäftigte (Betriebsrat/Personalrat) nutzen die Potenziale sogenannter „Lebender

Betriebsvereinbarungen“, um gemeinsam Experimentiertes, gemeinsam Bewertetes und gemeinsam Vorangetriebenes in gemeinsam einsehbar en Erfahrungs- und Praxislernumgebungen für die Sicherung des Unternehmens und seiner Beschäftigung (Stabilität durch Wandel) nutzbar zu machen.

Ein solches agiles und kooperatives Konzept hat auch positive Auswirkungen auf die Stimmung im Betrieb, den vertrauensvollen und wertschätzenden Umgang miteinander und die Unternehmenskultur. Eine vorhandene wertschätzende Unternehmenskultur kann wiederum die Umsetzung eines agilen kooperativen Change Managements erleichtern.

In diesem Prozess der experimentierenden Integration der 4.0-Technologien in die betrieblichen Abläufe kann auch die 4.0-Technologie selbst genutzt werden. Über interaktive virtuelle Experimentier räume können Erfahrungen, Verbesserungsvorschläge, Änderungen der Zielsetzungen und Debatten darüber beinahe in Echtzeit realisiert werden.

Das Beispiel: Die „Lebende Konzernbetriebsvereinbarung“⁸ des GASAG-Konzerns als soziale Innovation

Im Folgenden wird ein Beispiel eines agilen kooperativen Change Managements eines größeren Betriebes vorgestellt, das in der Intention auch auf kleinere Betriebe übertragen werden kann.

Das Beispiel des GASAG-Konzerns: Im Frühsommer 2018 einigten sich die Konzernleitung und der Konzernbetriebsrat der GASAG-Gruppe in Berlin auf eine besondere soziale Innovation.⁹ Die „Lebende Betriebsvereinbarung“ nahm das Konzept des agilen kooperativen Change Managements auf. In der Konzernbetriebsvereinbarung (KBV) zum Thema „Internes Crowdsourcing“¹⁰ (IC) wurde das agile kooperative Change Management verankert. Im Text heißt es unter anderem:

1. Die Konzernleitung der GASAG-Gruppe und der Konzernbetriebsrat gehen mit diesem Typ „Lebende Konzernbetriebsvereinbarung“ neue Wege und ermöglichen neue Chancen für soziale, technische und nichttechnische Innovationen im Gesamtkonzern sowie für die digitale Transformation der Arbeitswelten im Konzern.
2. Die „Lebende Konzernbetriebsvereinbarung“ für plattformbasiertes internes Crowdsourcing eröffnet der Arbeitskultur und dem IC neue Handlungsfelder. Konzernleitung und Konzernbetriebsrat verstehen die Vereinbarung als Einstieg in einen nach vorne offenen ganzheitlichen Prozess der vorausschauenden Arbeitsgestaltung. Beide Partner verpflichten sich auf ein kooperatives Veränderungsmanagement auf gleicher Augenhöhe, das sowohl ergebnisorientiert wie fachlich und methodisch agil organisiert wird.
3. Die „Lebende Konzernbetriebsvereinbarung“ will auf der Basis eines agilen, kooperativen Change Managements wechselseitiges, konzernöffentliches Lernen und den Erwerb von Gestaltungskompetenz befördern. Dazu finden in vereinbarten regelmäßigen Zeitabständen gemeinsame Überprüfungen, gemeinsame Auswertungen und gemeinsame Updates der Konzernbetriebsvereinbarung wie auch gemeinsam strukturierte Evaluierungen ihrer praktischen Umsetzung statt. Beide Partner passen die Konzernbetriebsvereinbarung den erworbenen Erfahrungen und Lernschritten jeweils gemeinsam an.
4. [...]
5. Die „Lebende Konzernbetriebsvereinbarung“ basiert zugleich auf den bereits vorhandenen einschlägigen Konzernbetriebsvereinbarungen. Vorhandene Konzernbetriebsvereinbarungen und Betriebsvereinbarungen werden von dieser neuen zusätzlichen

⁸ Otte & Schröter 2018 (in Vorbereitung)

⁹ Die „Lebende Konzernbetriebsvereinbarung“ entstand 2018 im Zusammenhang mit dem BMBF-Projekt „Internes Crowdsourcing in Unternehmen“ (ICU) unter der Moderation und Zuarbeit des „Forum Soziale Technikgestaltung“.

¹⁰ Bei dem internen Crowdsourcing handelt es sich um ein neues plattform- und softwarebasiertes Instrument für die Flexibilisierung der Arbeitsorganisation.

„Lebenden Konzernbetriebsvereinbarung“ nicht ersetzt und nicht in ihren früher beschlossenen Gültigkeiten beeinträchtigt. [...]

Die KBV beschreibt am übertragbaren Beispiel des „Internen Crowdsourcing“ (IC) folgende Perspektiven:

Mit der Einführung von IC verbinden die Konzernleitung der GASAG-Gruppe und der Konzernbetriebsrat folgende Zielsetzungen:

1. Es soll die Mitarbeiterbeteiligung, die Innovationsfähigkeit und Kompetenzerweiterung gefördert werden.
2. Es werden die Voraussetzungen für die Entwicklung neuer Wertschöpfungspfade, neuer Produkte und neuer Dienstleistungen geschaffen.
3. Es wird die Sicherung des örtlichen Arbeitsplatzes gefördert und die Stärkung des nachhaltig-ökologischen Unternehmensprofils erreicht. Ziel ist es u. a., mittels IC zu der Steigerung der Effizienz des Gesamtkonzerns beizutragen.

4. IC orientiert sich an den Werten der Humanisierung der Arbeit [...].

5. Der Schutz der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter vor Überlastung ist dabei wesentlich.

6. Die Unternehmenskultur wird durch die wechselseitige Achtsamkeit der Menschen untereinander und in ihren wertschätzenden Umgangsformen geprägt.

7. Die „Lebende Konzernbetriebsvereinbarung“ ist ein Baustein eines gemeinsamen Zukunftsdialoges zwischen der Konzernleitung der GASAG-Gruppe und dem Konzernbetriebsrat.

8. Die Einführung und Anwendung von IC hat nicht das Ziel, Arbeitsplätze zu rationalisieren und/oder abzubauen.

In dem Beispiel haben sich Geschäftsleitung und Betriebsrat auf gemeinsame Zielsetzungen und ein Verfahren geeinigt, wie sie den Prozess der digitalen Transformation im Unternehmen vertrauensvoll und transparent sowie nach vorne offen

vorbringen können. In regelmäßigen zeitlichen Abständen werden die Handlungsschritte auf der Basis praktischer Erfahrungen nachgesteuert.

Diese Vorgehensweise erlaubt bei den Sozialpartnern eine neue Fehler-toleranz. Abweichungen und Fehler werden gemeinsam korrigiert. Sie motiviert zugleich die Beschäftigten, sich intensiv an der Ausgestaltung des digitalen Wandels im Unternehmen zu beteiligen. Das stärkt die Wissensbilanz des Unternehmens und die Gestaltungskompetenz der einzelnen Akteure. Das Konzept ist leicht skalierbar und übertragbar.

Dieses Beispiel lässt sich vom Prinzip auch auf kleine und mittlere Betriebe übertragen die unter Umständen keinen Betriebsrat/Personalrat haben. Empfehlenswert ist es dann aber in jedem Fall, das Vorgehen gemeinsam vorab zu besprechen und schriftlich festzulegen sowie ein Verfahren des Experimentierens zu vereinbaren (mit den Beschäftigten, einem Sprecherteam der Beschäftigten oder dem Betriebsrat/Personalrat).

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen eines agilen kooperativen Change Managements können unter anderem sein:

- Die Umsetzung des Konzeptes für agiles kooperatives Change Management erhöht durch direkte gestaltende Beteiligung von Führungskräften und Beschäftigten (Betriebsrat/Personalrat) auf gleicher Augenhöhe die Akzeptanz und Akzeptabilität von 4.0-Technologien im Prozess der digitalen Transformation.
- Da Führung und Beschäftigte aktiv ihre Ideen für die Integration der 4.0-Technologien einbringen, wächst bei allen Beteiligten die Akzeptanz des Umgangs mit den autonomen technischen Systemen, da sie die Hintergründe und Zusammenhänge der 4.0-Technologien im Betrieb besser kennen.

■ Das Konzept bringt neben dem Fach- und Sachwissen auch das intuitive Erfahrungswissen der Führungskräfte und Beschäftigten in den Veränderungsprozess ein.

■ Die transparente Fehlertoleranz reduziert die Fehlinvestitionen und senkt die Kosten des Wandels.

■ Dieser Typ von Beteiligung erhöht die Identifikation der Beschäftigten mit ihrem Unternehmen und damit auch den Mut zur Kreativität.

■ Es entstehen positive Auswirkungen auf das vertrauensvolle Miteinander im Betrieb (wertschätzende Unternehmenskultur).

■ Das Konzept verkürzt den Prozess der Integration der 4.0-Technologien durch transparente Lernvorgänge.

Gefahren eines agilen kooperati-

ven Change Managements können unter anderem sein:

■ Es können Missverständnisse und Kommunikationsprobleme entstehen, wenn das Verfahren nicht vorab vereinbart ist.

■ Das Konzept droht zu scheitern, wenn eine gleiche Augenhöhe in den Experimentierräumen nicht erreicht und eingehalten wird sowie der Informationsfluss nicht transparent ist.

■ Fehlende wechselseitige Ernsthaftigkeit, Berechenbarkeit und fehlender vertrauensvoller Umgang miteinander, um produktive und gesundheitsgerechte Lösungen zu finden.

■ In den Experimentierräumen können Konflikte entstehen, die nicht erkannt und damit nicht konstruktiv gelöst werden.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Es ist zu empfehlen, in kleinen sowie großen Unternehmen zu prüfen, ob die Umsetzung eines solchen Konzeptes für ein Gelingen der digitalen Transformation und somit für den Geschäftserfolg hilfreich sein kann. Für den Start des Prozesses sind unter anderem folgende Maßnahmen hilfreich:

- Die Unternehmensleitung sollte mit
- Für den Start des Prozesses, aber

den Beschäftigten, einem Sprecherteam der Beschäftigten oder dem Betriebsrat/Personalrat ein Verfahren für die Umsetzung des agilen kooperativen Change Managements festlegen und vereinbaren. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*

auch bei Auftreten von Konflikten kann die Einbindung einer externen Moderation sinnvoll sein.

- Im gesamten Prozess sollte in der Experimentierphase große Sorgfalt auf Transparenz, Informationsoffenheit, Glaubwürdigkeit, gleiche Augenhöhe, Achtsamkeit und Vertrauen gelegt werden.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Au, C. von. (2017). *Organisationen in herausfordernden Zeiten des Wandels. Bedeutung, Verlauf und Erfolgsfaktoren in Veränderungen aus systemischer und synergetischer Sicht*. Wiesbaden: Springer Verlag.

Little, L. (2016). *Lean Change Management. Innovative Ansätze für das Management organisationaler Veränderung*. Rotterdam.

Otte, A., & Schröter, W. (2018). *Lebende Konzernbetriebsvereinbarung. Internes Crowdsourcing in der GAG-SAG-Gruppe. Bedeutung und Bewertung*. Berlin/Mödingen 2018. <http://www.blog-zukunft-der-arbeit.de/>

wp-content/uploads/2018/07/Lebende_KBV_Otte_Schroeter.pdf. Zugegriffen: 06.11.2018.

Rump, J., Wilms, J., & Eilers S. (2014). Digitalisierung in der Arbeitswelt. Hintergründe und Handlungsansätze. In W. Schröter (Hrsg.), *Identität in der Virtualität. Einblicke in neue Arbeitswelten und „Industrie 4.0“*. (S. 9–37). Mödingen-Talheim: Talheimer Verlag.

Rump, J., Zapp, D., & Eilers, S. (2017). Vom Arbeiten 4.0 zur Führung 4.0. In W. Schröter (Hrsg.), *Autonomie des Menschen – Autonomie der Systeme. Humanisierungspotenziale und Grenzen moderner Technologien*. (S. 83–122).

Mödingen-Talheim: Talheimer Verlag.
Rump, J., Zapp, D., & Eilers, S. (2017). *Erfolgsformel: Arbeiten 4.0 und Führung 4.0*. Ludwigshafen: Institut für Beschäftigung und Employability IBE.

Schröter, W. (2017). Selbstbestimmung zwischen „nachholender Digitalisierung“ und „autonomen Software-Systemen“. Wenn Betriebsräte „vorausschauende Arbeitsgestaltung“ erproben. In W. Schröter (Hrsg.), *Autonomie des Menschen – Autonomie der Systeme. Humanisierungspotenziale und Grenzen moderner Technologien*. (S. 187–256). Mödingen-Talheim: Talheimer Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungsverhalten für 4.0-Prozesse
- 1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen
- 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen
- 1.6.1 Arbeit 4.0: Neue Anforderungen an Interessenvertretung
- 1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0
- 2.1.1 Aktivierende (agile), präventive Organisationsformen
- 2.1.3 Präventive Aspekte einer Restrukturierung bei 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen

2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte



■ **Stichwörter:** Software, Hardware, Bedarfskompatibilität, Datenaustausch, Gebrauchstauglichkeit

› Warum ist das Thema wichtig?

Die Einbindung von cyber-physischen Systemen (CPS)¹ beziehungsweise von intelligenter Software² in den betrieblichen Arbeitsablauf verlangt von Unternehmen zwei neue grundsätzliche Überlegungen:

■ **Smarte Produkte** (wie Arbeitsmittel, -stoffe, -räume, Softwaretools) liefern Daten, die für den Arbeitsprozess genutzt werden können. Hier sind neben wirtschaftlichen auch Aspekte zu berücksichtigen

wie Datensicherheit, Umgang mit personenbezogenen Daten, Datenqualität.

■ Diese Daten haben Auswirkungen auf die bestehenden Arbeitsabläufe, die vorhandene Software und Hardware sowie deren Aktualisierung, zum Beispiel hinsichtlich Kompatibilität oder Cloud-Services.

Es ist sinnvoll, diese Aspekte be-

reits vor der Beschaffung von smarten Arbeitsmitteln und anderen 4.0-Technologien³ mit Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) zu beachten, da Korrekturen im Nachhinein aufwendig und teuer sein können und zu Irritationen bei den Führungskräften sowie Beschäftigten führen können. Daher sollten Unternehmen vor der Beschaffung Kriterien für eine betriebsbezogene Nutzung der 4.0-Technologien entwickeln.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Beschaffung digitaler Produkte

Eine Beschaffung digitaler Produkte bezeichnet hier eine bedarfsgerechte und wirtschaftliche Versorgung mit 4.0-Technologien beziehungsweise digitalen Produkten (wie Arbeitsmittel, -stoffe, -räume), die eigenständig Daten erfassen, speichern, weiterleiten und über Plattformen verarbeiten. Sie schließt die Versorgung des

Unternehmens mit sämtlicher intelligenter Software inklusive ihrer KI (zum Beispiel Applikationen) und Hardware (zum Beispiel ein Tablet) für die betriebliche Nutzung ein. Dieser Beschaffungsvorgang umfasst die Bedarfsermittlung, Lastenhefterstellung⁴, Recherche, Auswahl und Einkauf⁵ der Produkte. Bei der Beschaffung digitaler Produkte sind die Aspekte Lieferung, betriebspezifische Ent-

wicklung, Betrieb und Wartung der digitalen Produkte sowie die von ihnen erzeugten Daten zu berücksichtigen.⁶ Dazu gehören auch die Informationsbeschaffung und der Überblick, welche Produkte wo eingekauft werden, sowie Informationen darüber, welche Daten erfasst werden, wo sie gespeichert werden, wie sie verarbeitet werden, wer Zugriffsrechte besitzt und wie sie gelöscht werden können.

In der digitalen Transformation wird nicht mehr lediglich ein Produkt beschafft, sondern damit verbunden fast immer auch intelligente 4.0-Technologie, die die Daten erzeugt, sammelt und verarbeitet. Dadurch beeinflusst und verändert die digitale Transformation die Beschaffung.

Zudem können durch die Echtzeitverfügbarkeit betriebsinterner und -externer Daten die aktuellen Bestellbedarfe erfasst werden und die 4.0-Technologien können auch die Prozesse der Beschaffung beeinflussen.⁷ Dieser Aspekt wird in der vorliegenden Umsetzungshilfe nicht weiter

behandelt.

Welche Schritte bei der Beschaffung digitaler Produkte berücksichtigt werden sollten, ist nachfolgend exemplarisch aufgeführt:

1. Bedarfserhebung: Bei der Bedarfserhebung sollte genau überlegt werden, für welche Tätigkeiten, Auf-

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ Das Lastenheft für die Software wird in der Regel vom Auftraggeber verfasst, das Pflichtenheft vom Auftragnehmer. Das Pflichtenheft wird mit dem Auftraggeber abgestimmt. Auftraggeber und Auftragnehmer berücksichtigen dabei, in welche Richtungen die intelligente Software weiterlernt.

⁵ aber auch Miete, Leasing oder Mietkauf, Bundesanzeiger (2010), S. 1

⁶ Die Beschaffung ist im Lebenszyklus von Software nach ISO 12207 einer von fünf Primärprozessen, die bei der eigentlichen Beschaffung mitbedacht werden müssen: Beschaffung, Lieferung, Entwicklung, Betrieb und Wartung.

⁷ Auch können Einkaufsprozesse fast vollständig digitalisiert werden, Beschäftigte steuern und überwachen diese Prozesse dann nur noch. Darüber hinaus entstehen neue Möglichkeiten dadurch, dass 3-D-Druck Beschaffung und Lagerhaltung ersetzen kann.

gaben und Anwendungsbereiche die 4.0-Technologie angeschafft werden soll. Es sollte eine Risikobetrachtung zum smarten Produkt mit der 4.0-Technologie durchgeführt werden beziehungsweise die bereits durchgeführte Risikobetrachtung sollte bei der Bedarfserhebung berücksichtigt werden. **› Siehe Umsetzungshilfen 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen; 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen; 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0; 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit.**

› Ein Beispiel: In einer Kfz-Werkstatt treten bei Reparatur und Wartung unterschiedlichster Fahrzeugmodelle Fehler auf, da Spezifikationen zu den unterschiedlichen Modellen fehlen. Deshalb soll es in der Werkstatt eine mobil einsetzbare Informationsanzeige geben, die auf digital vorliegende Dokumente (zum Beispiel Informationen auf Herstellerplattformen) zugreift und Informationen über die nächsten Arbeitsschritte, Arbeitsmittel oder zu Gefahrstoffen liefert.

2. Bedarfsprofil: Auf Basis einer Analyse der Unternehmensprozesse werden sämtliche Anforderungen an die 4.0-Technologie zusammengetragen, diese gegebenenfalls priorisiert und daraus ein Anforderungskatalog (auch Kriterienkatalog oder Lastenheft) erstellt. Im Bedarfsprofil fällt zudem die Entscheidung für eine Produktkategorie. **› Beispiel:** Das zu beschaffende Produkt – ein Tablet oder eine Datenbrille – soll beinahe in Echtzeit mit Kundeninformationen und Herstellerdatenbanken kommunizieren. Die Informationsübertragung zwischen diesen Datenbanken und dem Gerät soll verschlüsselt erfolgen. Es soll einfach zu bedienen sein. Darüber hinaus sollen bei der Nutzung die Hände frei bleiben. In diesem Fall fällt die Wahl auf eine Datenbrille.⁸

3. Sichtung des Marktes: Hier werden smarte Produkte mit 4.0-Technologien recherchiert und auf Übereinstimmung mit dem Bedarfsprofil geprüft. Auch Klein- und Kleinstbetriebe stellen nach Recherchen zu smarten Produkten mit 4.0-Technologien häufig fest, dass Standardlösungen für ihre betrieblichen Belange und Strukturen nicht adäquat sind. Sie stehen damit unter Umständen vor allem bei intelligenter Software (inkl. KI) vor der Entscheidung, die Software selbst zu programmieren oder programmieren beziehungsweise anpassen oder vorhandene Arbeitsmittel mit Sensoren ausstatten zu lassen. **› Beispiel:** Die intelligente Standardsoftware eines smarten Arbeitsmittels besitzt nicht die im Betrieb verwendeten Schnittstellen und es ist eine spezielle Anpassung zu programmieren.

4. Auswahl:⁹ Hier erfolgt die Wahl des smarten Produktes mit 4.0-Technologie anhand definierter Kriterien. Sofern mehrere Möglichkeiten in Betracht gezogen werden, können Analysen (zum Beispiel Nutzwert- oder Prioritätenanalysen) helfen, qualitative und quantitative Faktoren zu vergleichen.

Auswahlkriterien für die Beschaffung – Beispiele:

Auswahlkriterien helfen, die neuen Aspekte der 4.0-Technologien bei der Beschaffung von Produkten und intelligenten Softwaretools (wie Personaleinsatzplanung oder Organisationssoftware) zu berücksichtigen. **› Siehe Umsetzungshilfe 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien.** Auswahlkriterien für die Beschaffung können zum Beispiel sein:

- Kenntnis über die Daten (auch die personenbezogenen), die von dem digitalen Produkt erfasst, weitergeleitet und verarbeitet werden: Welche Daten erfasst das Produkt? Wo liegen sie? Wie und für was werden sie verwendet? Wer hat Zugriff

auf die Daten? Wer kann sie unter welchen Umständen verändern? – Diese Informationen sollten in einem „Informationsblatt smartes Produkt“ zum Produkt/Software-tool mitgeliefert werden. **› Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.**

- Die anzuschaffenden 4.0-Technologien des digitalen Produktes liefern eine ausreichende Datenqualität. **› Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.**
- Die 4.0-Technologien erfüllen die Anforderungen an Sicherheit und Gesundheit (zum Beispiel Ergonomie, Betriebssicherheit). **› Siehe Umsetzungshilfen 3.1.1 Betriebs-sicherheit der CPS; 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit.**
- Die Kriterien, nach denen die intelligente Software (inkl. KI) arbeitet, lernt und sich weiterentwickelt, sind bekannt.
- Interventions- und Eingriffsmöglichkeiten für den Betrieb in Bezug auf die Steuerung durch die intelligente Software (inkl. KI) sind gegeben.
- Löschmöglichkeiten der Daten sind vorhanden.
- Datenschutz und Datensicherheit sind gewährleistet.
- Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI) werden erfüllt. **› Siehe Umsetzungshilfe 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI).**
- Kompatibilität der zu beschaffenden 4.0-Technologien zu bereits existierender Hard- und Software, auch für Kommunikation mit externen Partnern ist gegeben.
- Qualität des Herstellers/Anbieters in Bezug auf Sicherheit und Qualität des Supports (zum Beispiel Sicherheitskonzept des Anbieters, Zertifizierungen) ist ausreichend. **› Siehe Umsetzungshilfe 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud.**
- Lizenzbedingungen sind akzeptabel, führen nicht zu Abhängigkeiten und die Verantwortlichkeiten sind eindeutig geklärt (zum Beispiel Ver-

⁸ Hierunter fallen neben der eigentlichen Wahl eines Produktes auch die Bestellüberwachung des Wareneingangs und die Zahlungsabwicklung.

⁹ Software, die nur als Download gekauft wird, kann beispielsweise nicht zurückgegeben werden. Es gibt Ausnahmefälle, wo das Widerrufsrecht nicht gilt, bei Downloads ist dies aber rechtlich umstritten. Gesetzliche Regelungen liegen nicht vor.

fügung über Daten, Verarbeitung/ Weitergabe an Dritte, Gerichtsstandort, Gewährleistungen).

- Folgekosten (gesamter Lebenszyk-

lus) werden berücksichtigt, auch im Hinblick auf Lieferung, Entwicklung, Implementierung, Qualifizierung der Nutzer, Betrieb und Wartung.

Dabei wird nicht der kurzfristig günstigste Anbieter ausgewählt, sondern der mittel-/langfristig wirtschaftlichste.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Eine systematische Auseinandersetzung mit den bedarfsspezifischen Anforderungen und verschiedenen Hard- und Softwarekomponenten im Vorfeld der Beschaffung eröffnet unter anderem folgende Chancen:

- Effizienter und effektiver Einsatz durch Wahl des passenden smarten Produktes mit 4.0-Technologie.
- Erhöhte Akzeptanz bei den Nutzern.
- Berücksichtigung von Kriterien der Prävention, der Sicherheit oder des Datenschutzes bereits zu Beginn der Beschaffung.
- Vermeidung aufwendiger und kostenintensiver Korrekturen nach der Implementierung.
- Permanente Pflege durch den Hersteller, die 4.0-Technologie ist im-

mer auf dem neuesten Stand der Technik.

Gefahren: Fehlende Kenntnisse von Kriterien für die Beschaffung digitaler Produkte können unter anderem folgende Gefahren mit sich bringen:

- Einkauf eines Produktes, dessen Auswirkungen auf das Unternehmen nicht absehbar sind und das den tatsächlichen Bedarfen an die intelligente Software (inkl. KI) nicht entspricht.
- Gesetzliche Auflagen zum Umgang mit Daten, die das Produkt generiert und weitersendet, werden nicht erfüllt (wenn der Betrieb darauf bei der Anschaffung der 4.0-Technologie nicht geachtet hat).
- Mehraufwand und Störungen im

Arbeitsablauf – zum Beispiel durch Schnittstellenprobleme, fehlende Kompatibilität, nicht ausreichende Datenqualität.

- Belastung und dadurch hervorgerufene Unzufriedenheit der Führungskräfte und Beschäftigten – zum Beispiel durch fehlende Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software oder unzureichendes Training.
- Ablehnung des smarten Produktes mit 4.0-Technologie durch die Führungskräfte und Beschäftigten – zum Beispiel, weil die Einführung nicht erklärt wurde, weil unklar ist, wie das Produkt agiert oder welche personenbezogenen Daten erhoben werden.
- Verlust der betrieblichen Hoheit über eigene Daten.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Durch die umfassenden Vernetzungen und die Verarbeitung von Daten durch intelligente Software (inkl. KI) kann die Beschaffung digitaler Produkte schnell eine hohe Komplexität erreichen, die sich aber beherrschen lässt, wenn Anforderungskriterien systematisch festgelegt werden. Gleichzeitig sollten die grundlegenden Funktionsweisen der intelligenten Software (inkl. KI) mindestens über ein „Informationsblatt smartes Produkt“ bekannt sein und berücksichtigt werden. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.6 Informationsblatt smartes Produkt.* Neben den oben im Beschaffungsprozess dargestellten Maßnahmen sind die folgenden Aspekte bereits vor der Beschaffung relevant:

- Für welche **Aufgaben** werden die digitalen Produkte benötigt und welche Funktionen müssen sie beinhalten?

› Einsatzgebiete, Anforderungen und Spezifikationen (mögliche Schnittstellen, Grad der Autonomie der Software) des Produktes in einer konkreten Leistungsbeschreibung festlegen.

› Welche Auswirkungen haben die neuen Möglichkeiten auf die betrieblichen Prozesse, zum Beispiel Effektivität, Effizienz, Produktivität, Qualität, Security und Sicherheit, Gesundheit?

› Priorisierung/Gewichtung der für die Auswahl maßgeblichen Kriterien (Abwägung zwischen der Verwendung von standardisierten Lösungen, der Adaption/Modifikation, der Programmierung).

› Wie beeinflusst autonome und selbstlernende Software (inkl. KI) der anzuschaffenden digitalen Produkte die Prozesse im

Betrieb (Welche Aufgaben können von intelligenter Software [inkl. KI] übernommen werden, welche Auswirkungen hat dies für Führungskräfte und Beschäftigte)?

› Prüfen der Gewährleistung und der Möglichkeit des Testens der intelligenten Software (inkl. KI) vor dem Kauf (beim Kauf digitaler Güter im Internet haben Verbraucher teilweise andere Rechte als bei nicht virtueller Beschaffung).¹⁰

› Soft-/Hardwareergonomische Faktoren berücksichtigen, zum Beispiel ein Kompromiss zwischen geringem Gewicht bei am Körper getragenen Geräten und für den geplanten Einsatz ausreichend großem Display, eine intuitive Bedienung oder leserliche Zeichen.

¹⁰ Software, die nur als Download gekauft wird, kann beispielsweise nicht zurückgegeben werden. Es gibt Ausnahmefälle, wo das Widerrufsrecht nicht gilt, bei Downloads ist dies aber rechtlich umstritten. Gesetzliche Regelungen liegen nicht vor.

■ Erzeugung und Handhabung von Daten und Cloud-Nutzung

- › Welche Daten erzeugt das smarte Produkt und welche dieser Daten werden im Betrieb benötigt? Dazu gehören auch die im Rahmen der Nutzung generierten Daten. Auch nach ihrer Verwendung muss klar geregelt sein, was mit ihnen geschieht (Speicherung, Löschung, Pflege, Weiternutzung in anderen Kontexten).¹¹ Darauf achten, dass der gesamte Lebenszyklus des Produktes im Betrieb berücksichtigt wird, das heißt auch Administration, Einsatzbedingungen, Wartung und so weiter.
- › Wo ist der Speicherort der Daten (zum Beispiel auf einer betriebs-eigenen Plattform, auf einer Cloud eines Cloud-Dienstleisters oder beim Lieferanten oder Hersteller)? Welches Cloud-Modell ist für die geplante Anwendung sinnvoll und geeignet?
 - › *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen.*
- › Wie stark bindet sich der Betrieb durch die Beschaffung des Arbeitsmittels oder -stoffes zum Beispiel an einen Cloud-Dienstleister, Lieferanten oder Hersteller?
- › Wie kann der Zugang zu den Daten geregelt werden? Besteht die Möglichkeit des Zugriffs auf die Daten durch Dritte?
- › Besteht die Möglichkeit, dass aus Datenbewegungen durch Verknüpfung mit anderen Daten unzulässige Rückschlüsse auf personenbezogene Daten gezogen werden?
- › Wie ist die Datensicherung geregelt? Gibt es ein Sicherheits- und Notfallmanagement? Kann die Datensicherung auch ohne die Hersteller oder Cloud-Anbieter erfolgen (Datensouveränität)?
 - › *Siehe Umsetzungshilfen 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit; 2.2.4 Notfallorganisa-*

tion und 4.0-Prozesse; 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud.

- › Liefert die Verwaltungssoftware Hinweise für Beschäftigte zu sicherem und gesundheitsgerechtem Verhalten (zum Beispiel Unterweisungen, Betriebsanweisungen, Sicherheitsdatenblätter, „Not-Aus“)?
- › Besitzt der Cloud-Anbieter Referenzen, die seine Qualität dokumentieren (zum Beispiel Trusted-Cloud-Zertifikat)?

■ Kompatibilität, Nutzungsrechte und Verantwortung

- › Prüfen der Kompatibilität der digitalen Produkte mit anderen im Betrieb verwendeten 3.0- oder 4.0-Produkten. 4.0-Anwendungen sollen auch mit im Betrieb vorhandenen Systemen kompatibel sein (offene Systemarchitektur). Voraussetzungen dafür sind passende Datenschnittstellen oder spezielle Hardware. Für reibungslosen Austausch von Daten zwischen unterschiedlichen Softwareanwendungen empfiehlt sich eine intelligente Software (inkl. KI) mit möglichst großer Zahl von Export-Formaten für die generierten Daten.
- › Beim Erwerb von intelligenter Software (inkl. KI) wird in der Regel lediglich das Nutzungsrecht erworben. Das geistige Eigentum verbleibt beim Hersteller der Software. Dies kann auch die Möglichkeit beeinflussen, eventuell notwendige Veränderungen beziehungsweise Anpassungen der intelligenten Software (inkl. KI) an betriebs-spezifische Bedürfnisse vorzunehmen.
- › Bei autonomen und selbstlernenden technischen Systemen sollte überprüft und geklärt werden, wer die Verantwortung trägt und wie die Gewährleistung bei Unfällen und Schäden geregelt ist. Es sollte dabei auch detailliert geklärt werden,

in welcher Weise der Hersteller auf die Funktionsfähigkeit der Arbeitsmittel und der anderen digitalen Produkte einwirken kann und darf.

- › Es sollte bei autonomen und selbstlernenden technischen Systemen überprüft werden, inwieweit die Unternehmer- und Herstellerverantwortung geregelt ist und inwieweit sich hier gegebenenfalls Veränderungen in Bezug auf den Status quo ergeben. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen.*
- › Alle Komponenten sollten jeweils über eine gültige CE-Zertifizierung verfügen. Das entsprechende CE-Zertifikat muss vom Hersteller mitgeliefert werden.

■ Neue Anforderungen an die Beschaffung:

- › Mit den oben genannten Schritten gehen veränderte/neue Aufgaben der Beschaffung einher. Die Beschaffung muss noch stärker als bei nicht smarten Produkten die Auswirkungen auf die folgenden Arbeitsprozesse berücksichtigen und sich mit Fragen des Datenschutzes und der Datensicherheit befassen. Dazu sind auch neue Kompetenzen erforderlich. So sollten Kompetenzen rund um die Themen Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien, Gebrauchstauglichkeit von intelligenter Software (inkl. KI) oder rechtliche Grundlagenkenntnisse über Datensicherheit und Datenschutz vorhanden sein. Hier wird empfohlen, in den Betrieben die Kompetenz durch Qualifizierung und Trainings zu fördern. Dabei ist nicht das spezifische IT-Detailwissen wichtig, sondern das grundlegende Vermögen, die „richtigen Fragen“ stellen zu können. Denkbar ist hier die Unterstützung durch externe Experten. › *Siehe Um-*

¹¹ Hier finden die Regelungen des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) und der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) zur Datenerhebung, Datenverarbeitung und der Datennutzung Anwendung.

setzungshilfe 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien.

- › Da smarte Produkte beziehungsweise ihre intelligente Software (inkl. KI) oft nur mit Aufwand verändert werden können, sollte bereits bei der Beschaffung darauf geachtet werden, dass die intelligente Software (inkl. KI) die Anforderungen der sicheren und gesundheitsgerechten Arbeitsgestaltung erfüllt.
- › Die Einkäufer im Betrieb sollten sich wie der Unternehmer (im kleinen Betrieb oft die gleiche Person) verdeutlichen, dass es für den Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI) zu neuen

Formen der Verteilung von Verantwortung und teilweise sogar zu noch ungeklärten rechtlichen Fragen kommen kann. › Siehe Umsetzungshilfen 1.3.4 Autonome Softwaresysteme und Unternehmerverantwortung; 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen.

- › Da autonome und selbstlernende Software (inkl. KI) auch die Rolle von Führungskräften und Beschäftigten grundlegend beeinflussen kann, sollte in der Beschaffungsphase darauf geachtet werden, welche Rolle die Menschen im Verhältnis zur Technologie im Betrieb spielen sollen. › Siehe Umsetzungshil-

fen 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI); 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI).

- › Im Betrieb sollten Kriterien für die Beschaffung digitaler Produkte erstellt werden, in denen grundlegende Anforderungen an die Beschaffung von 4.0-Technologie beschrieben sind. Dabei können viele der hier aufgeführten Punkte zugrunde gelegt werden. Dies kann gerade in kleinen und mittleren Unternehmen hilfreich sein, in denen nicht permanent digitale Produkte angeschafft werden und auch nicht immer spezielle IT-Kenntnisse vorhanden sind.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Bundesanzeiger (2010). *Checkliste für die Beschaffung von Standard-Hard- und -Software*. https://www.bundesanzeiger-verlag.de/fileadmin/BIV-Portal/Bildervorschlaege/PDF/Checkliste_Standard_Hard-_und_Software.pdf. Zugegriffen: 30.07.2018.

DIN ISO 20400:2017-04 *Nachhaltige Beschaffung – Leitlinien*.

Hoffmann, F. J. (2014). *Anthropomatik*

schafft revolutionäre Logistik-Lösungen. In T. Bauernhansl, M. ten Hompel, & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik* (S. 207–220). Wiesbaden: Springer Vieweg.

ISO/IEC/IEEE 12207:2017 *Systems and software engineering – Software life cycle processes*.

itb (Hrsg.) (2018). *Handwerksbetriebe auf*

dem Weg in die Arbeitswelt 4.0. Karlsruhe: medialogik.

Wiese, J. (1998). *Ein Entscheidungsmodell für die Auswahl von Standardanwendungssoftware am Beispiel von Warenwirtschaftssystemen*. <https://www.wi.uni-muenster.de/sites/wi/files/publications/ab62.pdf>. Zugegriffen: 30.07.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen
- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 1.3.4 Autonome Softwaresysteme und Unternehmerverantwortung

- 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen
- 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit
- 2.2.4 Notfallorganisation und 4.0-Prozesse
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen

- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud
- 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)

2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse



- **Stichwörter:** Controlling und Steuerung, Kennzahlen, Erhalt der Leistungsfähigkeit, Reduzierung von Ausfallzeiten, Produktivitätsverbesserungen

> Warum ist das Thema wichtig?

4.0-Prozesse¹ verändern das Controlling in den Betrieben nachhaltig. Zum einen ermöglichen cyber-physische Systeme² (CPS) mit ihrer intelligenten Software³ und ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) die Erfassung einer großen Anzahl von Daten sowie deren Verknüpfung, um Zusammenhänge beinahe in Echtzeit

zu identifizieren. Dadurch können laufende Prozesse wirkungsvoller überwacht, Mängel schneller aufgezeigt und Schwachstellen erkannt werden. Zum anderen verändert sich auch die Rolle des Controllings: bisher lieferte das Controlling Daten in bestimmten Fristen, zukünftig kann es kontinuierlich Daten für den Füh-

rungsprozess liefern.

In dieser Umsetzungshilfe werden die Auswirkungen der 4.0-Technologien⁴ auf das Controlling aller Arbeitsprozesse beschrieben. Das Thema Kennzahlen und CPS wird in der *Umsetzungshilfe 2.1.7 Kennzahlen und CPS* behandelt.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Controlling

Unter Controlling wird hier die laufende Überwachung und Anpassung

- der vorgegebenen Ziele für laufende Arbeitsaufgaben und Projekte (operatives Controlling) sowie
- der strategischen Ausrichtung des Unternehmens (strategisches Controlling) verstanden.

Während die Führungskräfte für die strategische Ausrichtung des Unternehmens und die erfolgreiche Zielerreichung verantwortlich sind, unterstützt das Controlling die Führungsaufgaben durch Information, Planung, Kontrolle und Steuerung.⁵

- **Informationsgewinnung/-versorgung:** Bereitstellung von relevanten und verlässlichen Informatio-

nen über den wirkungsvollen Einsatz aller Ressourcen, damit die Unternehmensführung zielorientierte und strategische Entscheidungen treffen und umsetzen kann.

- **Planung:** Liefert auf Grundlage der Analyse bestehender Prozesse Hinweise für Zukunftsszenarien und Kriterien für die Bewertung.
- **Kontrolle:** Überprüfung des Zielerreichungsgrads und der Wirkung der Maßnahmen (Soll-Ist-Abweichung).
- **Steuerung:** Einflussnahme auf Handlungen, Entscheidungen und Prozesse auf Grundlage der Überprüfungsergebnisse, um möglichst optimale Ergebnisse zu erzielen.

In kleineren Betrieben übernimmt diese Aufgabe die Unternehmensführung, in größeren Betrieben gibt es dafür Controller (oder Controlling-Abteilungen). Lange Zeit wurde unter Controlling die Überwachung der Liquidität, des Finanzeinsatzes oder des Return on Investment (ROI) verstanden. Mittlerweile wird das Controlling auf den effektiven, effizienten, sicheren und produktiven Einsatz aller Ressourcen im Betrieb generell bezogen (zum Beispiel finanzielle, materielle, humane, soziale). Damit werden auch grundlegende Bereiche der präventiven Arbeitsgestaltung beziehungsweise ihrer Effekte Bestandteil des Controllings wie Produktivität, Leistungsbereitschaft, Störungen, Fehltage oder Unfälle.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁴ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁵ vgl. u. a. Horvath, Gleich & Seiter 2015, S. 14; Fischer, Möller & Schultze 2012, S. 59ff.; Küpper 2008, S. 27

Mit der Entwicklung von 4.0-Technologien werden auf das Controlling neue Herausforderungen zukommen:

1. Die steigende Anzahl an generierten Daten und die damit einhergehende Komplexität der Datenmenge beeinflussen die originären Funktionsbereiche des Controllings (Informationsgewinnung, Planung, Kontrolle, Steuerung).
2. Die stärkere Vernetzung interner und externer Bereiche (zum Beispiel durch externe Wartung) und die Zunahme unternehmensübergreifender Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette erweitern die zu berücksichtigenden Bereiche.
3. Erforderlich wird das Infragestellen bisher gültiger Paradigmen, da durch die intelligente Software (inkl. KI) bisher „unsichtbare“ Verbesserungspotenziale und Schwachstellen erkannt werden und sich damit die Werkzeuge für das Controlling ändern.
4. Die Aufgaben für das strategische und operative Controlling verändern sich durch die 4.0-Technologien. Das Controlling sollte die neuen Handlungsbedingungen und die Möglichkeiten der 4.0-Prozesse mitberücksichtigen.

In vielen Betrieben liefert das Controlling Kennzahlen. Auch hier werden CPS zu Veränderungen führen. **› Siehe Umsetzungshilfe 2.1.7 Kennzahlen und CPS.**

1. Steigende Komplexität der Datenmenge

■ Informationsgewinnung und -verarbeitung sowie Planung

Das Controlling wird immer größere Datenmengen erfassen, auswerten und den Führungskräften verständlich aufbereiten müssen. Die mit CPS generierte große Datenmenge ermöglicht dem Controlling, ein umfassenderes Bild der Unternehmenssituation zu erhalten. Um betriebliche Daten (von Arbeitsmitteln, Arbeitsmaterialien,

Fahrzeugen, Gebäuden, Prozessen, Beschäftigten) für das Controlling im Betrieb einsetzen zu können, werden Technologien und Fähigkeiten benötigt um unstrukturierte, semi-strukturierte sowie klar formatierte Daten sinnvoll und gewinnbringend zu verarbeiten.⁶

Durch autonome technische Systeme⁷ (CPS) sind komplexe und vernetzte Rechengänge mit entsprechenden Analysetools möglich, die fundierter als früher Zusammenhänge darstellen und damit Hinweise auf Potenziale und Schwachstellen im Unternehmen geben können. Die autonomen technischen Systeme kanalisieren die Informationsflut in aussagekräftige visuelle Informationen beinahe in Echtzeit und können die Führungskräfte in die Lage versetzen, umgehend Schlüsse aus der großen Datenmenge zu ziehen.⁸ **› Siehe Umsetzungshilfen 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse; 1.3.1 Entscheidungen und 4.0-Prozesse.**

Bei der Informationsgewinnung über Daten aus CPS sollte unter anderem auf folgende Aspekte geachtet werden:

- › Welche aus der Fülle der zur Verfügung stehenden Daten sind für das Controlling tatsächlich aussagekräftig? Ist festgelegt, welche Daten Grundlage des Controllings sein sollen?
- › Ist die Qualität der Daten für die Fragestellung des Controllings ausreichend und liefern sie verlässliche Informationen? **› Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.**
- › Werden im Controlling personenbezogene Daten verwendet, ohne dass dies mit den betroffenen Personen vereinbart ist?

Mithilfe der gewonnenen Informationen können sehr viel detailliertere und zeitnahe Planungen der Prozesse und Arbeitsschritte vorgenommen werden.

■ Kontrolle

Durch den Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI) im Controlling können Zahlen generiert werden, die Prozesse und Entwicklungen transparenter machen. Damit können einzelne Unternehmensbereiche leichter miteinander verglichen und bei Zielabweichung frühzeitig Korrekturen eingeleitet werden.

Durch Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI) im Controlling können anhand generierter Daten die Produktivität der Prozesse kontrolliert und entsprechende Maßnahmen beinahe in Echtzeit eingeleitet werden, beispielsweise können Aktivitäts- und Gesundheitsdaten der Beschäftigten erfasst und analysiert werden – Datenschutz vorausgesetzt. **› Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.** Die persönliche ID-Karte eines Beschäftigten mit einem Sensor (zum Beispiel RFID-Chip) wird von der Arbeitsumgebung erkannt. Das System erkennt, dass der Arbeitsplatz nicht individuell ergonomisch eingerichtet ist und somit nicht alle Produktivitätspotenziale ausgeschöpft werden.

Das autonome technische System kann beispielsweise ein verlangsamtes Arbeitstempo oder gehäufte Fehler eines Beschäftigten feststellen und damit auf mögliche Qualifikationsbedarfe, gesundheitliche Probleme oder anderes aufmerksam machen. Diese Daten können die Führungskräfte dazu nutzen, Beschäftigte bedarfsgerecht zu fördern und zu unterstützen, zum Beispiel durch gezielte Qualifikationen oder Maßnahmen zur Gesundheitsförderung.

Nach demselben Muster können fast alle Prozesse und der Einsatz fast aller Ressourcen durch CPS kontrolliert und die Effizienz sowie Effektivität der Abläufe überprüft werden.

■ Steuerung

„Traditionell“ erfolgt die Steuerung aufgrund der durch das Controlling

⁶ Fasel & Meier 2016

⁷ Autonome technische Systeme bewerten und agieren eigenständig selbstlernend auf Grundlage von künstlicher Intelligenz und 4.0-Technologien (eigenständiges Handeln im Rahmen des technologischen Programms) und können verbindliche Entscheidungen treffen. Automatisierte Systeme agieren demgegenüber auf Grundlage streng geregelter und „starr“ programmierter Abläufe (präzise Reproduktion).

⁸ Losbichler, Eisl & Plank 2016, S. 47

bereitgestellten Informationen in vielen Betrieben beispielsweise über betriebliche Kennzahlen. **➤ Siehe Umsetzungshilfe 2.1.7 Kennzahlen und CPS.** Durch den Einsatz von 4.0-Technologien ist eine höhere Anzahl an Daten in Echtzeit verfügbar. Zudem sind die Informationen aktueller, die Zyklen kürzer und die Berichte zeitnaher. Gleichzeitig steigt aber auch die Gefahr, dass Datenmüll produziert wird, Daten falsch erhoben, ausgewertet und interpretiert werden. Hier sollte das Controlling noch stärker als früher auf die Datenqualität achten, um auf Grundlage verlässlicher Daten und Ergebnisse die Prozesse steuern zu können. **➤ Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.**

Autonome technische Systeme werden allerdings nur dann detaillierte und umfassende Controlling-Daten zu Prozessen liefern, wenn die Controlling-Funktionen bereits bei der Programmierung oder der Anschaffung der autonomen Systeme mitberücksichtigt werden. Geschieht dies, kann zum Beispiel eine Prozessoptimierung vorgenommen werden, die eine tagessgenaue Aktualisierung der Fertigungskapazitäten vornimmt oder eine ständige Übersicht über die Auslastung der Kapazitäten liefert. Möglich wird auch das Verfolgen der Produkte von der Fertigung bis zur Auslieferung. Ein rechtzeitiges Gegensteuern wird bei erkennbaren Problemen oder Verzögerungen eingeleitet. Auch bei Arbeitsmitteln können autonome technische Systeme mit Überwachungsdaten und Korrekturprogrammen direkt Maßnahmen ganz oder teilweise steuern. Durch frühzeitige Hinweise auf mögliche Mängel von Maschinen und Verschleißteilen kann der Wartungs- und Instandhaltungsprozess verbessert und ungeplanten Ausfällen vorgebeugt werden.

2. Überbetriebliche Wertschöpfung

Das Controlling sollte auch die durch 4.0-Prozesse verursachte stärkere Vernetzung sowohl interner Be-

reiche als auch unternehmensübergreifender Kooperationen in den Blick nehmen. Stärker als im konventionellen Controlling sollten auch externe Akteure (wie Crowdworker, Soloselbstständige, Zulieferer, Kooperationspartner, aber auch Kunden) in den Controlling-Prozess eingebunden werden. In dem Maße, wie externe Ressourcen an der betrieblichen Wertschöpfung mitwirken, beeinflussen diese externen Ressourcen die Effektivität und Effizienz der Prozesse. **➤ Siehe Umsetzungshilfe 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding.**

Die Vernetzung mit solchen Partnern über 4.0-Technologien ermöglicht die Erfassung umfangreicher Datenbestände dieser Vernetzungspartner. Gleichzeitig sollten sich die Führungskräfte bewusst machen, dass aufgrund der engen Vernetzung auch die Kooperationspartner Daten und Informationen über das eigene Unternehmen erfassen können.

3. Infragestellung bisher gültiger Paradigmen

Mit der zunehmenden Nutzung von 4.0-Technologien verändern sich die Wettbewerbsbedingungen. Viele gängige Regeln und Gesetzmäßigkeiten, nach denen früher *Wettbewerbsfähigkeit* gemessen wurde, gelten nicht mehr (in dem Maße wie früher) – neue Möglichkeiten bieten sich.

Durch die digitale Transformation werden Märkte zunehmend fragmentierter. Das Gesetz der Größenvorteile (Economies of Scale) gilt aufgrund der sinkenden Transaktionskosten nicht mehr in jedem Markt. Dies kann insbesondere für kleine Unternehmen einen Vorteil bedeuten, da sie flexibel und ohne hohe Einstiegskosten die Nachfrage auf den neu entstehenden Marktplätzen (Plattformen) bedienen können. Das Controlling sollte also nicht nur die betriebsinternen Unternehmensprozesse überwachen, sondern kontinuierlich das Marktumfeld beobachten, um schnell auf Marktveränderungen reagieren zu können. Die Bandbreite der Veränderungen reicht von einer Produkt- oder Dienstleistungsveränderung bis hin zur Etablierung neuer Geschäftsmodelle

durch 4.0-Technologien, zum Beispiel Plattformen. Dabei erfordern die Geschäftsmodelle möglicherweise selbst neue Formen der Steuerung. **➤ Siehe Umsetzungshilfen 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation; 2.5.3 Plattformökonomie.**

Der Einsatz von 4.0-Technologien verändert nicht nur das Aufgabenspektrum, auch die *Rolle der Führungskraft im Controlling* (in größeren Betrieben der Controller) ändert sich. Im Controlling werden nun nicht mehr nur vergangenheitsbezogene Daten bewertet, sondern autonome technische Systeme können auf Grundlage von Echtzeitdaten Empfehlungen aussprechen oder gar Controlling-Prozesse ganz oder teilweise steuern. **➤ Siehe Umsetzungshilfe 1.3.4 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI).** Die Betriebe sollten sehr genau reflektieren, welche Rolle die autonomen technischen Systeme im Controlling spielen. **➤ Siehe Umsetzungshilfe 1.1.2 Autonomie der Systeme.**

Beispielsweise:

- Soll das Controlling-CPS Informationen und Vorschläge zur Verbesserung geben und die Führungskraft entscheidet und handelt dann auf Grundlage dieser Informationen?
- Soll das Controlling-CPS Informationen und Vorschläge zur Verbesserung geben und nach Freigabe oder Korrektur durch die Führungskraft die Maßnahmen umsetzen?
- Soll das Controlling-CPS Teilprozesse direkt umsetzen und ganz oder teilweise steuern und andere Prozesse obliegen den Entscheidungen und Handlungen der Führungskraft (hybrides System)?
- Soll das Controlling-CPS die komplette Steuerung des Controlling-Prozesses übernehmen (Handlungsträgerschaft durch CPS)? **➤ Siehe Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).**

Durch die Nutzung autonomer technischer Systeme im Controlling kann die Führungskraft im Controlling

(in größeren Betrieben Controller) neue Aufgaben übernehmen. Sie kann sich beispielsweise auf Grundlage umfassender Daten stärker auf die Gestaltung von Unternehmensprozessen konzentrieren. Damit erhält das Controlling nun einen eher präventiven Charakter.

Das bedeutet, dass die Führungskraft (die Controller) ein Grundverständnis für die Möglichkeiten von IT, autonomen Systemen und 4.0-Prozessen für das Controlling haben sollte.

4. Neue Aufgaben für das Controlling

■ Strategisches Controlling der 4.0-Prozesse

4.0-Technologien breiten sich schnell und mit erheblichen Auswirkungen auf die Geschäftsmodelle und die Prozessorganisation in Produktion und Dienstleistung aus.⁹ So eröffnen ambivalente und dynamische Situationen Unternehmen Wettbewerbsvorteile und Handlungsmöglichkeiten für eine produktive und gesundheitsgerechte Arbeitsorganisation. Voraussetzung ist allerdings, dass die Potenziale in diesen Entwicklungen rechtzeitig und systematisch erkannt und genutzt werden. Das strategische Controlling gewinnt daher zunehmend an Bedeutung. Im Betriebsalltag liegt – gerade in kleinen und mittleren Betrieben – die Aufmerksamkeit oft auf der Realisierung der Alltagsaufgaben. Dennoch sollte das strategische Controlling der 4.0-Prozesse nicht vernachlässigt werden. Schließlich besteht die Aufgabe des strategischen Controllings darin, den Blick der verantwortlichen Akteure darauf zu richten, die strategischen Möglichkeiten der 4.0-Prozesse er-

kennen und nutzen zu können. Dabei sollte beobachtet werden, welche 4.0-Technologien und welche intelligente Software (inkl. KI) für die Branche vorhanden ist und welche Anwendungen für den Betrieb sinnvoll sind.

In kleinen und mittleren Betrieben ohne Controller, sollte sich die Unternehmensführung feste Termine setzen, an denen sie bewusst diesen strategischen Blick auf die Möglichkeiten der 4.0-Technologien wirft. *› Siehe auch 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation.*

■ Operatives Controlling der 4.0-Prozesse

Nach der strategischen Entscheidung zur Integration der 4.0-Technologien stehen die Unternehmen vor der Aufgabe, die neuen digitalen Möglichkeiten angemessen, sorgfältig und systematisch in die Arbeits- und Organisationsprozesse zu integrieren und sie produktiv und gesundheitsgerecht zu nutzen. Gleichzeitig aber stehen sie – und im Besonderen die kleinen und mittleren Betriebe – unter einem hohen Entwicklungsdruck und verfügen über wenig bis keine Erfahrungen mit den 4.0-Prozessen. In dieser Situation wird ein operatives Controlling relevant. Bei der Einführung und späteren Nutzung von 4.0-Technologien und intelligenter Software (inkl. KI) überprüft das operative Controlling fortlaufend die Wirksamkeit der ergriffenen Maßnahmen und liefert Grundlagen für die Steuerung. Ansonsten kann es schnell zu Fehlentwicklungen, unnötigem Aufwand, Störungen

im Arbeitsablauf, Unzufriedenheit der Führungskräfte und Beschäftigten, unwirtschaftlichen Prozessen und Abhängigkeiten von Anbietern kommen.

In kleinen und mittleren Betrieben, die keinen Controller haben, sollte eine Person der Unternehmensführung beziehungsweise eine Führungskraft oder ein Experte das operative Controlling übernehmen. Es sollte darauf geachtet werden, dass diese Person auch die Kompetenzen besitzt, um das operative Controlling der Integration der 4.0-Prozesse bewerten und einschätzen zu können. Davon ist gerade in kleineren Betrieben nicht immer auszugehen, da sie oft nicht die erforderliche IT-Kompetenz im Betrieb haben und keine Ressourcen besitzen, IT-Experten einstellen zu können.

Die Person, die das operative Controlling der Einführung und Nutzung der 4.0-Technologien übernimmt, sollte die Möglichkeit bekommen, die erforderlichen Kompetenzen aufzubauen. Dabei muss sie kein IT-Experte werden, aber sie sollte die wesentlichen Kriterien zur Einschätzung der 4.0-Prozesse kennen (*› siehe Umsetzungshilfe 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien*). Die Führungskraft sollte den Digital-Mentor (*› siehe Umsetzungshilfe 2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“)*) oder einen unabhängigen IT-Experten hinzuziehen, der den Betrieb berät und der die für das operative Controlling verantwortliche Person bei der Bewertung der Einführungsprozesse sowie beim Controlling der Nutzung der 4.0-Technologien unterstützen kann.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

4.0-Technologien bieten dem Controlling unter anderem folgende **Chancen**:

■ Verbesserte Möglichkeiten der kompletten oder teilweisen Steuerung operativer Prozesse auf Basis einer quantitativ und qualitativ gewachsenen Datengrundlage.

■ Überprüfen des Ressourceneinsatzes in Echtzeit, wie Finanzen, Material, Arbeitsmittel, Energie, Beschäftigte, Produktivität.

■ Schnelle Reaktionen durch Informationen der autonomen technischen Systeme in Echtzeit.

■ Bessere Ausnutzung der vorhan-

denen Ressourcen, zum Beispiel ergonomische Arbeitsbedingungen für Beschäftigte, zeitnahe Erkennen von Mängeln im Prozessablauf, vorausschauende Wartung, Vermeidung von Stillstandzeiten, frühzeitiges Erkennen von Liquiditätsproblemen, bedarfsgerechte

⁹ vgl. u. a. Arbeitskreis Smart Service Welt/acatech 2015; VDI – Verein Deutscher Ingenieure 2016; VDI, VDE, IT 2011

Materialplanung.

- Entdeckung von neuen Wirkungszusammenhängen durch neue Auswertungsmethoden, wodurch zum Beispiel bislang unbekannt Kostentreiber identifiziert werden können.
- Bessere Visualisierungsmöglichkeiten der Ergebnisse zur besseren Nachvollziehbarkeit.
- Die Verfügbarkeit von Echtzeitdaten sowohl betriebsintern als auch aus der vernetzten Wertschöpfungskette erlaubt eine bessere und feinere Abstimmung der operativen Steuerung.

4.0-Technologien können für das Controlling unter anderem mit folgenden **Gefahren** verbunden sein:

- Die Daten besitzen nicht die Qualität, um verlässliche Ergebnisse für das Controlling zu liefern.
- Die Daten für das Controlling sind nicht ausreichend gesichert, zum Beispiel kann eine Vernetzung der Daten mit externen Partnern dazu führen, dass auch interne Daten des Unternehmens weitergegeben werden.
- Produzieren von „Datenmüll“ – nicht für betriebliche Zwecke benötigte Daten werden erfasst und gespeichert.
- Es werden personenbezogene Daten ohne Berücksichtigung und Einhaltung der Regelungen des Datenschutzes erhoben und für das Controlling verwendet.
- Die autonomen technischen Sys-

- teme steuern Controlling-Prozesse nach rein quantitativen Parametern und ziehen „falsche“ Schlussfolgerungen. Erfahrungswissen und situationsbezogenes Wissen von Führungskräften und Beschäftigten wird zu wenig berücksichtigt.
- Daten aus dem Controlling werden aufgrund mangelnder Datenqualität falsch ausgewertet, zum Beispiel bei der Abstimmung operativer Bereiche.
- Fehlende Kompatibilität zwischen Controlling-Tools mit den im Betrieb verwendeten Systemen.
- Führungskräfte und Beschäftigte akzeptieren das Controlling mithilfe von CPS nicht, da ihnen die Zusammenhänge nicht erklärt wurden.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Um unter den veränderten Bedingungen der 4.0-Prozesse ein effizientes Controlling betreiben zu können, sind zum Beispiel folgende Überlegungen wichtig:

Anschaffung eines autonomen oder teilautonomen Controlling-Systems

- Welche Daten sind für das Controlling relevant und mit welchen sollte das Controlling arbeiten? Welche Daten braucht das Unternehmen, um den Wert seiner Produkte zu maximieren? Welche IT-Programme (intelligente Software – inkl. KI) zur Datenerfassung und -auswertung sind für die betrieblichen Belange sinnvoll? Welches autonome oder teilautonome Controlling-System soll genutzt werden? › *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien; 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte.*
- Sollen externe Tools, Plattformen oder Anwendungen genutzt werden oder kann das autonome oder teilautonome Controlling-System in die bestehenden Systeme integriert werden?
- Wo soll das autonome oder teilautonome Controlling-System liegen (interne/externe Cloud)? › *Siehe*

Umsetzungshilfe 2.5.3 Plattformökonomie.

- Nach welchen Kriterien erhebt und verarbeitet die intelligente Software (inkl. KI) die Daten für das Controlling und nach welchen Kriterien entwickelt sich (lernt) das autonome oder teilautonome Controlling-System weiter?
- Wer übernimmt die informationstechnische Realisierung, Datengenerierung, -aufbereitung und -analyse des autonomen oder teilautonomen Controlling-Systems (intern oder extern)?
- Welche rechtlichen Rahmenbedingungen muss das autonome oder teilautonome Controlling-System erfüllen, zum Beispiel Datenschutz, Arbeits- und Gesundheitsschutz, Umweltschutz, ethische Kriterien? › *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI); 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen; 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS.*
- Wie kann die Datensicherheit gewährleistet werden, insbesondere beim Datenaustausch mit Partnern? › *Siehe Umsetzungshilfen 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit; 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.*

- Ist überlegt worden, wie die Führungskräfte und Beschäftigten in den neuen autonomen oder teilautonomen Controlling-Prozess eingebunden werden, zum Beispiel Erfahrungen einbinden, an Lösungen beteiligen, Akzeptanz herstellen/motivieren, Kompetenzen erweitern/qualifizieren? › *Siehe Umsetzungshilfen 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0; 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen.*
- Wie kann und soll das Zusammenspiel von Mensch und intelligenter Controlling-Software (inkl. KI) gestaltet werden? Welche Funktionen soll das autonome oder teilautonome Controlling-System übernehmen, welche die Führungskräfte und die Beschäftigten? Wer soll über die Steuerungsmaßnahmen entscheiden? › *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).*
- Welche erhobenen Daten eines autonom oder teilautonom agierenden Arbeitssystems können für das Controlling genutzt werden? Ist das autonome oder teilautonome technische System des Arbeitssystems kompatibel mit dem

autonomen oder teilautonomen Controlling-System? › *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI).*

- Wie ist eine gute Datenqualität zu erzielen, die verlässliche Informationen liefert? Welche Kriterien müssen dafür eingehalten werden, zum Beispiel Aktualität, Zuverlässigkeit, Verständlichkeit, Integrität? › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*
- Sind die Erfahrungen der Führungskräfte und Beschäftigten (wenn vorhanden, der Controller) bei der Konzeption des autonomen oder teilautonomen Controlling-Systems eingebunden?
- Sind die Beschäftigten beziehungsweise die gesetzlichen Interessenvertretungen (etwa Betriebs- und Personalräte, Schwerbehindertenvertretungen, Gleichstellungsbeauftragte) entsprechend ihren jeweiligen Aufgaben einbezogen und beteiligt? Beteiligungsorientierte Lösungen schaffen meist gute Ergebnisse. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0.*
- Wie kann der Aufwand für die interne Einbindung kalkuliert werden, zum Beispiel für neue IT- und Netzanbindungen, Kosten für Einführung, Aufwendungen für eventuell erforderliche Qualifizierungen der Führungskräfte und Beschäftigten? Welche Einsparungen ergeben sich?

Einführung eines autonomen oder teilautonomen Controlling-Systems

- Ist den Führungskräften und Beschäftigten erläutert worden, wie das Controlling durch die Einführung des autonomen oder teilautonomen technischen Controlling-Systems verändert wird?
- Ist den Führungskräften und Beschäftigten erläutert worden, welche Informationen und Daten in das Controlling einfließen und nach welchen Kriterien das System bewertet, damit die Führungskräfte und Beschäftigten die neuen Systeme akzeptieren und nutzen?

■ Ist ein Verfahren beziehungsweise ein Konzept entwickelt worden, wie das neue autonome oder teilautonome Controlling-System in die Arbeitsprozesse integriert wird?

› *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation.*

- Ist vereinbart worden, wie mit den personenbezogenen Daten des Controlling-Systems umgegangen wird (von Führungskräften, Beschäftigten, Kunden, Lieferanten)? Zum Beispiel welche Daten erhoben werden, wo diese liegen, wie sie verarbeitet und weitergegeben werden, wer Zugriff auf die Daten hat (Rekontextualisierung, Verkettbarkeit), Rücknehmbarkeit der Vereinbarung oder jederzeit Löschmöglichkeit (Datensouveränität)? › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*
- Sind den betroffenen Führungskräften und Beschäftigten (wenn vorhanden den Controllern) die wesentlichen Kriterien, nach denen das autonome oder teilautonome Controlling-System agiert und lernt, vermittelt worden (zum Beispiel Aggregation, Selektion und Präsentation der Inhalte, Informationen über die Funktionsweise der eingesetzten Algorithmen)?
- Welche Kompetenzen brauchen die Führungskräfte und die Beschäftigten (wenn vorhanden die Controller) im Umgang mit dem neuen autonomen oder teilautonomen Controlling-System, wie zum Beispiel bei der Analyse komplexer Daten, der Nutzung der neuen Technologien, der Auswertung und Interpretation der Daten, der Aufbereitung der Daten, der Konzeptualisierung von Gestaltungsvorschlägen? › *Siehe Umsetzungshilfen 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0; 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen.*
- Welche Risiken können durch die Nutzung von 4.0-Technologien im Controlling entstehen und wie sind diese einzuschätzen (Risikoanalyse/Gefährdungsbeurteilung)? Welche

Maßnahmen ergeben sich daraus (zum Beispiel Unterweisung, Qualifizierung)?

- Wie sind im Controlling die Verantwortungsbereiche und Schnittstellen sowie die Eigentums- und Zugriffsrechte auf die Daten zwischen den verschiedenen beteiligten Akteuren geregelt (zum Beispiel zwischen dem eigenen Betrieb, Lieferanten, Crowdworkern, Plattformbetreibern, Herstellern, Kunden)? › *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen.*

Neue Aufgaben für das Controlling

- Hat die Unternehmensführung das Controlling angewiesen, die strategische und operative Einführung und Nutzung der 4.0-Technologien speziell zu kontrollieren? In kleinen und mittleren Betrieben, die keinen Controller beschäftigen, sollte für diese Aufgabe eine Führungskraft oder ein Experte benannt werden, der sich regelmäßig über diese Entwicklungen informiert, sie dahingehend überprüft, ob und gegebenenfalls wie sie für die Unternehmensstrategie genutzt werden können, und darüber berichtet. Diese Person sollte auch das operative Controlling der Einführung und Nutzung der 4.0-Technologien übernehmen.
- Ist das Controlling – oder in kleinen und mittleren Betrieben die speziell beauftragte Person – für das Controlling der Einführung und Nutzung der 4.0-Technologien ausreichend qualifiziert, um 4.0-Prozesse bewerten zu können? Dafür sollte sowohl ausreichend Zeit als auch ein hinlängliches Budget eingeplant werden. Wurde überprüft, ob ein von Anbietern unabhängiger IT-Experte vom Controlling hinzugezogen werden sollte, um Fachfragen fundiert einschätzen zu können? Dieser IT-Experte kann ein im Betrieb beschäftigter ITler oder Experte oder ein externer unabhängiger Experte sein › *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“).*

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Arbeitskreis Smart Service Welt/acatech (Hrsg.) (2015). *Smart Service Welt – Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft*. Abschlussbericht, Berlin: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.
- Fasel, D., & Meier, A. (2016). Was versteht man unter Big Data und NoSQL? In D. Fasel, & A. Meier (Hrsg.), *Big Data. Grundlagen, System und Nutzungspotenziale* (S. 3–16). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Fischer, M., Möller, K., & Schultze, W. (2012). *Controlling Grundlagen, Instrumente und Entwicklungsperspektiven*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Horvath, P., Gleich, R., & Seiter, M. (2015). *Controlling* (13. vollständig überarbeitete Aufl.). München: Vahlen Verlag.
- Küpper, H. U. (2008). *Controlling, Konzeption, Aufgaben, Instrumente* (5. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Losbichler, H. (2015). *Controlling 4.0 – Steuerungsprozesse und Rollen der Zukunft*. Präsentation auf dem 40. Kongress der Controller.
- Losbichler, H., Eisl, Ch., & Plank, T. (2016). Neue Visualisierungsformen auf dem Prüfstand. In U. Schäffer, & J. Weber (Hrsg.), *Controlling & Management. Sonderheft 1-2016: Big Data Zeitenwende* (S. 46–53). Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.
- VDI, VDE, IT (Hrsg.) (2011). *Technologische und wirtschaftliche Perspektiven Deutschlands durch die Konvergenz der elektronischen Medien*, Berlin: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH.
- VDI – Verein Deutscher Ingenieure e.V. (2016). *Arbeitswelt Industrie 4.0 – VDI-Statusreport*, Berlin: VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA).

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation
- 1.1.2 Autonomie der Systeme
- 1.1.4 Ethische Werte für die Software 4.0
- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse
- 1.3.1 Entscheidungen und 4.0-Prozesse
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen
- 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0
- 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen
- 1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.1.7 Kennzahlen und CPS
- 2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“)
- 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)
- 2.5.3 Plattformökonomie
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS

2.1.7 Kennzahlen und cyber-physische Systeme (CPS)



■ **Stichwörter:** Controlling, Kontrolle, Leistungsfähigkeit, Planung, Produktivität, Steuerung

› Warum ist das Thema wichtig?

4.0-Technologien¹ bieten Betrieben die Möglichkeit, Kennzahlen in einer neuen Qualität zu erheben, zu verarbeiten und zu nutzen. Cyber-physische Systeme² (CPS) mit ihrer intelligenten Software³ (inkl. künstlicher

Intelligenz – KI) können einerseits eine Vielzahl von Daten beinahe in Echtzeit erheben und auswerten und daraus aussagekräftigere Kennzahlen generieren. Andererseits können 4.0-Technologien aber auch Schwä-

chen von Kennzahlensystemen befördern, wenn die Erhebung und die Auswertung unsachgemäß oder fehlerhaft erfolgen.

In dieser Umsetzungshilfe werden die Auswirkungen der 4.0-Technologien auf Kennzahlensysteme beschrieben. Das Thema Controlling in der digitalen Transformation wird in der Umsetzungshilfe 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse behandelt.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Kennzahlen – Daten

Unter **Kennzahlen** werden hier Merkmalswerte verstanden, die zur Überwachung und Bewertung der Leistung eines Prozesses sowie zu seiner Steuerung herangezogen werden können.⁴ Kennzahlen geben relevante Zusammenhänge über wichtige Tatbestände und Prozesse in verdichteter, quantitativ messbarer Form wieder.⁵ Die Funktionen von Kennzahlen sind vor allem Information, Entscheidungshilfe, Kontrolle (als Grundlage des Controllings) und

Dokumentation.⁶ Der rechnerische Wert einer Kennzahl ergibt sich zum einen aus dem ihr zugrunde gelegten Algorithmus und zum anderen aus dem Inhalt der in die Kennzahl eingehenden Berechnungselemente (wie Indikatoren).⁷

Unter **Kennzahlensystem** wird hier das systematische Zusammenführen von Kennzahlen verstanden, die über denselben Sachverhalt aus verschiedenen Perspektiven oder als Zusammenfassung mehrerer Einzelgrößen informieren, um Zusammenhänge für

weitergehende Ziele sichtbar zu machen.⁸

Ergebnisse von Kennzahlen sind in der Regel quantitative und selten qualitative Daten. **Quantitative Daten** sind numerische Daten (Messwerte), die sich aus dem Zählen vergleichbarer Merkmalswerte über Objekte ergeben (statistisch analysiert). **Qualitative Daten** sind nicht-numerische Daten, mit denen Verhaltensweisen und Zusammenhänge verstanden, beschrieben und subjektiv interpretiert werden können.⁹

CPS können Daten über Dinge und Personen in einem Ausmaß sammeln, sie auswerten und bewerten, wie es personalen Erhebungssystemen bisher nicht annähernd möglich war. Dazu kommt, dass CPS diese

Prozesse beinahe in Echtzeit realisieren können. Die Sensorik der Dinge und Personen erhebt Daten über alle Arbeitsprozesse (wie Arbeitsmittel, Materialeinsatz, Logistik, Gebäude, Fahrzeuge, Personen) und intelli-

gente Software (inkl. KI) ermöglicht es, dass diese Daten Bestandteil von Kennzahlensystemen werden. Das Auswerten und Clustern der Daten, das Vergleichen mit anderen Werten (Benchmark)¹⁰ und die Visualisierung

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁴ DGQ 2009, S. 102

⁵ Horváth 2002, S. 568; DGQ 1999, S. 10

⁶ Schneyer 2007, S. 13

⁷ Goll 2003, S. 1

⁸ DGQ 1999, S. 11; Reichmann 2005, 22f.

⁹ nach Bortz & Döring 1995, S. 127ff., 271ff.

¹⁰ Camp 1994

der Ergebnisse sind zentrale Stärken der CPS.

Die 4.0-Technologie erlaubt hier, sehr viel mehr Daten in die Auswertung einzubinden, und ermöglicht damit auch umfassendere Einblicke in die Arbeits- und Geschäftswirklichkeit. So können beispielsweise über autonom gesteuerte Befragungstools und Verhaltensprofile zeitnah quantitative Daten zur Unternehmenskultur, zur Leistungsbereitschaft von Führungskräften und Beschäftigten, zur Führungsqualität oder zur Kundenzufriedenheit erhoben werden. Eine qualitative Auswertung zur Bedeutung dieser Daten können die CPS allerdings nur begrenzt liefern.

CPS-Kennzahlensystem für das Controlling

CPS ermöglichen das Erheben und teilweise die Interpretation von folgenden Daten für das Controlling (Information, Planung, Kontrolle, Steuerung) ▶ siehe *Umsetzungshilfe 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse*,¹¹ die nur in der **Gesamtauswertung verschiedener Perspektiven brauchbare Informationen** zur Interpretation und Bewertung der Planung, Kontrolle und Steuerung liefern.

CPS-Kennzahlen zur Finanzperspektive

Autonome technische Kennzahlensysteme können im Finanzbereich unter anderem folgende Daten erheben, auswerten und als Bestands- und Entwicklungszahlen zur Verfügung stellen:

- Erreichungsgrad strategischer Ziele insgesamt, pro Produkt-/Dienstleistungsbereich
- Umsatzrate, Roherlös und Nettogewinn pro Produkt-/Dienstleistungsbereich
- Umsatzrate, Roherlös und Nettogewinn pro Kunde/Kundengruppe (Zielsegmente/ABC-Kunden), mit neuen Kunden
- Umsatzrate, Roherlös und Nettogewinn pro Abteilung/Team/Person
- Liquiditätssituation/Nettoumlaufvermögenswerte (wie Forderungen, Bestände, offene Rechnungen, Verbindlichkeiten)

- Lagerdauer und Umschlagdauer für Verbindlichkeiten – auch Zahlungsdauer der Kunden (Durchschnittswerte im Zeitlauf, Einzelauswertungen – Cash-to-Cash-Zyklus)
- Marktanteil von Produkten/Dienstleistungen und Produkt-/Dienstleistungsgruppen
- Marktanteil in den Zielregionen
- Marktanteil in Kundengruppen
- Anteil der Erträge aus neuen Produkten/Dienstleistungen in unterschiedlichen Zeiträumen (zum Beispiel kurz-, mittel-, langfristig) – auch im Verhältnis zur Konkurrenz
- Anteil der Erträge aus neuen und aus alten Produkten/Dienstleistungen in einem jeweiligen Marktsegment
- Anteil neuer Kunden generell und pro Produkt-/Dienstleistungsbereich
- Entwicklungsraten generell, pro Produkt-/Dienstleistungsbereich (Wachstum, Schrumpfen)
- Anzahl und Qualität (Beitrag zur Umsetzung) von neuen Umsetzungen für Produkte/Dienstleistungen. Geplanter Return on Investment (ROI) von neuen Maßnahmen
- Anzahl ungestörter Betriebsstunden (Indikatoren wie Unfälle, Ausfälle, Stillstandszeiten, Maschinenschäden)
- Fehltage/Fehlzeiten (insgesamt pro Team/Person)
- Kennzahlen zur Vermögensnutzung (wie Gebäudenutzung, Nutzung von Investitionen)

CPS-Kennzahlen zur Kundenperspektive

Autonome technische Kennzahlensysteme können im Kundenbereich unter anderem folgende Daten erheben, auswerten und als Bestands- und Entwicklungszahlen zur Verfügung stellen:

- Über CPS-Befragungen der Kunden –zum Beispiel:
 - Welche Wünsche und Bedarfe haben die unterschiedlichen Kunden/Kundengruppen? (Zielsegmente/ABC-Kunden)
 - Welches Image, welche Bedeutung geben die Kunden/Kundengruppen

den Produkten/Dienstleistungen?

- Wie zufrieden sind die Kunden/Kundengruppen mit Produkten/Dienstleistungen? (wie Preis, Funktionalität, Qualität)
- Wie zufrieden sind die Kunden/Kundengruppen mit der Kundenbetreuung? (Kompetenz, Erreichbarkeit, Nutzen, Reaktionszeit, Verhalten)
- Welches Image hat das Unternehmen beim Kunden/den Kundengruppen?

Andere CPS-Kennzahlen zu Kunden – Beispiele:

- Daten zur Kundentreue von Kunden und Kundengruppen (Zielsegmente/ABC-Kunden)
- Neue Kunden/Kundengruppen insgesamt und pro Produkt/Dienstleistung/pro Team
- Nutzung der Produkte durch den Kunden (Produktlauf über Sensoren verfolgen/Tracking)
- Einbindung der Kunden in die Produkt-/Dienstleistungsentwicklung (wie Anzahl der Kontakte, Art der Beteiligung)
- Reaktion von Kunden auf Marketingaktivitäten (wie Kontakte, Bestellungen)
- Reklamationen und Beschwerden von Kunden (zu Produkten/Dienstleistungen, pro Team, Reaktion auf Beschwerden)

CPS-Kennzahlen zur internen Prozessperspektive

Autonome technische Kennzahlensysteme können über den internen Arbeitsprozess unter anderem folgende Daten erheben, auswerten und als Bestands- und Entwicklungszahlen zur Verfügung stellen:

- Effektivität, Effizienz und Termintreue bei Innovationsprozessen (anhand von Anzahl neuer Produkte/Dienstleistungen, Realisierungszeit, Personalaufwand, Ausrüstung/Material, wirtschaftliches Ergebnis, Bewertung der Bedeutung für Geschäftsentwicklung)
- Auswertung der Risikobewertungen/Gefährdungsbeurteilungen

¹¹ Dabei erfolgt eine Orientierung an der Grundsystematik der Balanced Scorecard nach Kaplan & Norton 1997, die finanzielle Entwicklungen mit den dahinterliegenden Ursachen verknüpft.

- in der Arbeitsvorbereitung (wie Anzahl der durchgeführten Bewertungen, festgelegte Maßnahmen, Wirksamkeitskontrolle)
- Arbeitseffizienz (wie Arbeitszeit, Produktivität der Personen, Unfälle/Fehlzeiten)
 - Maschineneffizienz (wie Maschinenlaufzeit, Produktivität, Störungen/Ausfälle)
 - Materialeffizienz (wie Lagerdauer, Qualität, Kosten, Verweildauer)
 - Prozesseffizienz (wie Störungen, Fehlerquote/Fehlerseignungsquote, Wartezeiten, Beschwerden, Zeit für Abstimmungen, Schnittstellenprobleme, Materialabfall, Nacharbeiten, Rücksendungen)
 - Art des Umgangs mit autonomen technischen Systemen (können CPS selbst erheben pro Person, Team, im Betrieb)
 - Anteil der Transaktions- und Kommunikationsabläufe an der Produkt-/Dienstleistungsentwicklung generell und pro Team/Produkt/Dienstleistung (über Indikatoren wie Zeit, Anzahl von Kontakten, E-Mails)
 - Beschaffungseffizienz (wie Qualität und Nutzungsdauer der angeschafften Produkte, Kosten-/Nutzenparameter, Erfahrungen der Beschäftigten eingebunden)
 - Daten über Lieferanten (wie Lieferzeiten, Preise, Zahlungsmodalitäten, Qualität, Zuverlässigkeit)
 - Effektivität der Personaleinsatzplanung (anhand von Produktivität, Störungszeiten, Zufriedenheit)
 - Wirkung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (anhand von Aufwand/Ertrag, Realisierungsquote, Zufriedenheit der Beteiligten, Anzahl der Verbesserungsvorschläge)
 - Qualität der Produkte/Dienstleistungen (auf Grundlage sensorgesteuerter Kontrolle im Produktionsprozess)
 - Anzahl der und Zeit für Unterweisungen/Qualifizierungen im Verhältnis zur Produktivität
 - Qualität des Kundendienstes (wie Bearbeitung [Anzahl] von Fehlern und Reklamationen, Bearbeitung von Zahlungen, Garantie- und Wartungsarbeiten, Anzahl der Korrekturmaßnahmen nach Auslieferung/Dienstleistungserbringung)
 - Verfolgung der Nutzung der Produkte nach Auslieferung – Lebenszyklus (wie Art der Nutzung, Verschleiß, Mängel, Lebensdauer, Abfall- und Restwerteentsorgung)
 - Zustand der Dokumentation (beispielsweise über Ablaufstandards, Weisungsbefugnisse, Arbeitsanweisungen, Personalakten, Datensicherheit, Vereinbarungen zum Datenschutz, Prüfungen von Arbeitsmitteln, Gefährdungsbeurteilungen)
 - Mitwirkungsmöglichkeiten bei Entscheidungen
 - Zugriff auf notwendige Informationen
 - Anerkennung der Leistung
 - Perspektive im Unternehmen
 - Weiterbildungsbedarf
 - Möglichkeiten, Ideen einzubringen
 - Unterstützung durch Vorgesetzte
- Beispiele für weitere Daten zu CPS-Kennzahlen:
- Zielvereinbarungen mit Führungskräften, Beschäftigten oder Teams (Anzahl, Art/Inhalt nach Indikatoren, Erreichung von Leistungskennzahlen)
 - Weiterbildung und Qualifizierung von Führungskräften und Beschäftigten insgesamt, pro Team und Person (wie Anzahl der Maßnahmen, Zeit, Wirkung)
 - Nutzung von Informationen über autonome Systeme (wie Smartglas, Smartphone)
 - Umgang mit autonomen technischen Systemen von Führungskräften und Beschäftigten (Bedienfehler, Effizienz der Nutzung, Zeitfaktor)
- CPS-Kennzahlen zur Lern- und Entwicklungsperspektive**
- Autonome technische Kennzahlensysteme können über die Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten im Betrieb unter anderem folgende Daten erheben, auswerten und als Bestands- und Entwicklungszahlen zur Verfügung stellen:
- Über CPS-Befragungen – der Führungskräfte und Beschäftigten (Auswertung insgesamt/pro Team) zum Beispiel über:
- Arbeitszufriedenheit
 - Führungsqualität
 - Arbeitsklima, gegenseitige Unterstützung
 - Zufriedenheit mit dem Betrieb
- Voraussetzung für die CPS-generierten Kennzahlen sind eine ausreichende Datenqualität und geeignete Erhebungsmethodik. > *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.* Die Interpretation und Schlussfolgerungen aus den Kennzahlen sollten nicht ausschließlich autonom von CPS vorgenommen werden. Die CPS sind zwar selbstlernend, aber die komplexen Prozesse der Planung und Steuerung sowie die strategischen Überlegungen können sie nicht verlässlich gestalten.

> Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: 4.0-Technologien bieten Kennzahlensystemen unter anderem folgende Möglichkeiten:

- Autonome technische Systeme erheben Daten über alle Dinge und Personen, die in Arbeitsprozessen beteiligt sind und die somit in Kennzahlensystemen berücksichtigt werden können.
- Es stehen deutlich mehr Informationen über relevante Zusammenhänge wichtiger Tatbestände und Prozesse in verdichteter, quantitativer Form zur Verfügung.
- CPS-Kennzahlensysteme stellen die Daten und Auswertungen sehr viel schneller, teilweise beinahe in Echtzeit zur Verfügung.
- CPS-Kennzahlensysteme können komplexe Verbindungen zwischen den Kennzahlen analysieren und in

visueller Form zeitnah darstellen.

- CPS-Kennzahlensysteme liefern schneller umfassendere Kennzahlen für Entscheidungen.

Gefahren: Durch 4.0-Technologien können bei Kennzahlensystemen unter anderem folgende Gefahren auftreten:

- Fehlende Datenqualität führt zu unzuverlässigen Ergebnissen des CPS-Kennzahlensystems.
- Der größere Umfang an CPS-Kennzahlensystemen suggeriert eine Scheinobjektivität und Verlässlichkeit, die Kennzahlen nicht immer liefern können.
- Bei der Generierung von Kennzahlen können personenbezogene Daten erhoben und verarbeitet werden, deren Umgang nicht mit den Betroffenen vereinbart wurde.
- Die Sicherheit des CPS-Kennzahlensystems kann gefährdet werden (Angriffe von außen, Zugriffe, technische Störungen).
- Die methodischen Grenzen von Kennzahlensystemen werden

nicht reflektiert. Im Folgenden sind beispielhaft einige methodische Grenzen dargestellt, die auch für CPS-Kennzahlensysteme gelten:¹²

- › Ungeeignete Annahmen – die Kennzahlen werden nach Indikatoren erhoben, die auf falschen oder unvollständigen Annahmen basieren. Derartige für die Fragestellung ungeeignete Indikatoren liefern dann auch ungeeignete Zahlen. Beispielsweise sagen kurzfristige Umsatzzahlen wenig über die Leistungsfähigkeit des Teams aus, das in der langfristigen Produktentwicklung arbeitet.
- › Fehlende Informationen – es wird nur ein Teil der Daten erhoben, die für die Fragestellung relevant sind – zum Beispiel als Ursache für unzureichende Produktivität wird nur das Zeit-/Ergebnisverhältnis betrachtet und nicht die Unternehmenskultur oder die Führungsqualität.
- › Nicht zulässige Verknüpfungen – es werden Daten miteinander

der in Beziehung gesetzt, die unterschiedlichen Logiken oder Kausalitäten folgen – zum Beispiel technische Störungen bei Arbeitsmitteln und die Qualität der Betriebskantene.

- › Fehldeutungen – definierte Merkmale der Interpretation erfassen nur einen Teil der Wirkzusammenhänge und liefern somit nicht zuverlässige Schlussfolgerungen – zum Beispiel ein Rückgang der Rendite lag nicht an der Zunahme der Fehlzeiten, sondern an einem Ursachenbündel, unter anderem an fehlender Innovationsfähigkeit.
- › Mehrdeutige Aussagegewerte einzelner Kennzahlen¹³ – bei definierten Merkmalen der Interpretation sind immer die Möglichkeiten der Mehrdeutigkeit mitzubeachten. Zum Beispiel kann die Kennzahl zu Fehlzeiten ihre Ursache in einer schlechten Führungskultur haben oder in einer Grippewelle.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Folgende Maßnahmen sind bei der Nutzung von CPS-Kennzahlensystemen unter anderem zu berücksichtigen:

- Analysieren, ob CPS-Kennzahlensysteme hilfreiche Daten über die Geschäfts- und Arbeitsprozesse liefern können und welche Daten dazu benötigt werden.
- Überprüfen, welche Daten vorhandene autonome technische Systeme im Betrieb bereits liefern und wie diese Daten für die Kennzahlensysteme genutzt werden können (Schnittstellen, Kompatibilität). › *Siehe Umsetzungshilfen 2.4.1 Prozessplanung mit CPS; 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes.*
- Ein Konzept für das CPS-Kennzahlensystem entwickeln (Pflichtenheft, Lastenheft)¹⁴, in dem die technischen Anforderungen, die

Anforderungen an die Inhalte der Kennzahlen und die Datenqualität sowie die Methode zur Erhebung der Kennzahlen beschrieben werden. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*

- Überprüfen, ob brauchbare fertige CPS-Kennzahlen-Tools angeboten werden, welche Anpassungen bei diesen Tools an die bestehende betriebliche Situation erforderlich sind oder ob die Tools selbst programmiert werden sollen. › *Siehe Umsetzungshilfen 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte; 2.5.3 Plattformökonomie.*
- Überprüfen, inwieweit das CPS-Kennzahlensystem personenbezogene Daten erfasst und verarbeitet und falls das der Fall ist, die Nutzung mit den betroffenen Führungskräften und Beschäftigten vereinbaren. › *Siehe Umsetzungshilfe*

2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.

- Nutzung von Kennzahlen zur Leistungsbewertung mit Interessenvertretungen, falls vorhanden, vereinbaren, Führungskräfte und Beschäftigte informieren. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*
- Ein Konzept entwickeln, wie das CPS-Kennzahlensystem in die Abläufe im Betrieb integriert werden soll. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation.*
- Sicherstellen, dass die Datensicherheit des verwendeten CPS-Kennzahlensystems gegeben ist. › *Siehe Umsetzungshilfen. 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen; 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud.*

¹² Karlshaus 2005, S. 52ff.

¹³ Reichmann 2006, S. 21f.

¹⁴ Das Lastenheft für die Software wird in der Regel vom Auftraggeber verfasst, das Pflichtenheft vom Auftragnehmer. Das Pflichtenheft wird mit dem Auftraggeber abgestimmt. Auftraggeber und Auftragnehmer berücksichtigen dabei auch, in welche Richtungen die Software weiterleitet.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Doering, N., & Bortz, J. (1995). *Forschungsmethoden und Evaluation*. Berlin. Heidelberg. New York: Springer Verlag.
- Camp, R. C. (1994). *Benchmarking*. München, Wien: Carl Hanser Verlag
- DGQ – Deutsche Gesellschaft für Qualität (1999). *Kennzahlen von erfolgreichem Management von Organisationen*. Frankfurt am Main: DGQ.
- DGQ – Deutsche Gesellschaft für Qualität (2009). *Managementsysteme – Begriffe* (9. Aufl.). Frankfurt am Main: DGQ.
- Goll, K.-H. (2003). *Kennzahlen für das wer- teorientierte Management*. München, Wien: Hanser Verlag.
- Horváth, P. (2002). *Controlling* (8. Aufl.). München: Verlag Franz Vahlen.
- Karlshaus, A. (2005). *Weiche HR-Kennzah- len im strategischen Personalmanage- ment*. Köln: Eul Verlag.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1997). *Ba- lance Scorecard*. Stuttgart: Schäf- fer-Poeschel Verlag.
- Reichmann, T. (2006). *Controlling mit Kennzahlen und Management-Tools* (7. Aufl.). München: Verlag Franz Vah- len.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud
- 2.5.3 Plattformökonomie
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes

2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“)



■ **Stichwörter:** Beratung, Einführung von 4.0-Technologien, Chief Digital Officer (CDO)

> Warum ist das Thema wichtig?

Die produktive und gesundheitsgerechte Nutzung von cyber-physischen Systemen¹ und intelligenter Software² mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) erfordert spezielle Kompetenzen. Dies gilt auch für eine sinnvolle Integration dieser 4.0-Technologien³ in die Prozesse im Betrieb.

Große Betriebe haben dafür Stellen oder Abteilungen eingerichtet und einige haben einen Chief Digital Officer (CDO) benannt, der für eine wirkungsvolle Einführung und Gestaltung der 4.0-Prozesse⁴ verantwortlich ist. Für kleine und mittlere Betriebe ist das kaum möglich. Sie besitzen dafür

weder zeitliche noch finanzielle Ressourcen. Trotzdem benötigen auch die kleinen und mittleren Betriebe digitale Kompetenzen, um 4.0-Technologien betriebsgerecht einführen zu können. Hier kann ein Digital-Mentor helfen.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Digital-Mentor – Chief Digital Officer (CDO)

Ein **Digital-Mentor** ist eine Person, die die Führungskräfte von kleinen und mittleren Betrieben *berät* und dabei *unterstützt*, die intelligente Software (inkl. KI) in die Prozesse des Unternehmens zu integrieren. Ein Digital-Mentor besitzt spezielle

Kenntnisse über die Möglichkeiten der 4.0-Technologien in der Branche und er kennt gleichzeitig die Möglichkeiten und Voraussetzungen des Betriebes, um die neuen Technologien angemessen in die Abläufe integrieren zu können.

Große Unternehmen installieren teilweise einen **Chief Digital Officer**

(CDO), der für die Steuerung und Integration der 4.0-Technologien seines Betriebes *verantwortlich* und *beratend tätig* ist. Der CDO soll auch die grundsätzlichen Digitalstrategien des Unternehmens entwickeln und mit den bestehenden Strategien verbinden.

Aufgrund begrenzter personeller, zeitlicher und finanzieller Kapazitäten vieler kleiner und mittlerer Unternehmen fällt es oftmals schwer, Digitalstrategien zu entwickeln, die Chancen der 4.0-Technologien zu nutzen und diese in einem sinnvollen Maße in die Arbeits- und Geschäftsprozesse zu integrieren. Dennoch sollten sich auch diese Unternehmen unabhängige Kompetenzen zu 4.0-Technologien aufbauen. Möglich ist dies mit der Einbindung eines Digital-Mentors.

In der Praxis gibt es unter anderem folgende **Arten, einen Digital-Mentor** im Unternehmen **zu benennen:**

■ **Vorhandene Personen mit Digitalkompetenzen:** In fast allen Betrieben gibt es Personen, die besondere Digitalkompetenzen besitzen. Das kann zum Beispiel ein Beschäftigter sein, der als Administrator bereits Ansprechpartner für Softwarefragen ist. Oft gibt es aber auch verborgene Digitalkompetenzen bei Führungskräften und Beschäftigten, die dieses Wissen in der Freizeit erworben haben. Die Führungskräfte sollten gezielt nach vorhandenen und verborgenen Kenntnissen bei den Führungskräften und Beschäftigten

suchen. Wird eine solche Person identifiziert, sollte gemeinsam mit ihr besprochen werden, ob sie Interesse hat, diese Kompetenzen auszubauen und gezielt für den Einsatz von 4.0-Technologien im Unternehmen zu nutzen und Digital-Mentor im Unternehmen zu werden. Mit diesem Digital-Mentor sollte gemeinsam festgelegt werden, welche Maßnahmen erforderlich sind, um die zusätzliche Aufgabe zu erfüllen. Zu überlegen ist beispielsweise, ob Qualifizierungen oder Weiterbildungsmaßnahmen sinnvoll sind, welche Auf-

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

gaben die Person erfüllen kann, welche Unterstützung sie benötigt und welches Zeit- und Finanzbudget zur Verfügung steht.

■ **Einstellung neuer Beschäftigter mit IT-Kompetenz:** Bei der Einstellung eines neuen Beschäftigten könnte gezielt darauf geachtet werden, dass diese Person auch IT-Kompetenzen mitbringt und gegenüber digitalen Technologien aufgeschlossen ist. Da die Aufgabe des Digital-Mentors in kleinen und mittleren Unternehmen in der Regel nur einen Teil der neuen Stelle ausfüllen kann, ist bereits in der Einstellungsphase gemeinsam festzulegen, welche Qualifizierungs- und Weiterbildungsmöglichkeiten realisiert werden können, welche Aufgaben als Digital-Mentor zu erfüllen sind und welches Zeit- und Finanzbudget zur Verfügung steht.

■ **Unabhängige IT-kompetente Berater oder Dienstleister:** Falls im eigenen Unternehmen kein Digital-Mentor zu finden ist, diese Unterstützung aber benötigt wird, sollte ein IT-kompetenter Ansprechpartner gesucht werden. Diese Ansprechperson sollte unabhängig von Anbietern und Herstellern sowie möglichst schnell und direkt erreichbar sein. Diese Person kann aus Institutionen kommen wie Kammern und Berufsverbänden oder freier IT-kompetenter Berater sein. Wichtig ist, dass sie nicht nur Prozesskenntnisse besitzt, sondern auch die branchenspezifischen 4.0-Technologien mit ihren Vor- und Nachteilen kennt.

■ **Nachbarschaftsmodell – mehrere Betriebe in einem Gebiet engagieren gemeinsam einen Digital-Mentor:** Zunehmend setzen sich in Gewerbegebieten und Regionen Unternehmensnachbarschaften durch, in denen sich mehrere Unternehmen eine benötigte Funktion gemeinsam teilen. Ein Digital-Mentor könnte also auch eine Person sein, die von mehreren Unternehmen gemeinsam beauftragt wird (mehrere Beauftragungs-/Beschäftigungsmodelle sind hier denkbar).

Dabei sind die Bedingungen zu regeln und Kriterien aufzustellen, nach denen der Einsatz des Digital-Mentors erfolgt (zum Beispiel Verschwiegenheit, Unabhängigkeit, Regelung bei gleichzeitig anfallendem Bedarf).

■ **Digital-Mentor als eigene Stelle:** Auch wenn diese Möglichkeit eines fest angestellten Digital-Mentors bei kleinen und mittleren Unternehmen eher selten zu finden ist, kann es durchaus sinnvoll sein, eine eigene IT-Fachperson anzustellen. In ihrer Funktion berät sie die Führungskräfte und Beschäftigten dazu, wie die 4.0-Technologien in das Unternehmen zu integrieren sind, und begleitet unmittelbar die Umsetzung und Durchführung. Diese Person kann sich dann auch generell als Administrator um alle Software-Anwendungen im Betrieb kümmern. Auch wenn für viele kleine Unternehmen dieser Gedanke zunächst nicht naheliegt, sollte betriebswirtschaftlich durchgerechnet werden, welchen Nutzen eine fest angestellte IT-Fachkraft für das Unternehmen haben kann.

Aufgaben eines Digital-Mentors

Die **Mindestaufgabe** des Digital-Mentors besteht darin, dem Unternehmen einen Zugang zu den Möglichkeiten der 4.0-Technologien zu erschließen. Er informiert sich beispielsweise in den Branchenmedien und im Internet über die aktuellen technologischen Entwicklungen und nimmt an Kongressen und Messen teil. Der Digital-Mentor sollte die „Umsetzungshilfen Arbeit 4.0“ sowie die „Potenzialanalyse Arbeit 4.0“ nutzen und Kriterien zur Bewertung von 4.0-Technologien kennen. Außerdem sollte er die Führungskräfte informieren und gemeinsam mit ihnen beraten, welche digitalen Technologien hilfreich sind und welche weniger.

Je nach Kompetenz und Rolle des Digital-Mentors im Unternehmen können beispielsweise folgende **weitere Aufgaben** hinzukommen:

■ Vorschläge und Initiativen zur Aus-

weitung der Unternehmensstrategie durch 4.0-Technologien.

■ Vorschläge und Initiativen zur präventiven Gestaltung von Arbeitsprozessen und -bedingungen durch 4.0-Technologien.

■ Abstimmung mit Führungskräften und Beschäftigten, welche 4.0-Technologien für die Arbeitsabläufe sinnvoll erscheinen und wie die Prozesse verbessert werden können. Dabei sollten auch ihre Erfahrungen mit 4.0-Technologien eingebunden werden.

■ Unterstützung der Führungskräfte bei der Auswahl von Anwendungen für die Geschäftsmodelle und Arbeitsgestaltung.

■ Information der Führungskräfte und Beschäftigten über die geplanten Vorhaben und Maßnahmen zu 4.0-Technologien, um die Akzeptanz zu fördern.

■ Erarbeitung von Konzepten zur Einführung von 4.0-Technologien unter Berücksichtigung der Kompatibilität mit bestehenden Softwarekomponenten.

■ Organisation und Begleitung von Pilot- und Testprojekten zur Integration von 4.0-Technologien. Auswertung der Erfahrungen und Schlussfolgerungen aus den Testläufen.

■ Begleitung der Implementierung der 4.0-Technologie in die Prozesse des Unternehmens. Der Digital-Mentor sollte erkennen können, wenn geplante Entwicklungen sich nicht realisieren lassen oder sich Abweichungen von der geplanten Budgetierung ergeben.

■ Ansprechpartner für Führungskräfte und Beschäftigte bei Problemen im Umgang mit der eingeführten 4.0-Technologie, Unterstützung beim Training.

■ Qualifizierungsbedarf ermitteln und die Qualifizierung koordinieren.

■ Ansprechpartner für (unabhängige) IT-Berater/Softwareanbieter, mit denen Konzepte und Möglichkeiten abgestimmt werden können – gegebenenfalls gemeinsam mit einer Führungskraft.

- Mitarbeit am Datenkonzept des Unternehmens sowie an der Datensicherheit und am Datenschutz.
 - › *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen; 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen; 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.* Eventuell kann der Digital-Mentor auch die Funktion des Datenschutzbeauftragten übernehmen.
- Überprüfen, ob die Datenqualität für den Betrieb der geplanten 4.0-Anwendung ausreicht.
- Überprüfen, ob die 4.0-Technologie die gewünschten Daten in verlässlicher Qualität liefert.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Der Einsatz eines Digital-Mentors bietet unter anderem folgende Möglichkeiten:

- Mit einem Digital-Mentor wird eine Person im Unternehmen installiert, die sich professionell und zielführend mit den Digitalisierungsprozessen auseinandersetzt.
- Führungskräfte können bei Überlegungen und Entscheidungen zur Nutzung der 4.0-Technologien entlastet werden.
- Ein Digital-Mentor hilft bei der Einschätzung des Levels der 4.0-Technologien, was für den Betrieb sinnvoll ist: Nicht alles, was technisch machbar ist, muss wirtschaftlich erfolgreich sein (bei ungeeigneten Lösungen kann sich das beispielsweise durch weniger persönliche Kontakte zum Kunden oder eine

fehlende Akzeptanz durch Führungskräfte und Beschäftigte äußern).

- Der Digital-Mentor kann die Führungskräfte bei ihren Verhandlungen mit IT-Dienstleistern darin unterstützen, die IT-Dienstleister fachlich über die Bedarfe zu informieren sowie die Angebote zu verstehen und zu bewerten.
- Mit dem Digital-Mentor hat der Betrieb einen kompetenten Ansprechpartner, der Führungskräften und Beschäftigten beim Umgang mit den 4.0-Technologien hilft. Dadurch kann die Akzeptanz für die neuen Technologien erheblich gesteigert werden.

Gefahren: Beim Einsatz eines Digital-Mentors sollten unter anderem

folgende Nachteile beachtet werden:

- Der Digital-Mentor ist nicht geeignet. Dies bleibt unbemerkt, da es keine Kriterien für die Bewertung seiner Arbeit gibt.
- Der Digital-Mentor ist zu techniko-orientiert und empfiehlt Lösungen ausschließlich aus Sicht der Technologie.
- Andere Beschäftigte fühlen sich für Digitales nicht zuständig, weil es offiziell einen Experten gibt.
- Verlässt der Digital-Mentor das Unternehmen, wandert gegebenenfalls auch das betriebliche Know-how über 4.0-Technologien ab.
- Die Rolle des Digital-Mentors gegenüber den Führungskräften und Beschäftigten ist nicht geklärt. Dies kann zu Missverständnissen und Konflikten führen.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Vor und während der Benennung eines Digital-Mentors und für seine Arbeit sind unter anderem folgende Maßnahmen zu empfehlen.

Rahmenbedingungen für den Digital-Mentor festlegen – Beispiele:

- Benötigte Qualifikationen und Kenntnissen über:
 - › 4.0-Technologien in der Branche
 - › Vor- und Nachteile der 4.0-Technologien › *siehe Umsetzungshilfe 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen*
 - › Ziele des Unternehmens durch die Nutzung der 4.0-Technologien › *siehe Umsetzungshilfe 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation*
 - › Bereits genutzte Softwaresysteme und -anwendungen
 - › Erkennen von und den Umgang mit Unsicherheiten, Ängsten,

Akzeptanzproblemen bei der Einführung der 4.0-Technologien bei Führungskräften und Beschäftigten

- › Kriterien für die Beschaffung von 4.0-Technologien im Betrieb › *siehe Umsetzungshilfe 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte*
- Zielvorgaben und Definition der Aufgaben, die der Digital-Mentor im Unternehmen umsetzen soll
- Klärung und Festlegung seiner Rolle gegenüber den Führungskräften und Beschäftigten sowie der Art der Zusammenarbeit
- Einbeziehen weiterer IT-Experten
- Rolle, Funktion und Verantwortung des Digital-Mentors bei der Beschaffung von 4.0-Technologien
- Verfügbare und erforderliche zeitliche und finanzielle Ressourcen; dabei auch Unterstützungsmög-

lichkeiten durch ausgeschriebene Fördermaßnahmen prüfen

Benennung und Arbeit eines Digital-Mentors – Beispiele:

- Die Rolle und die Funktion des Digital-Beraters festlegen und mit ihm vereinbaren.
- Verfahren, Termine und Anlässe festlegen, wann der Digital-Mentor die Führungskräfte und Beschäftigten über aktuelle Entwicklungen informieren soll.
- Bei Gesprächen über die Ziele und Strategien des Unternehmens sowie über Geschäftserweiterungen und -modelle den Digital-Mentor hinzuziehen.
- Sicherstellen, dass der Digital-Mentor bei der Bewertung der 4.0-Technologien auch Aspekte der Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, Umweltschutzaspekte sowie weite-

re ethische Aspekte mitberücksichtigt. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI); 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS; 4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse.*

- Festlegen, in welcher Form der Digital-Mentor bei der Beschaffung beteiligt wird beziehungsweise inwieweit er bereits bei der Festlegung der Kriterien für die Beschaffung von 4.0-Technologien einbezogen wird.
- Mit dem Digital-Mentor vereinbaren, dass er bewährte Hilfsmittel benutzt – wie die „Potenzialanalyse Arbeit 4.0 – Selbstbewertungscheck zur produktiven, sicheren und gesundheitsgerechten Einführung von 4.0-Technologien“ und die „Umsetzungshilfen Arbeit 4.0“.
- Mit dem Digital-Mentor klären, mit wem er zusammenarbeiten soll und wen er zur Beratung hinzuziehen sollte – wie zum Beispiel unabhängigen IT-Experten, Fachkraft für Arbeitssicherheit, Betriebsarzt, Betriebs- oder Personalrat.
- Die Führungskräfte und Beschäftigten und weitere Funktionsträger über die Funktion und die Person des Digital-Mentors sowie seine Aufgaben informieren.
- „Sparringspartner“ für den Digital-Mentor aus anderen Unternehmen suchen, die eine ähnliche Funktion einnehmen.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Acker, O., Pachmajer, M., & Curran, C. (2016). *Der richtige CDO für die Zukunft Ihres Unternehmens – Die fünf Archetypen des Chief Digital Officers*. Frankfurt am Main: PCW.

Boeselager, F. (2018). *Der Chief Digital*

Officer. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

KPMG (Hrsg.). (2016). *Der richtige CDO für die Zukunft Ihres Unternehmens*. München: KPMG AG.

Walchshofer, M., & Riedl, R. (2017). *Der Chief*

Digital Officer (CDO): Eine empirische Untersuchung, 4.0 International Lizenz. <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>. Zugegriffen: 20.12.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation
- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS
- 4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse

2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen



■ **Stichwörter:** Gefährdungsbeurteilung, kontinuierliche Verbesserung, Prävention, Risiken, Risikobewusstsein, vorausschauende Planung

› Warum ist das Thema wichtig?

Durch die Nutzung von 4.0-Technologien¹ und der intelligenten Software² mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) muss die Risikobetrachtung in Unternehmen auf 4.0-Prozesse ausgeweitet werden. Über den Einsatz neuer Technologien und das Arbei-

ten in 4.0-Prozessen³ entstehen neue Chancen und Gefahren für alle Bereiche des Unternehmens. Nur mit einer vorausschauenden und systematischen Betrachtung und Bewertung der Risiken können Betriebe die Chancen und Gefahren der 4.0-Technologien und der in-

telligenten Software (inkl. KI) erkennen. Damit besitzen die Unternehmen die Informationen, um die Potenziale der cyber-physischen Systeme (CPS)⁴ wirkungsvoll mittel- und langfristig für ihre Geschäftsmodelle und die Wertschöpfungsprozesse nutzen zu können.

In dieser Umsetzungshilfe werden die allgemeinen Risiken (Chancen und Gefahren) der 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI) betrachtet. In der Umsetzungshilfe 2.2.3

„Risikobetrachtung und IT-Sicherheit“ stehen speziell die IT-Sicherheit sowie ihre Risiken im Fokus, und in der Umsetzungshilfe 2.2.2 „Gefährdungsbeurteilung 4.0“ werden die Risiken der

4.0-Technologien und intelligenter Software (inkl. KI) für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit behandelt.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Risiko – Risikobetrachtung

Risiko wird definiert als „Auswirkungen von Unsicherheit auf Ziele“ einer Organisation.⁵ Organisationen unterliegen externen und internen Faktoren und Einflüssen, die das Erreichen ihrer Ziele *unsicher* machen können. Eine *Auswirkung* dieser Unsicherheit stellt eine Abweichung vom Erwarteten dar. Diese Abweichung kann positiv, negativ oder beides sein und kann auf Möglichkeiten (Chancen) und Bedrohungen (Gefahren) eingehen, die-

se verursachen oder durch diese verursacht sein.

Risiken werden vorausschauend und *präventiv* von Personen betrachtet, die Werte in Organisationen schaffen und bewahren, indem sie mit Risiken umgehen, Entscheidungen treffen, Ziele festlegen und erreichen sowie Leistung verbessern.

Ein reflektierter Umgang mit Risiken unterstützt Organisationen dabei, Strategien festzulegen, Ziele zu erreichen und fundierte Entscheidungen zu treffen. Der Umgang mit Risiken ist ein we-

sentlicher Bestandteil des Unternehmens.⁶

Die **Risikobetrachtung** erfolgt üblicherweise anhand der folgenden Schritte: Risikoidentifikation, Risikoanalyse (Ursachen), Risikobewertung, Festlegung von Maßnahmen sowie der Wirkungskontrolle.⁷

Das Einschätzen der Risiken in bestimmten Bereichen wird von unterschiedlichen Gesetzen, Verordnungen und Normen eingefordert – *siehe Abbildung 1*.⁸

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁴ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

⁵ DIN 31000

⁶ vgl. u. a. Wygoda 2005, S. 35f.

⁷ DIN ISO 31000, 3.1. ONR 4900, 3.1.11

⁸ vgl. u. a. wirtschaftliche Risiken zum Erhalt des Unternehmens (§ 43 I und II GmbHG), Gefährdungen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (unter anderem nach

§§ 4, 5 ArbSchG, § 3 BetrSichV, DIN ISO 45001:2018, 6.1), Risiken aus dem Wertschöpfungsprozess (DIN ISO 9100:2015, 6.1), Risikobetrachtung als Bestandteil der Schaffung und des Schutzes von Werten (DIN ISO 31000:2018); Betrachtung von IT-Risiken (BSI-Standard 100-3); Risiken der Umweltaspekte der Tätigkeiten, Produkte und Dienstleistungen (DIN ISO 14001:2015, 6.1).



Abbildung 1: Rechts- und Normrahmen für Risikobetrachtung (keine abschließende Aufzählung) (eigene Darstellung)

Risiken der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) bewerten

Unternehmensführung ist grundsätzlich mit Risiken verbunden. Die Komplexität und Dynamik der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) steigern noch einmal die Unsicherheiten und Ungewissheiten, mit denen sich Unternehmen auseinandersetzen müssen.⁹

Viele kleine und mittlere Unternehmen scheuen sich vor der Nutzung von 4.0-Technologien, weil sie die neuen Gefahren als Bedrohungen fürchten, sie das Gefühl haben, diese nicht abschätzen zu können und die Chancen nicht erkennen.

Bei der Einschätzung von Risiken ist zu berücksichtigen, dass diese immer auf dem augenblicklichen Kenntnisstand und dem Interesse am Thema basieren.¹⁰ Dies betrifft auch die Bewertung der 4.0-Technologien. Die Einstellung zu 4.0-Technologien kann zum Beispiel dazu führen, dass Informationen ignoriert und abgewehrt

werden oder auch zustimmende unterstützende Informationen bei der Bewertung von Risiken gesucht werden.¹¹ So werden digital-affine Personen die Risiken der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) anders bewerten als Personen, die von vornherein diesen Technologien skeptisch gegenüberstehen.

Bei der Bewertung von Risiken der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) sollte berücksichtigt werden, dass die Risiken in einem Handlungsbereich des Unternehmens Risiken in anderen Handlungsbereichen nach sich ziehen. Vor allem in kleinen und mittleren Unternehmen sind die einzelnen Handlungsbereiche systemisch eng gekoppelt. So können einerseits Störungen oder andererseits die reibungslose Nutzung von intelligenter Software (inkl. KI) im Produktionsprozess direkte Auswirkungen auf die Arbeitsorganisation, die Führung, das Betriebsklima, die Kunden oder die Finanzen haben.

Da kleine und mittlere Unternehmen in der Regel über limitierte Ressourcen verfügen, ist eine Investition in 4.0-Technologien im Vergleich zu Großunternehmen riskanter. Insofern ist gerade für diese Unternehmen eine systematische Risikobetrachtung von Vorteil. Betriebe können Stabilität nur erlangen, wenn sie sich systematisch und reflexiv mit Unsicherheiten und Ungewissheiten auseinandersetzen.¹²

Systematische Risikobetrachtung von 4.0-Technologien

Eine systematische Risikobetrachtung von 4.0-Technologien wird von größeren Unternehmen in Form eines Risikomanagementsystems durchgeführt (zum Beispiel nach DIN ISO 31000:2018 oder nach DIN ISO 9100:2015).¹³ Für kleinere und mittlere Unternehmen kommt ein Risikomanagementsystem oft nicht in Betracht, entweder wegen des Aufwandes oder aufgrund von Unkenntnis darüber, dass eine systematische Risikobetrachtung auch in kleinen Unterneh-

⁹ vgl. u. a. Böhle & Busch 2012, S. 13ff.; Wygoda 2005, S. 85ff.

¹⁰ Luhmann 1991, S. 40ff.

¹¹ vgl. Renn 2014, S. 193ff.; Cernavin & Kruse 2016, S. 49

¹² vgl. Japp 1996, S. 168ff.

¹³ detaillierte Erläuterung u. a. in Brühwiler 2011

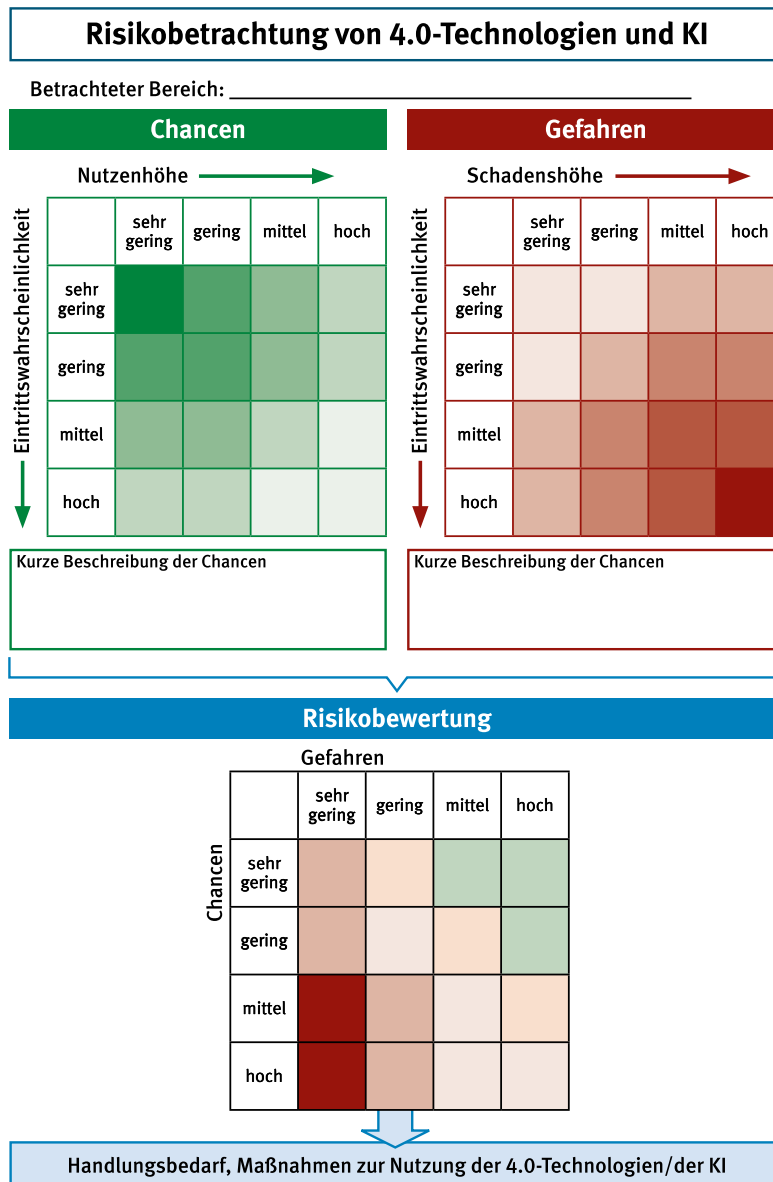


Abbildung 2: Erweiterte Risikomatrix zur Bewertung der Risiken der 4.0-Technologien und der KI (eigene Darstellung)

men durchgeführt werden kann. Dies kann beispielsweise mit einfachen Hilfsmitteln wie einer Risikomatrix oder in Teambesprechungen geschehen.

Bei einer systematischen Risikobetrachtung der 4.0-Technologien sollte folgendermaßen vorgegangen werden:

1. Identifizierung der Risiken der 4.0-Technologien für den betrachteten Bereich – zum Beispiel welche Möglichkeiten bieten die 4.0-Technologien und die intelligente Software (inkl. KI) für die Strategie des

Unternehmens (wie neue Dienstleistungen, neue Produkte, Anpassen von Prozessen)? *› Siehe Umsetzungshilfen 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation; 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI).*

2. Analyse und Bewertung der Risiken der 4.0-Technologien für die Risiken in verschiedenen Unternehmensbereichen (zum Beispiel Finanzen, Personal, Technik) – siehe Abbildung 3.¹⁴ Bei der Bewertung der Risiken sind immer auch

übergreifende Themen zu berücksichtigen, wie zum Beispiel Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (*› Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0*) und Umweltschutz. Die unten abgebildete erweiterte SWOT-Analyse kann beispielsweise bei der Bewertung der Risiken hilfreich sein – siehe Abbildung 2. Hierbei werden die Möglichkeiten und Chancen sowie die Gefahren, die die 4.0-Technologien in diesem Bereich bieten, gegeneinander abgewogen.

¹⁴ Daneben sind auch die Auswirkungen des Einsatzes der 4.0-Technologien des Betriebes auf die Gesellschaft sowie auf die Umwelt und die Natur zu berücksichtigen sowie die Risiken des Einsatzes, die sich durch eventuelle Verletzungen von Gesetzen und Vorschriften ergeben könnten.

› Siehe Umsetzungshilfen 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI), 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI).

3. Festlegen von Maßnahmen – zum Beispiel die Herstellung von Datenschutz, Veränderung der Arbeitsorganisation, Bereitstellung von Assistenzmitteln, Unterweisungen oder Schulung von Führungskräften und Beschäftigten.
4. Wirkungskontrolle der festgelegten Maßnahmen – zum Beispiel die Überprüfung der Umsetzung der festgelegten Maßnahmen und ihrer Auswirkungen auf die verschiedenen Unternehmensbereiche. Gegebenenfalls Verbesserungsmaßnahmen festlegen und durchführen.

Die hier beschriebenen Aspekte der Risikobetrachtung der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) müssen nicht in einem eigen-

nen Managementsystem betrachtet werden, sondern können Bestandteile und Überlegungen in Teamgesprächen sein. Ideal ist es, wenn das Risikobewusstsein in der Kultur des Unternehmens verankert ist. › Siehe Umsetzungshilfe 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen.

Risikobetrachtung in den Unternehmensbereichen

Die 4.0-Technologien und die intelligente Software (inkl. KI) können in allen Risikobereichen des Handelns eines Unternehmens Auswirkungen haben.¹⁵

In der folgenden Tabelle werden beispielhaft einige mögliche Risiken der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) in diesen Handlungsbereichen des Unternehmens dargestellt.

Nutzung von 4.0-Technologien für die Risikobetrachtung

Durch die 4.0-Technologien und die

intelligente Software (inkl. KI) ändern sich nicht nur Art und Ausmaß der Risiken, sondern auch die Werkzeuge, deren sich die Risikobetrachtung bedienen kann. Da viele Daten beinahe in Echtzeit dargestellt werden, sind neue Einblicke und Entscheidungen auf Basis verschiedener Daten oder Datenquellen (Smartphone, Tablet, sensorgestützte Arbeitsmittel) möglich. So können Probleme frühzeitiger und besser erkannt werden und Maßnahmen eher und basierend auf einer umfangreicheren und daher fundierten Datenlage getroffen werden.¹⁶ Auch können 4.0-Technologien helfen, Risiken zu erkennen und das Verhalten im Schadensfall zu trainieren. Dafür sind zum Beispiel Simulations-Technologien wie Augmented Reality (AR) oder Virtual Reality (VR) interessant, mit denen Szenarien von Schadensfällen durchgespielt werden können. › Siehe Umsetzungshilfe 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality.



Abbildung 3: Bereiche der Risikobetrachtung (eigene Darstellung)

¹⁵ nach Cernavin & Kruse 2016, S. 49

¹⁶ Jäck 2016. Auch ist eine vorausschauende Risikobetrachtung durch innovative Technologien, wie zum Beispiel ein Risk Radar, möglich.

Beispiele für Risiken im Unternehmen		Tabelle 1
Ereignisse/Zustände in Unternehmensbereichen (Beispiele)	Gefahr → Schaden	Chance → Nutzen
Unternehmensbereich: Strategie und Unternehmensziele		
Geschäftsmodelle durch 4.0-Technologien (wie neue Dienstleistungen zu einem Produkt, Fernwartung)	Mögliche Geschäftsmodelle durch 4.0-Technologien werden nicht genutzt, Verlust von Aufträgen, da Konkurrenten das Feld besetzen.	Kundenbindung, Erschließung neuer Märkte, Gewinnung neuer Kunden, neue Aufträge, Kombination intelligenter Dienstleistungen (Nutzung von Smart Services oder Plattformökonomie) bis hin zum Wandel vom Produktanbieter zum Lösungsanbieter.
Potenziale der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI)	Technologische Möglichkeiten für Produkte (wie Sensorik) und Dienstleistungen (wie Plattformökonomie) werden nicht erkannt und dadurch kommt es zu Wettbewerbsnachteilen.	Verbesserte Wachstumspotenziale durch smarte Produkte und Dienstleistungen, gezielte Nutzung digitaler Distributionskanäle.
Strategische Rolle der 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI) im Unternehmen	Fixierung auf Technologie und technisch Mögliches (alles was technisch machbar ist, wird gemacht) und Vernachlässigung der erforderlichen arbeitsorganisatorischen Veränderungen/Reorganisationen.	Sinnvolle und angemessene Nutzung der 4.0-Technologien sowie gezielter Einsatz und Verbindung zu den Potenzialen der Führungskräfte und Beschäftigten.
Unternehmensbereich: Finanzen		
Wettbewerbsvorteile durch 4.0-Technologien	Nicht analysiert und wahrgenommen; Marktpositionen werden verspielt.	Neue Marktpositionen können genutzt werden, mit neuen betriebswirtschaftlichen Perspektiven.
Einsparungspotenziale der 4.0-Technologien	Chancen für Einsparungspotenziale der 4.0-Technologien nicht erkannt (wie effiziente Organisationsabläufe, Geschäftsmodelle, Nutzung von Assistenzsystemen).	Chancen für Einsparungen genutzt, da Risiken wahrgenommen und Prozesse entsprechend gestaltet.
Unternehmensbereich: Kunden und Marketing		
Nutzung von Kundenprofilen (zum Beispiel über Plattformen)	Die Möglichkeiten für kundenindividuelle Ansprachen können nicht genutzt werden; Daten werden einer falschen Person zugeordnet. Veränderungen von Kundenverhalten werden nicht rechtzeitig erkannt.	Individuelle Kundenansprachen erfolgen und entsprechende individuelle Angebote werden unterbreitet. Frühzeitiges Erkennen von Veränderungen im Kundenverhalten zum Beispiel über Kassendaten mittels eines cloudgestützten Kassensystems.
Image und Attraktivität des Unternehmens durch Nutzung von 4.0-Technologien	Betrieb hat das Image, Entwicklungen zu verschlafen und altmodisch zu sein (und dadurch ggf. auch teurer), und der Betrieb ist nicht attraktiv für digitalaffine Personen.	Der Betrieb stellt sich als innovativer Anbieter und attraktiver Arbeitgeber dar.

Beispiele für Risiken im Unternehmen		Tabelle 1
Ereignisse/Zustände in Unternehmensbereichen (Beispiele)	Gefahr → Schaden	Chance → Nutzen
Unternehmensbereich: Kunden und Marketing		
Nutzung von Plattformen und Assistenzsystemen zur Einbindung von Kunden	Produkte und Dienstleistungen sind weniger auf den Kunden ausgerichtet und der Kunde fühlt sich nicht eingebunden (wie ggf. bei Konkurrenten).	Einbindung von Kunden in den Produktions- und Dienstleistungsprozess, kundenindividuelle Leistungen.
Unternehmensbereich: Führung und Unternehmenskultur		
Führung unter neuen Bedingungen der 4.0-Prozesse	Die Beschäftigten werden nicht ausreichend auf die 4.0-Technologien vorbereitet, Akzeptanzprobleme, geringere Produktivität.	Beschäftigte werden motiviert, die 4.0-Technologien engagiert mit einzuführen. Es besteht Transparenz, Arbeitszufriedenheit, hohe Produktivität.
Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen	Es besteht eine Skepsis gegenüber den 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI).	Es besteht eine Atmosphäre der Neugier und der Freude, die 4.0-Technologien einzuführen und mit ihnen umzugehen. Die Grenzen und Gefahren sowie die Möglichkeiten sind bekannt.
Neue Formen der Führung, Führen auf Distanz	Führungsmethoden von zunehmend flexibler und mobiler Arbeit werden nicht beherrscht.	Führung ermöglicht über Vertrauen auch auf Distanz exzellente Ergebnisse.
Unternehmensbereich: Personal		
Smarte Personaleinsatzplanung	Die technologischen Möglichkeiten einer wirkungsvollen und kosteneinsparenden Personaleinsatzplanung werden nicht genutzt. Führungskräfte kennen die Kriterien der Personaleinsatzplanung nicht.	Einfachere Personalplanung und höhere Planungsqualität, weil beinahe in Echtzeit eine Vielzahl relevanter Aspekte berücksichtigt wird, bedarfs-, service- und kostenoptimierter Personaleinsatz (dadurch eventuelle Kostenersparnisse).
Personalentwicklung, Qualifizierung	Das Personal ist nicht für den Umgang mit den 4.0-Technologien vorbereitet und es wird keine Entwicklungsperspektive dargestellt.	Das Personal wird befähigt, die 4.0-Technologien kompetent zu nutzen und erhält gezielt Perspektiven für die individuelle Weiterentwicklung unter Nutzung der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) (auch über smarte Lernsysteme).
Unternehmensbereich: Organisation und Prozesse		
Einführung der 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI)	Schlecht geplante Einführung und unsystematische Nutzung der neuen Technologien können dazu führen, reaktiv durch die Entwicklung „getrieben“ zu werden: Es entstehen so unnötige Kosten, Störungen und Aufwände. Verfügbarkeit von Daten kann eingeschränkt sein – Produktionsprozesse stehen still Fehlende Transparenz, Akzeptanz und Kompetenz bei Führungskräften und Beschäftigten; fehlender Datenschutz, Datensicherheit.	Die 4.0-Technologien und die intelligente Software (inkl. KI) passen zu den betrieblichen Anforderungen und laufen reibungslos; die Führungskräfte und Beschäftigten beherrschen die Technologien. Alle Beteiligten akzeptieren und kennen die Möglichkeiten und Grenzen der 4.0-Technologien, ausreichender Datenschutz, Datensicherheit.

Beispiele für Risiken im Unternehmen		Tabelle 1
Ereignisse/Zustände in Unternehmensbereichen (Beispiele)	Gefahr → Schaden	Chance → Nutzen
Unternehmensbereich: Organisation und Prozesse		
Smarte Arbeitsorganisation	<p>Potenziale der Organisation und Planung von effizienten und effektiven sowie gesundheitsgerechten Arbeitsprozessen mithilfe von 4.0-Technologie werden nicht genutzt.</p> <p>4.0-Technologie wird nicht sicher genutzt; Korrektheit von Informationen ist eingeschränkt.</p>	<p>Verbesserte Arbeitsproduktivität durch bessere Anpassung der Arbeitsbedingungen an die individuellen Bedarfe und Voraussetzungen der Beschäftigten sowie effizienter Einsatz von Assistenzsystemen (wie Ambient Assisted Working, Exoskelette oder Roboter). Nutzung von umfangreicheren korrekten Informationen.</p>
Unternehmensbereich: Technik, IT, Arbeitsstoffe		
Betriebssicherheit	Die eingesetzten 4.0-Technologien sind gesundheitsgefährdend, nicht sicher und unzuverlässig. Es kann zu Unfällen und Ausfällen kommen.	Die Gefährdungen der eingesetzten 4.0-Technologien sind analysiert und Schutzmaßnahmen eingeleitet. Die Technik funktioniert zuverlässig, sicher und gesundheitsgerecht.
IT-Sicherheit	Daten sind nicht kompatibel zu bestehenden Anwendungen und nicht sicher, Störungen führen zu Unterbrechungen. Verlust der Verfügbarkeit der Daten, Verlust der Vertraulichkeit und Korrektheit von Informationen.	<p>Daten sind kompatibel zu bestehenden Anwendungen und sicher, Prozesse laufen weitgehend zuverlässig.</p> <p>Notwendige Daten stehen verlässlich zur Verfügbarkeit, Prinzip der Vertraulichkeit und Korrektheit von Informationen wird eingehalten (Datenqualität).</p>
Unternehmensbereich: Arbeitsumgebung und Gebäude		
Smarte Arbeitsumgebung	Die Steuerung der smarten Arbeitsumgebung (wie Beleuchtung, Klima, Temperatur) ist nicht auf die Anforderungen des Arbeitsplatzes abgestimmt, Folge: Unzufriedenheit, unnötige Belastungen, Einschränkung der Produktivität.	Die Steuerung der smarten Arbeitsumgebung (wie Beleuchtung, Klima, Temperatur) ist auf die Anforderungen des Arbeitsplatzes abgestimmt, Folge: aktivierende Raumumgebung, produktive Arbeit.
Unternehmensbereich: Produkte und Leistungen		
Sensorik in Produkten	<p>Die Sensorik in smarten Produkten liefert nicht die ausreichende Datenqualität, Kunden sind unzufrieden.</p> <p>Daten werden einer falschen Person zugeordnet, die „digitale Identität“ der Kundendaten wird gefälscht.</p>	<p>Lebenszyklen der Produkte können durch gute Datenqualität verlässlich verfolgt und verbessert sowie neue Produkte und Dienstleistungen angeboten werden.</p> <p>Kundendaten und Identitäten sind verlässlich.</p>
Dienstleistungen über Plattformökonomie	Die Möglichkeiten der Plattformökonomie werden nicht genutzt und weniger Kunden werden erreicht.	Die Möglichkeiten der Plattformökonomie können gezielt und sinnvoll genutzt und neue Kunden gewonnen werden.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen	Gefahren
einer systematischen Risikobetrachtung von 4.0-Technologien und intelligenter Software (inkl. KI) sind unter anderem:	einer fehlenden Risikobetrachtung von 4.0-Technologien und intelligenter Software (inkl. KI) sind unter anderem:
Rechtzeitiges Erkennen möglicher positiver sowie negativer Auswirkungen der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) auf die Strategie, die Geschäftsmodelle und die Wertschöpfungsprozesse des Unternehmens – beispielsweise Marktlücken oder Verbesserungsmöglichkeiten im Produktionsablauf	Ungeplante Auswirkungen (positiv wie negativ möglich) der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) auf die Strategie, die Geschäftsmodelle und die Wertschöpfungsprozesse des Unternehmens
Zuverlässige Grundlage für Entscheidungen und Planungen zur Nutzung der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI)	Nicht ausreichende Grundlage für Entscheidungen und Planungen zur Nutzung der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI)
Frühzeitige Festlegung der Maßnahmen für eine angemessene Nutzung der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI)	Keine ausreichenden Maßnahmen für eine angemessene Nutzung der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI)
Realisierung von weitgehend reibungslosen und störungsfreien 4.0-Prozessen, da Gefahren rechtzeitig berücksichtigt wurden	Störungen und Behinderungen in den 4.0-Prozessen, da Gefahren nicht rechtzeitig erkannt und berücksichtigt wurden
Die Widerstandsfähigkeit der Organisation wird erhöht, da das Wissen über zukünftige Entwicklungen systematisch berücksichtigt wird.	Die Organisation ist fehleranfällig, da das Wissen über zukünftige Entwicklungen nicht systematisch berücksichtigt wurde.
Einhaltung von Gesetzen, Vorschriften und Normen	Kein Erkennen von Rechtsvorschriften, daher unbewusste Übertretungen möglich
Schutz vor unerwünschten Effekten wie Verlust von Daten, Sabotage oder falsche Funktionsweisen der 4.0-Technologie	Mangelhafter Datenschutz und Datensicherheit, daher Datenverlust oder unbewusste Datenweitergabe möglich
Das Vertrauen und die Expertise von Führungskräften und Beschäftigten in die 4.0-Technologien und die Abläufe im Betrieb steigen, weil sie die Gefahren und Chancen der Technologien kennen	Fehlende Akzeptanz und fehlendes Vertrauen von Führungskräften und Beschäftigten in die 4.0-Technologien

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Bei der Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen sind unter anderen folgende Maßnahmen zu empfehlen:

■ Die Führungskräfte sollten überlegen, wie die Chancen und Gefahren der 4.0-Technologien sowie der intelligenten Software (inkl. KI) für die Ziele des Unternehmens sowie für die interne Organisation genutzt werden können. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation.* Festlegen, in wel-

chen Anwendungsbereichen und auf welche Weise damit begonnen werden soll. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen.*

■ Überprüfen, welche Risiken nach welchen Gesetzen, Verordnungen, Regeln und Normen analysiert werden müssen und welche Dokumentationspflichten sich daraus ergeben. Ein Verfahren festlegen, wie diese Anforderungen erfüllt werden können. Dabei sollten die Ri-

siken möglichst überprüft werden. Auf dieser Grundlage sollte dann die Dokumentation für die unterschiedlichen Bereiche erstellt werden (zum Beispiel Businessplan, Gefährdungsbeurteilung, Qualitätsmanagementsystem, Arbeitsschutzmanagementsystem, Umweltschutzmanagementsystem). Ein Verfahren festlegen, wie die Risiken bei der Beschaffung, bei der Einführung und beim Umgang mit der 4.0-Technologie sowie der

intelligenten Software (inkl. KI) betrachtet und bewertet werden sollen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation; 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte; 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)*. Das Verfahren sollte Bestandteil der allgemeinen Entscheidungsprozesse zu den 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) sein. Bestandteil dieses Verfahrens sollte auch die Betrachtung der Risiken im Bereich Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (Gefährdungsbeurteilung)

und im Bereich Umweltschutz sein. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0.*

- Sicherstellen, dass Kompetenzen im Unternehmen vorhanden sind, um das Verfahren zur Risikobetrachtung und -bewertung durchführen zu können – zum Beispiel Verfahrensanweisungen formulieren und vereinbaren, Qualifizierungen vornehmen.
- Führungskräfte und Beschäftigte werden sensibilisiert, Risiken zu erkennen.
- Die Führungskräfte sollten überlegen, wie das eigene Risikobewusstsein und das der Beschäftigten im

Betrieb gefördert werden können. Dabei sollte auch der Umgang mit 4.0-Technologien sowie mit intelligenter Software (inkl. KI) einbezogen werden. Zum Beispiel durch die Bereitstellung von Informationen über 4.0-Technologien und intelligente Software (inkl. KI) oder die Vermittlung von Kriterien zur Beurteilung und Einschätzung von 4.0-Technologien.

- Den Führungskräften und den Beschäftigten Hilfsmittel an die Hand geben, die es ihnen ermöglichen, mit Risiken der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) umzugehen.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

<p>ArbSchG – Arbeitsschutzgesetz, 23.10.2013.</p> <p>BetrSichV – Betriebssicherheitsverordnung, 18.10.2017.</p> <p>Böhle, F., & Busch, S. (2012). Von der Beseitigung und Ohnmacht zur Bewältigung und Nutzung. In F. Böhle, & S. Busch (Hrsg.), <i>Management von Ungewissheit</i> (S. 13–33). Bielefeld: transcript Verlag.</p> <p>Brühwiler, B. (2011). <i>Risikomanagement als Führungsaufgabe</i>. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt Verlag.</p> <p>BSI-Standard 100-3 (2015). <i>Risikoanalyse auf der Basis von IT-Grundschutz</i>. Berlin: BSI.</p> <p>Cernavin, O., & Kruse, O. (2016). Risikobewertung. In <i>Offensive Mittelstand</i></p>	<p>(Hrsg.), <i>Unternehmensführung im Mittelstand</i> (S. 47–70). 2. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.</p> <p>DIN EN ISO 9001:2015-11. <i>Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen</i>.</p> <p>DIN EN ISO 14001:2015-11. <i>Umweltmanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung</i>.</p> <p>DIN ISO 31000:2018. <i>Risikomanagement – Leitlinien</i>.</p> <p>DIN ISO 45001:2018. <i>Managementsysteme für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung</i> <i>GmbHG – Gesetz betreffend die Gesellschaften mit beschränkter Haftung</i>, 17.07.2017.</p> <p>Jäck, K. M. (2016). Wie sieht die Zukunft des Risikomanagements aus? https://www.3grc.de/risikomanagement/wie-sieht-die-zukunft-des-risikomanagements-aus/. Zugriffen: 18.12.2018.</p> <p>Japp, K. P. (1996). <i>Soziologische Risikotheorie</i>. Weinheim, München: Juventa Verlag.</p> <p>Luhmann, N. (1991). <i>Soziologie des Risikos</i>. Berlin, New York: Walter de Gruyter.</p> <p>ONR 49000. <i>Risikomanagement für Organisationen und Systeme – Begriffe und Grundlagen</i>, 2008-06-01.</p> <p>Renn, O. (2014). <i>Das Risikoparadox</i>. Frankfurt am Main: S. Fischer Verlag.</p> <p>Wygoda, G. (2015). <i>Risiko als Chance</i>. Berlin: wvb – Wissenschaftlicher Verlag Berlin.</p>
--	---

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation
- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit
- 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)
- 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)

2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0



■ **Stichwörter:** Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, Arbeitsgestaltung, betriebliche Prävention, Risikoeinschätzung

› Warum ist das Thema wichtig?

Die Gefährdungsbeurteilung (GB) ist ein gutes Instrument, um neue und veränderte Belastungen und Gefährdungen in 4.0-Prozessen¹ zu identifizieren, zu erfassen und entsprechende Maßnahmen festzulegen, umzusetzen sowie deren Wirksamkeit zu überprüfen. Die Gefährdungsbeurteilung

ermöglicht es, Schwachstellen in Arbeitsprozessen mit cyber-physischen Systemen (CPS)² und 4.0-Technologien³ zu identifizieren und durch geeignete Maßnahmen Arbeit menschengerecht zu gestalten. Parallel entstehen durch cyber-physische Systeme und die intelligente Software⁴ mit ihren Mo-

dellen der künstlichen Intelligenz (KI) neue Möglichkeiten der digitalen Unterstützung bei der menschengerechten Arbeitsgestaltung in allen Anwendungsbereichen.⁵ Daraus gewonnene Erkenntnisse können auch in Gefährdungsbeurteilungen einfließen.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Gefährdungsbeurteilung

Unter einer Gefährdungsbeurteilung (§ 5 ArbSchG) wird folgender Prozess verstanden:

- Systematisch mögliche Gefährdungen erheben und Risiken beurteilen, die im Kontext von Arbeitstätigkeiten auftreten können.
- Maßnahmen festlegen und umsetzen zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen.
- Wirksamkeit der Maßnahmen überprüfen und Gefährdungsbeurteilung fortschreiben, um Verbesserungen einzuleiten.
- Prozess dokumentieren.

Die Gefährdungsbeurteilung ist damit ein wichtiger Bestandteil des

kontinuierlichen Verbesserungsprozesses und der Risikobetrachtung im Betrieb. › *Siehe Umsetzungshilfen 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen; 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)*. Sie stellt ein Hilfsmittel dar, um Arbeitsverfahren, Arbeitsplätze, Arbeitsmittel und Arbeitsabläufe so zu gestalten, dass technische und organisatorische Mängel verringert oder beseitigt werden und Personen die notwendigen Kompetenzen für sicheres und gesundheitsgerechtes Arbeiten erhalten und besitzen.⁶ Gleichzeitig bildet sie die Basis für einen wirksamen Arbeitsschutz zur Verhütung von arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren, Unfällen bei der Arbeit und für eine menschengerechte

Arbeitsgestaltung. Sie sollte immer auch vorausschauend und ganzheitlich erfolgen, alle Prozesse der Wertschöpfung im Betrieb betrachten, Beschäftigte beziehungsweise die Interessenvertretungen (wie Betriebs- und Personalräte, Schwerbehindertenvertretungen, Gleichstellungsbeauftragte) entsprechend ihren jeweiligen Aufgaben beteiligen. Beteiligungsorientierte Lösungen schaffen meistens gute Ergebnisse. Eine Gefährdungsbeurteilung ist gesetzlich gefordert.⁷ Durch die digitale Transformation ändern sich eine Reihe von Inhalten und möglicherweise auch die Form der Gefährdungsbeurteilung.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁵ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁶ Leistner 2010

⁷ z. B. §§ 5 und 6 des ArbSchG, § 6 Abs. 8 GefStoffV, § 3 Abs. 3 BetrSichV, § 3 ArbStättV

Gefährdungsbeurteilung von 4.0-Prozessen

Bei der Beurteilung von 4.0-Prozessen, bei denen die intelligente Software (inkl. KI) direkt oder indirekt Elemente der Arbeitstätigkeit oder der 4.0-Technologien steuert oder beeinflusst, kommt der vorausschauenden Gefährdungsbeurteilung eine zunehmende Bedeutung zu. Prozesse, die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden, sind aufwendiger im laufenden Arbeitsprozess zu korrigieren als bisherige Systeme. Die Auswirkungen der 4.0-Prozesse auf die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten sollten also nicht erst im Planungsprozess (Arbeitsvorbereitung) eingeschätzt, sondern – falls möglich – bereits bei der Anschaffung der intelligenten Software (inkl. KI) beziehungsweise im Pflichtenheft der zu programmierenden Software integriert werden. So lassen sich die Potenziale der Gefährdungsbeurteilung für einen fehler-, unfall- und störungsarmen, sicheren und gesundheitsgerechten Arbeitsprozess sowie für Arbeitsfähigkeit und Produktivität nutzen. Dahinter steht auch die Erkenntnis, dass nachträgliche Änderungen von 4.0-Technologien aufwendiger und kostspieliger werden können als bisher schon in der „traditionellen“ Arbeitswelt.

In der Arbeitswelt 4.0 stellen sich Fragen nach neuen Gefährdungen durch 4.0-Prozesse, die im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung betrachtet werden sollten. Dazu zählen unter anderem:

- Bestehen Gefährdungen durch Assistenzsysteme, zum Beispiel durch Funktionsmängel, Fehlhaltung, Gebrauchstauglichkeit von Software und Hardware?
- Besteht die Gefahr von Funktionsstörungen von Arbeitsmitteln durch Versagen von cyber-physischen Systemen, zum Beispiel Programmfehler, Stromausfall?
- Verändert sich die Taktung von Arbeitsprozessen durch die intelligente Software (inkl. KI), zum Bei-

spiel durch sensorische Echtzeiterfassung kleinster Arbeitsvollzüge, und entstehen dadurch unnötige Belastungen beim Arbeitseinsatz, zum Beispiel übermäßiger Zeitdruck, da die intelligente Software (inkl. KI) nur Effizienzkriterien folgt?

- Besteht die Gefahr, dass Führungskräfte und Beschäftigte – etwa durch Tracking bei mobiler und stationärer Arbeit oder durch digitalisierte Prozesssteuerung – in unzulässiger Weise überwacht werden und dies ihr Vertrauen in die betrieblichen Abläufe negativ beeinflusst?
- Welche personenbezogenen Daten werden erfasst, wozu werden sie verwendet und sind die Daten sicher und für Unbefugte unzugänglich gespeichert (um keine unnötigen Unsicherheiten und Misstrauen bei Führungskräften und Beschäftigten entstehen zu lassen)?
- Herrscht Transparenz darüber, nach welchen Kriterien die intelligente Software (inkl. KI) lernt und mit welchen Reaktionen der intelligenten Software die Führungskräfte und Beschäftigten rechnen müssen, damit sie verlässlich reagieren können?
- Besteht die Gefahr von Kontrollverlust über Arbeitsprozesse durch fehlende Interventionsmöglichkeiten in softwaregesteuerten Prozessen oder durch unklare Übergabeverfahren zwischen intelligenter Software (inkl. KI) und Mensch?
- Gibt es mechanische Gefährdungen durch frei bewegliche Roboter oder autonom fahrende Fahrzeuge?

Für die psychische Belastung ist auch in der Arbeitswelt 4.0 – wie bislang – keine eigenständige Gefährdungsbeurteilung erforderlich; diese kann in die bestehende integriert werden.⁸ Welche Aspekte durch 4.0-Prozesse innerhalb der bekannten „klassischen“ Faktoren für psychische Belastung⁹ berücksichtigt werden soll-

ten, zeigt die nachfolgende Tabelle.

Eine zusätzliche Herausforderung besteht darin, Erkenntnisse zu Internetsicherheit und Sicherheit bei vernetzten Industrieanlagen über das Konzept „Safety & Security“ auch in Gefährdungsbeurteilungen einfließen zu lassen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen und 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.* Diese Berücksichtigung ist wesentlich, weil

- die Datensicherheit sowohl den störungsfreien und sicheren Ablauf technischer und organisatorischer 4.0-Prozesse betrifft (zum Beispiel können durch Hackerangriffe neue Gefährdungen beim Umgang mit den vernetzten Arbeitsmitteln für die Beschäftigten entstehen, wie manipulierte Roboter, gehackte Fahrerassistenz-/Bremsysteme, Stromausfall),
- der Datenschutz ein Baustein in der gesundheitsgerechten Arbeitsgestaltung ist (zum Beispiel keine Verunsicherung der Beschäftigten, da sie wissen, welche Daten wie von ihnen erfasst und wo sie gespeichert werden, was mit ihnen geschieht und wie sie geschützt werden).

Im Zuge der Verbreitung von 4.0-Technologien wird aller Voraussicht nach auch die Zahl von Freiberuflern und Soloselbstständigen steigen, die im digitalen Umfeld tätig sind (zum Beispiel Crowdworker). Gefährdungsbeurteilungen sind für diesen Personenkreis nicht vorgesehen, das Arbeitsschutzgesetz gilt ausschließlich für angestellte Beschäftigte und nicht für die genannten Arbeitsformen. Zu empfehlen ist, dass der Arbeitgeber bei der Beauftragung von Freiberuflern und Soloselbstständigen sowie Personen in anderen alternativen Beschäftigungsformen Hinweise für eine gute Arbeitsgestaltung gibt. Dies dient dem eigenen Interesse, um Störungen im Arbeitsablauf zu vermeiden sowie die Leistungsbereitschaft und Produktivität der Betroffenen zu erhöhen.

⁸ mehr Informationen dazu: GDA-Arbeitsprogramm Psyche 2016

⁹ siehe zum Beispiel GDA 2017

Potenzielle psychische Belastungen durch 4.0-Prozesse – Beispiele				Tabelle 1
Arbeitsinhalt/ Arbeitsaufgabe	Arbeits- organisation	Soziale Beziehungen	Arbeitsumge- bung	Einführung neuer Arbeitsformen
<ul style="list-style-type: none"> › Vorwiegend fremde Handlungsträgerschaft/Fremdsteuerung › Zu hohe Komplexität der Aufgabe › Monotone Arbeiten mit geringen Anforderungen an Planung und Denken › Ungefilterte Informationsflüsse/zu hohe Komplexität › Nicht erfüllbare Konzentrationsanforderungen/Daueraufmerksamkeit 	<ul style="list-style-type: none"> › Indirekte Steuerung in Kombination mit fehlenden Entscheidungsspielräumen und zu hohen/nicht anpassbaren Zielvorgaben › Überwiegende Führung auf Distanz › Fehlende Interventionsmöglichkeiten › Arbeitsverdichtung 	<ul style="list-style-type: none"> › Fehlende Kenntnisse im Umgang mit kollaborierenden Robotern › Soziale Isolation durch das Ersetzen menschlicher durch CPS-Kommunikation › Arbeit vorrangig in virtuellen Teams ohne persönlichen Kontakt zu Kollegen und Vorgesetzten 	<ul style="list-style-type: none"> › Fehlende Berücksichtigung von Softwareergonomie in Assistenzsystemen › Digitale Ergonomie (permanente Aktivierung zum Beispiel durch automatische Licht- und Klimaregulierung) › Bewegungsmangel durch CPS-Automatisierung 	<ul style="list-style-type: none"> › Ängste durch unvorbereiteten Einsatz von Crowdfunding › Verunsicherung durch Unkenntnis der geplanten neuen 4.0-Arbeitsprozesse › Überforderung von Führungskräften durch nicht sorgfältig vorbereitete neue Führungsanforderungen (wie Umgang mit autonomen Systemen, Führen auf Distanz)

Möglichkeiten cyber-physischer Systeme für die Gefährdungsbeurteilung

Cyber-physische Systeme stellen die Gefährdungsbeurteilung nicht nur vor neue Herausforderungen, sondern können diese auch unterstützen, etwa durch Erkenntnisse, die aus (Echtzeit-) Daten in 4.0-Prozessen gewonnen werden – wie zum Beispiel Daten von Arbeitsmitteln, Arbeitsstoffen, Arbeitsräumen, Prozessen oder Personen (Datenschutz beachten). Unabhängig davon, inwieweit diese Erkenntnisse in Gefährdungsbeurteilungen einfließen, erscheinen durch 4.0-Prozesse unter anderem folgende neue Potenziale für eine menschengerechte Arbeitsgestaltung nutzbar (immer unter Berücksichtigung des Datenschutzes):

- Frühzeitig und beinahe in Echtzeit kann der sicherheitstechnische Zustand von Arbeitsmitteln erfasst und präventiv Schutzmaßnahmen eingeleitet werden.
- Es lässt sich erkennen, ob nicht geeignete und nicht geprüfte Arbeitsmittel verwendet werden.

- Es kann beinahe in Echtzeit überprüft werden, ob die Maßnahmen in der Mensch-Software- beziehungsweise Mensch-Maschine-Schnittstelle eingehalten werden.
- Es kann festgestellt werden, welche Gefahrstoffe wie verwendet und verarbeitet werden und welche Expositionen entstehen.
- Die psychische Belastung von Beschäftigten kann beinahe in Echtzeit erfasst und entsprechende Schutzmaßnahmen eingeleitet werden.
- Über Sensoren kann festgestellt werden, ob die festgelegte Persönliche Schutzausrüstung (PSA) verwendet wird. So kann verhindert werden, dass Personen ohne erforderliche PSA Arbeiten durchführen (zum Beispiel durch Sperrung des Zugangs).
- Über Personenerkennung kann verhindert werden, dass unbefugte Personen gefährliche Arbeitsplätze betreten.
- Die Erfahrung der Beschäftigten aus dem Arbeitsprozess lässt sich

über Gefährdungen und Belastungen beinahe in Echtzeit einbinden.

- Mithilfe von Simulationstechniken, zum Beispiel virtueller Realität (VR), können Arbeitsplätze und vernetzte Arbeitsabläufe in cyber-physischen Systemen dargestellt, aus allen Perspektiven beobachtet und direkt von den Beschäftigten erprobt werden. Dabei lassen sich auch virtuelle und objektive Realität vermischen. *› Siehe Umsetzungshilfe 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality.*
- Beschäftigte können personen- und bedarfsgerecht beinahe in Echtzeit unterwiesen werden – zum Beispiel durch Checklisten, virtuelle Werkstätten und Dokumentationshilfen.
- Die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung können in digitale Betriebsanweisungen einfließen und beinahe in Echtzeit auf den Smart Devices der Beschäftigten, wie Smartwatch, Tablet oder Datenbrille, am betreffenden Arbeitsplatz eingeblendet werden.

Diese hier dargestellten Beispiele sind nur ein kleiner Ausschnitt der Möglichkeiten, die 4.0-Technologien für eine menschengerechte Arbeitsgestaltung bieten. Eine Gefährdungsbeurteilung, die diese Möglichkeiten nutzt, kann

ein zentraler Baustein einer sicheren und fehlerfreien sowie einer gesundheitsgerechten und produktiven Gestaltung der 4.0-Prozesse sein. Dabei ist es sinnvoll, dass die Gefährdungsbeurteilung in die intelligente Software (inkl. KI) integriert wird und

darauf schon von Beginn an geachtet wird (zum Beispiel im Lasten-/Pflichtenheft¹⁰, bei Anschaffung/Weiterentwicklung der intelligenten Software [inkl. KI]).

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Mögliche **Chancen** einer Gefährdungsbeurteilung sind beispielsweise:

- Frühzeitiges Erkennen neuer Gefährdungen (physische wie psychische) und Nutzung der Möglichkeiten der Gefährdungsbeurteilung für sichere und gesundheitsgerechte 4.0-Prozesse.
- Frühzeitiges Erkennen von Gefährdungen und Störungen durch den Einsatz von smarten Arbeitsmitteln und Arbeitsstoffen.
- Vermeidung von späteren Nachrüstungen durch vorausschauende und frühzeitige Festlegung von notwendigen Schutzmaßnahmen in der Gefährdungsbeurteilung.
- Rechtzeitige Berücksichtigung von Datensicherheit und Datenschutz in den 4.0-Prozessen.
- Rechtzeitiges Festlegen von Anforderungen an die Datenqualität und Datenerfassung, die für einen reibungslosen, gesundheitsgerechten, sicheren und verlässlichen 4.0-Prozess erforderlich sind.
- Rechtzeitige Analyse der Belastung der Beschäftigten durch neue 4.0-Technologien mit der Chance, Probleme direkt erkennen, ansprechen und lösen zu können.
- Rechtzeitige Planung der Maßnahmen, um die Potenziale der 4.0-Technologien für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit nut-

zen zu können, wie zum Beispiel Unterweisung der Beschäftigten personen- und bedarfsbezogen beinahe in Echtzeit.

- Möglichkeiten simultaner Erprobung des Einsatzes der 4.0-Technologien ohne gesundheitliche Risiken (Virtual Reality).

Mögliche **Gefahren** einer nicht sorgfältig umgesetzten Gefährdungsbeurteilung sind beispielsweise:

- Das Übersehen von notwendigen Maßnahmen zu Sicherheit und Gesundheit in 4.0-Prozessen durch zu späte Berücksichtigung der Gefährdungen kann zu zusätzlichen Kosten durch nachträgliche Implementierung (in intelligente Software) sowie zu Motivations- und Produktivitätsproblemen führen.
- Zu spätes Erkennen von Gefährdungen und Belastungen durch den Einsatz von Arbeitsmitteln und Arbeitsstoffen kann zu Unfällen und Gesundheitsbelastungen führen.
- Mögliche neue Belastungen durch die 4.0-Technologien, die zu Akzeptanz- und Motivationsproblemen der Führungskräfte und Beschäftigten führen können, werden nicht berücksichtigt.
- Die Fehleranfälligkeit und Wahrscheinlichkeit von Sicherheitsmän-

geln in den 4.0-Prozessen steigt, da notwendige Schutzmaßnahmen nicht vorausschauend berücksichtigt werden.

- Datensicherheit und Datenschutz in den 4.0-Prozessen werden nicht systematisch realisiert, was zu Unzufriedenheit bei den Beschäftigten (mit Produktivitätsverlusten) und kostspieligen Nachrüstungen führen kann.
- Die Qualität der Daten, die in den 4.0-Prozessen erhoben und genutzt werden, ist nicht ausreichend, da die Anforderungen an die Daten im Bereich Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit nicht ausreichend und rechtzeitig beachtet worden sind.
- Spätere technische Integration kann zu Schnittstellenproblemen der Gefährdungsbeurteilung mit bestehender intelligenter Software (inkl. KI) sowie zu unnötigen Kosten führen.
- Die neuen technischen 4.0-Potenziale werden nicht für die Gefährdungsbeurteilung genutzt (wie zum Beispiel Wirksamkeitskontrolle beinahe in Echtzeit, Gefahrensimulation durch virtuelle Realität).
- Erfahrungen der Beschäftigten werden nicht den technischen Möglichkeiten entsprechend eingebunden und Möglichkeiten für Verbesserungen werden verspielt.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Gefährdungsbeurteilung von 4.0-Prozessen

Bewirken die Einführung von 4.0-Prozessen und/oder die Nutzung von intelligenter Software (inkl. KI) wesentliche Änderungen, ist immer

eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Diese muss sich an den Erfordernissen und Möglichkeiten des Betriebes ausrichten, ein allgemeingültiges Verfahren existiert nicht. Es gibt jedoch eine Reihe von Leitlinien¹¹

und Mustervorlagen von Unfallversicherungsträgern, staatlichen Stellen oder anderen Anbietern.¹² Für die Gefährdungen und Belastungen von 4.0-Prozessen gibt es noch wenige Hilfen zur Gefährdungsbeurteilung.

¹⁰ Das Lastenheft wird in der Regel vom Auftraggeber verfasst, das Pflichtenheft vom Auftragnehmer. Das Pflichtenheft ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

¹¹ zum Beispiel GDA 2017, 2016, 2015

¹² Die Muster-Gefährdungsbeurteilungen der Unfallversicherungsträger und der staatlichen Einrichtungen sind zusammengefasst zu finden auf: www.gefaehrungsbeurteilung.de, einer Plattform der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Für die Gefährdungsbeurteilung von 4.0-Prozessen schlagen wir deswegen das bewährte Vorgehen vor:

1. Die Arbeitsbereiche und Tätigkeiten, die unter 4.0-Aspekten betrachtet werden sollen, festlegen, übergreifende beeinflussende Bereiche identifizieren.
2. Die Gefährdungen und Belastungen, die durch die intelligente Software (inkl. KI) in diesen Bereichen und Tätigkeiten auftauchen, ermitteln inklusive der veränderten Kommunikations-, Organisations- und Kooperationsprozesse. Dabei auch Aspekte der Datensicherheit und des Datenschutzes einbinden.
3. Um Kenntnis über mögliche Gefährdungen zu haben, vom Hersteller kurze und verständliche Informationen einfordern, welche Daten die 4.0-Technologie erfasst, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer Zugriff auf die Daten hat. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*
4. Die ermittelten Belastungen daraufhin bewerten, ob sie Gefährdungen verursachen.
5. Nötige Schutzmaßnahmen festlegen und auch festhalten, wie Maßnahmen in geplanten Anwendungen der intelligenten Software (inkl. KI) berücksichtigt werden können. Zugleich sollte überlegt werden, welche Erkenntnisse aus der Ermittlung von Gefährdungen beinahe in Echtzeit für eine Gefährdungsbeurteilung genutzt werden können.
6. Dafür sorgen, dass festgelegte Maßnahmen bei der Beschaffung von intelligenter Software (inkl. KI) und 4.0-Technologien beziehungsweise bei ihrer Programmierung berücksichtigt werden, soweit das sinnvoll und möglich ist. Dabei beachten, dass die Gefährdungsbeurteilung wesentliche Änderungen berücksichtigen soll.
7. Dafür sorgen, dass die Wirksamkeit der Maßnahmen kontrolliert wird. Festlegen, inwieweit eine Wirksamkeitskontrolle durch die intelligen-

te Software (inkl. KI) erfolgt und inwieweit sowie auf welche Art eine Wirksamkeitskontrolle durch die dafür zuständigen Personen stattfindet.

8. Dafür sorgen, dass die Prozesse der Gefährdungsbeurteilung dokumentiert werden. Auch hier sollte vor Anschaffung beziehungsweise Programmierung der intelligenten Software (inkl. KI) überlegt werden, in welcher Form die Software diese Dokumentation selbst vornimmt (und speichert) und wie sie später gegebenenfalls beinahe in Echtzeit zur Verfügung gestellt werden kann. Die intelligente Software dokumentiert und speichert auch, wie und wann (Zugriffsregelungen/Zeitpunkt) die intelligente Software (inkl. KI) beziehungsweise wie und wann die Person(en) im Prozess die Entscheidungen trifft und zuständig ist (Verantwortung besitzt).

Die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung lassen sich in digitale Assistenzsysteme von 4.0-Prozessen einspeisen, die von Beschäftigten mobil genutzt werden oder fest an den Arbeitsplätzen installiert sind. Auf diesen Endgeräten können Informationen zu Gefährdungen der aktuell anstehenden Arbeitsaufgabe, zur Betriebsmittelsicherheit und zu eventuell notwendig werden Maßnahmen als Push-Mitteilung eingeblendet oder bei Bedarf abgerufen werden. Bei der Gefährdungsbeurteilung sollte überlegt werden, wie diese Möglichkeiten berücksichtigt und genutzt werden können. Auch diese Anforderung lässt sich bei der Beschaffung oder Programmierung von intelligenter Software (inkl. KI) berücksichtigen.

In Betrieben, die bereits 4.0-Technologien integriert haben, zeigt sich in unseren Expertengesprächen in der Analyse potenzieller Gefährdungen durch 4.0-Prozesse, dass allgemeine Schutzmaßnahmen bei fast allen Arbeitsbereichen und Tätigkeiten immer wieder auftauchen. Diese von uns in

Gesprächen ermittelten Gefährdungen werden im Folgenden dargestellt. Sie sollen einen Zugang zum Thema schaffen, ohne dass sie den jeweils konkreten Einzelfall abdecken können.

Möglichkeiten cyber-physischer Systeme für die Gefährdungsbeurteilung nutzen

Damit die Möglichkeiten cyber-physischer Systeme für die Gefährdungsbeurteilung genutzt werden können, ist bei der Beschaffung von smarten Dingen (wie Arbeitsmitteln, -stoffen, Gegenständen der Arbeitsumgebung, Assistenzsystemen, persönlicher Schutzausrüstungen) darauf zu achten, dass die Sensoren dieser Dinge auch Daten erfassen, die für die Gefährdungsbeurteilung nützlich sein können. Die 4.0-Technologien erlauben vor allem eine Überprüfung der Wirksamkeit der in der Gefährdungsbeurteilung festgelegten Maßnahmen. Sensoren, die diese Daten erfassen, können zwar auch im Nachhinein installiert werden, dies ist aber zumeist mit einem höheren Aufwand verbunden und führt in der Regel auch zu Kompatibilitätsproblemen.

Eine wertvolle Unterstützung der vorausschauenden Gefährdungsbeurteilung bieten digitale Simulationstechniken, wie die virtuelle Realität (VR), die vor allem bei der Gefährdungsermittlung eingesetzt werden kann. Durch Simulation von Arbeitssituationen können vor dem konkreten betrieblichen Einsatz Schwachstellen und Gefährdungen erkannt werden; auf dieser Grundlage können dann Lösungen und Maßnahmen präventiv entwickelt und entsprechend umgesetzt werden. Realitätsnahe Lösungen für die Gestaltung von Produktionsprozessen und Schutzkonzepten erlauben auch die Überprüfung der Mensch-System-Interaktion, der menschlichen Informationsverarbeitung im Arbeitssystem und die realitätsnahe Untersuchung von Unfallursachen.

Mögliche Gefährdungen bei 4.0-Prozessen	Tabelle 2
Gefährdungen, die bei 4.0-Prozessen in Arbeitsbereichen und Tätigkeiten auftreten können – Beispiele	Mögliche Schutzmaßnahmen – Beispiele
Die Führungskräfte und Beschäftigten besitzen keine ausreichende Kompetenz für einen sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit 4.0-Technologien.	Kompetenz im Umgang mit 4.0-Technologien durch Qualifizierung und Training fördern (digitale personale Resilienz).
Die Aspekte der sicheren und gesundheitsgerechten Gestaltung von 4.0-Prozessen sind bei der Planung und Beschaffung der intelligenten Software (inkl. KI) bei dem betrachteten Arbeitsbereich oder der Tätigkeit nicht berücksichtigt worden.	Bei der Anschaffung einer intelligenten Software (inkl. KI)/der Entwicklung (Lasten-/Pflichtenheft), aus der sich wesentliche Änderungen ergeben, Inhalte der präventiven/menschengerechten Arbeitsgestaltung einbringen und berücksichtigen (mitwirken) (Mensch muss geschützt werden).
Die Daten der 4.0-Prozesse des betrachteten Arbeitsbereiches oder der Tätigkeit liegen bei einer unsicheren, nicht verlässlichen Cloud (des Herstellers, eines Dienstleisters).	Nur 4.0-Dienstleistungen (zum Beispiel Clouds, Tools, Plattformen) verwenden/beauftragen, die sichere, verlässliche und qualitätsgesicherte Leistungen garantieren, sodass gesundheitsgerechte und zuverlässige Arbeitsabläufe möglich sind.
Die intelligente Software (inkl. KI) des betrachteten Arbeitsbereiches oder der Tätigkeit lernt nach Kriterien, die den beteiligten Führungskräften und Beschäftigten nicht bekannt sind.	Jede für die Gefährdungsbeurteilung zuständige Person (falls möglich auch die Führungskräfte und Beschäftigten) sollte zumindest in Grundzügen wissen, nach welchen Kriterien die intelligente Software (inkl. KI) entscheidet und lernt sowie welche Daten die „Dinge“ erfassen.
Die intelligente Software (inkl. KI) des betrachteten Arbeitsbereiches oder der Tätigkeit erfasst personenbezogene Daten und verwendet sie weiter, ohne dass der Datenschutz gewahrt ist.	Jede für die Gefährdungsbeurteilung zuständige Person (falls möglich auch die Führungskräfte und Beschäftigten) sollte zumindest in Grundzügen wissen, welche personenbezogene Daten die intelligente Software (inkl. KI) wie erfasst, wofür sie verwendet und wo sie gespeichert werden.
Es ist unter den für die Gefährdungsbeurteilung zuständigen Personen bei dem betrachteten Arbeitsbereich oder der Tätigkeit nicht geklärt, wie mit den erhobenen Daten umgegangen wird.	Im Betrieb vereinbaren, wie mit den erhobenen Daten umgegangen wird (vor allem den personenbezogenen Daten) und welche Rolle die intelligente Software (inkl. KI) spielt (Interventionsmöglichkeiten vereinbaren).
Die intelligente Software (inkl. KI) des betrachteten Arbeitsbereiches oder der Tätigkeit nutzt die erhobenen Daten auch für andere Prozesse im Betrieb, ohne dass die beteiligten Akteure es wissen.	Zusammenhänge der 4.0-Prozesse im Unternehmen den für die Gefährdungsbeurteilung zuständigen Personen (falls möglich auch den Führungskräften und Beschäftigten) transparent machen (Orientierungswissen für veränderte Abläufe, Identität).
Die intelligente Software (inkl. KI) des betrachteten Arbeitsbereiches oder der Tätigkeit steuert teilweise die Prozesse eigenständig (Handlungsträgerschaft) und schränkt damit den Entscheidungsspielraum von Führungskräften und Beschäftigten ein.	Das CPS dokumentiert und speichert, wie (Zeitpunkt und Zugriffsregelungen) in einem 4.0-Prozess die intelligente Software (inkl. KI) die Entscheidungen trifft und wann der Mensch zuständig ist (Verantwortung besitzt), um eventuelle Haftungsfragen im Nachhinein klären zu können.
Die intelligente Software (inkl. KI) des betrachteten Arbeitsbereiches oder der Tätigkeit steuert teilweise die Prozesse eigenständig und übergibt „das Kommando“ im Notfall abrupt an den Beschäftigten.	Eine abrupte Übergabe der Kontrolle über 4.0-Prozesse an den Menschen (zum Beispiel in einem „Notstand“) ausschließen.
Die Führungskräfte und Beschäftigten haben keine Kriterien für die Bewertung der Gefährdungen und Belastungen, die durch intelligente Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuerte Arbeitsmittel/Stoffe/Tätigkeiten/Arbeitsprozesse auftreten können.	Kriterien für die Bewertung der intelligenten Software (inkl. KI) kennen, um das Wesentliche der 4.0-Arbeitsprozesse sowie die Chancen und Gefahren wahrnehmen zu können.

Gefährdungsbeurteilung rechtzeitig einbinden

Damit die Potenziale cyber-physischer Systeme für Gefährdungsbeurteilungen genutzt werden können, sollten die an der Gefährdungsbeurteilung beteiligten Akteure bei der Planung und Beschaffung beziehungsweise Programmierung von intelligenter Software (inkl. KI) eingebunden werden, soweit diese zu wesentlichen Änderungen im Betrieb führen. Zu empfehlen ist, das Thema

Gefährdungsbeurteilung in der Phase zum Thema zu machen, in der die Prozesse noch beeinflusst werden können. Daran sollten alle Akteure ein hohes Interesse haben:

- Die Führungskräfte, weil sie dann vorausschauend die Risiken analysieren können. Fehler, Störungen, Unfälle und Belastungen bei den 4.0-Prozessen können vermieden und diese Prozesse motivierend, gesundheitsgerecht und produktiv gestaltet werden.

- Die Fachkräfte für Arbeitssicherheit und die Betriebsärzte, damit sie ihre Kompetenzen und ihre Themen dort einbringen können, wo sie noch Wirkung erzielen können.

Die Beschäftigten beziehungsweise die gesetzlichen Interessenvertretungen sollten entsprechend ihren jeweiligen Aufgaben beteiligt werden. Beteiligungsorientierte Lösungen schaffen meistens gute Ergebnisse.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

ArbSchG – *Arbeitsschutzgesetz*, 23.10.2013.

ArbStättV – *Arbeitsstättenverordnung*, 18.10.2017.

BAuA (2018). *Gefährdungsbeurteilung*. <http://www.gefaehrungsbeurteilung.de/de>. Zugegriffen: 11.05.2018.

BetrSichV – *Betriebsicherheitsverordnung*, 18.10.2017.

DGUV (2018). *Virtuelle Realität der Mensch-System-Interaktion*. <http://www.dguv.de/ifa/fachinfos/virtuelle-realitaet/index.jsp>. Zugegriffen: 11.05.2018.

GDA (2018). *Leitlinie Beratung und*

Überwachung bei psychischer Belastung am Arbeitsplatz. Berlin. http://www.gda-portal.de/de/pdf/Leitlinie-Psych-Belastung.pdf?__blob=publicationFile&v=10. Zugegriffen: 11.05.2018.

GDA-Arbeitsprogramm Psyche (2016). *Empfehlungen zur Umsetzung der Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastung*. Berlin. http://www.gda-portal.de/de/pdf/Psych-Umsetzung-GfB.pdf?__blob=publicationFile&v=6. Zugegriffen: 11.05.2018.

GDA (2017). *Leitlinie Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation*. Berlin.

https://www.gda-portal.de/de/pdf/Leitlinie-Gefaehrungsbeurteilung.pdf?__blob=publicationFile&v=14. Zugegriffen: 11.05.2018.

GDA (2018). *GDA-ORGACheck*. <http://www.gda-orgacheck.de/daten/gda/index.htm>. Zugegriffen: 11.05.2018.

GefStoffV – *Gefahrstoffverordnung*, 29.03.2017.

Leistner, W. (2010). *Ratgeber zur Gefährdungsbeurteilung: Handbuch für Arbeitsschutzfachleute*. Dortmund: BAuA.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt

- 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen

- 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit

- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen

- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen

- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen

- 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)

- 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)

2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit



■ **Stichwörter:** Risiken, vorausschauende Planung, kontinuierliche Verbesserung

› Warum ist das Thema wichtig?

Durch die Nutzung von 4.0-Technologien¹ und intelligenter Software² mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) gewinnen die Informationstechnologie und das Thema Risikobetrachtung der IT-Sicherheit im Unternehmen an Bedeutung. IT-Si-

cherheitsmaßnahmen zu diesen cyber-physischen Systemen (CPS)³ sind nicht zwangsläufig mit hohen Investitionen in Sicherheitstechnik und der Beschäftigung von hoch qualifiziertem Personal verknüpft. Auch kleine und mittlere Unternehmen können mit

leicht umsetzbaren Maßnahmen eine IT-Sicherheit im Unternehmen mittels einer Risikobetrachtung der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) realisieren.

In dieser Umsetzungshilfe werden die IT-Sicherheit sowie ihre Risiken betrachtet. Die allgemeinen Risiken (Chancen und Gefahren) der 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI) für den Betrieb sind Thema der Umsetzungshilfe 2.2.1 „Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen“. In der Umsetzungshilfe 2.2.2 „Gefährdungsbeurteilung 4.0“ werden die Risiken der 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI) für das sichere und gesundheitsgerechte Arbeiten thematisiert.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: IT und IT-Sicherheit

Informationssicherheit hat den Schutz von Informationen als Ziel. Dabei können Informationen sowohl auf Papier, in Technik und auch in der Software gespeichert und verarbeitet werden. Bei der Informationssicherheit geht es um den Schutz der Informationen, die erfasst, gespeichert und erarbeitet werden (siehe auch IT-Sicherheit). Der Begriff Informationssicherheit ist weitergehend als IT-Sicherheit.⁴

Informationstechnik (IT) umfasst alle technischen Mittel, die der Verarbeitung oder Übertragung von Informationen dienen (wie 4.0-Technologien, intelligente Software inkl. KI). Zur Verarbeitung von Informationen gehören Erhebung, Erfassung, Nutzung, Speicherung, Übermittlung, programmgesteuerte Verarbeitung, interne Darstellung und die Ausgabe von Informationen.⁵

IT-Sicherheit bezeichnet einen Zustand, in dem die Risiken für die Infor-

mationssicherheit, die beim Einsatz von Informationstechnik aufgrund von Bedrohungen und Schwachstellen vorhanden sind, durch angemessene Maßnahmen auf ein tragbares Maß reduziert sind. IT-Sicherheit ist also der Zustand, in dem Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit von Informationen und Informationstechnik durch angemessene Maßnahmen geschützt sind.⁶

Neue Qualität der Informationssicherheit in 4.0-Prozessen

In dem Maße, wie die 4.0-Technologien und die intelligente Software (inkl. KI) sich in der Arbeitswelt etab-

lieren, wächst die Bedeutung der Informationssicherheit auch für kleine und mittlere Unternehmen. Dies geschieht vor allem durch diese Entwicklungen:

■ Der Einsatz von 4.0-Technologien und intelligenter Software (inkl. KI) kann die Informationssicherheit für einen Betrieb zunehmend beeinträchtigen, da die Menge der Daten

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt Software 4.0 auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

⁴ nach BSI 2013

⁵ nach BSI 2013

⁶ nach BSI 2013

(Big Data) und die Orte sowie die Art der Verarbeitung (Clouds, KI) nicht auf die Rechner im Betrieb beschränkt bleiben: Wenn Unternehmen intelligente Software (inkl. KI) nutzen, werden zum Beispiel Informationen und Daten digital gespeichert, elektronisch verarbeitet und im Rahmen von 4.0-Prozessen⁷ und der Vernetzung smarter Arbeitsmittel in lokalen, globalen, privaten oder öffentlichen Netzen übermittelt und dort mit anderen Systemen vernetzt. Diese Daten und Informationen verlassen somit in der Regel die Grenzen des Betriebes.

- Mit der Nutzung von mehr und mehr smarten Anwendungen sowie mit dem Rückgriff auf immer mehr externe Daten können neue Gefahren entstehen wie Geräteausfall, die Fehlsteuerung von Arbeitsmitteln oder Datenverlust. Beispielsweise kann auch eine Sicherheitslücke auf einer Systemkomponente, wie einem Tablet, in einer stark vernetzten Infrastruktur erhebliche Auswirkungen auf die Sicherheit des Gesamtsystems haben. Bei der Nutzung smarter Arbeitsmittel, wie Maschinen oder autonom fahrende Fahrzeuge, kann sich diese beeinträchtigte Informationssicherheit auch auf die Sicherheit der Nutzer auswirken. Nur wenn die verwendeten Technologien, Daten und Softwareprogramme sicher und die Informationen, die verarbeitet werden, verlässlich sind, können die Potenziale der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) genutzt werden.
- Die 4.0-Technologien und intelligente Software (inkl. KI) entwickeln sich aufgrund von Updates und selbstlernenden Systemen kontinuierlich weiter. Daher verändert sich der Stand der Informationssicherheit auch kontinuierlich.

Wie soll nun ein kleiner und mittlerer Betrieb mit dieser Problematik um-

gehen? Informationssicherheit ist eine Aufgabe der Führung. Die Führungskräfte sollten bei Planungen zur Integration der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) immer auch die Frage der Informationssicherheit mitdenken und die damit verbundenen Risiken (Chancen und Gefahren) identifizieren und bewerten.

Fragen der Informationssicherheit sind für Führungskräfte häufig keine originäre Aufgabe. Zielführend ist es daher, schon bei den ersten Überlegungen zu den 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) fachliche Expertise zur Informationssicherheit hinzuziehen. Dies kann der eigene Digital-Mentor sein ▶ *siehe Umsetzungshilfe 2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“)*, der Datenschutzbeauftragte oder ein unabhängiger externer IT-Experte (zum Beispiel ein IT-Berater einer Kammer oder eines Verbandes).⁸

Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) hat für fast alle IT-Sicherheitsprobleme Grundsätze und Standards entwickelt, die Experten und IT-Beratern helfen, IT-Sicherheit herzustellen und die Risiken der Informationssicherheit zu erkennen.⁹ Diese Informationen sind meist sehr umfangreich, bieten aber grundsätzlich eine Orientierung mit konkreten Inhalten. Auf deren Grundlage sollten IT-Experten den Betrieb beraten.

Risikobetrachtung der IT-Sicherheit

Grundlegende Mängel der IT-Sicherheit bestehen in folgenden Aspekten:¹⁰

- **Verlust der Verfügbarkeit:** Wenn grundlegende Informationen eingeschränkt zur Verfügung stehen oder ganz fehlen, werden die betrieblichen Prozesse gestört oder können gar nicht stattfinden.
- **Verlust der Vertraulichkeit von Informationen:** Mit personenbezogenen Daten muss vertraulich umgegangen werden. Das heißt, dass diese Daten im Rahmen der

gesetzlichen Regelungen geschützt werden müssen. Die ungewollte Offenlegung von Informationen kann in vielen Bereichen schwere Schäden nach sich ziehen.

- **Verlust der Integrität (Korrektheit von Informationen):** Gefälschte oder verfälschte Daten oder Daten in nicht ausreichender Qualität ▶ *siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen* können beispielsweise zu Störungen in Prozessen, Fehlbuchungen, falschen Lieferungen oder fehlerhaften Produkten führen. Auch können personenbezogene Daten verwechselt oder falsch zugeordnet werden (Verlust der Authentizität) oder beispielsweise Zahlungsanweisungen oder Bestellungen zu Lasten einer dritten Person verarbeitet werden.

Ursachen für diese Mängel der Informationssicherheit sind technisch, organisatorisch und/oder in Personen begründet. Die entsprechenden Rahmenbedingungen sollten bei der Risikobetrachtung einbezogen werden. Im Folgenden werden für diese Rahmenbedingungen einige Beispiele aufgeführt:

Technische Rahmenbedingungen, zum Beispiel:

- Funktion der Sicherheitseinrichtungen
- Prozesse und Formen der Löschung von Daten
- Art der Internetverbindung
- Art der Verbindung zu anderen Netzen
- Ausfall oder Störung von Kommunikationsnetzen
- Art und Form der Back-ups
- Kompatibilität der unterschiedlichen Systeme, Programme und Komponenten
- Art des Zugriffs auf die Datenbestände und Art der Identifizierung der Benutzer
- Zugriff auf sensible betriebsinterne Daten

⁷ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁸ siehe u. a.: BSI-Standard 100-1; BSI-Standard 100-2; BSI-Standard 100-3; BSI 2016a; DIN EN ISO/IEC 27000:2017-10; DIN EN ISO/IEC 27001:2017-06 und andere Normen aus der 27000-Reihe

⁹ siehe: www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/itgrundschutz_node.html

¹⁰ Die Gefährdungskataloge des BSI bilden ein wichtiges Fundament für die Anwendung der IT-Grundschutz-Vorgehensweise (BSI-Standard 100-2) und der Risikoanalyse auf der Basis von IT-Grundschutz (BSI-Standard 100-3). BSI 2016a, S. 69f.

- Möglichkeiten der Ausbreitung von Schadsoftware
- Technische Datensicherung beim Cloud-Dienstleister und anderen verbundenen Netzwerken
- Art der Installation und Funktionen von Sicherheitsgateway (Firewall)
- Fehlfunktion von Arbeitsmitteln, Geräten oder Systemen
- Sensorik und Funktion von Arbeitsmitteln

Organisatorische Rahmenbedingungen, zum Beispiel:¹¹

- Organisation und Art der Wartung der Soft- und Hardware
- Abstimmung und Planung mit IT-Experten
- Festlegung der Verantwortlichkeiten
- Regelungen zum Umgang mit der 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI)
- Nutzer-Anweisungen zum Umgang mit eventuell auftretender Schadsoftware
- Zutrittsregelungen in schutzbedürftige Räume
- Weitergabe von Passwörtern oder Zugangscodes, zum Beispiel für Daten auf einer Cloud

- Überprüfung der Abhängigkeit von Anwendungen, zum Beispiel Datenformat, technischer Support
- Gefährdungsbeurteilung der gesundheitlichen Belastungen und Gefährdungen bei der Nutzung von 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI)
- Verstöße gegen Gesetze, Vorschriften oder Verträge, wie zum Beispiel Beeinträchtigung des informationellen Selbstbestimmungsrechts und der Beeinträchtigung der persönlichen Unversehrtheit
- Notfallmanagement für den Ausfall des Systems und die Nichtverfügbarkeit von Anwendungen

Personelle Rahmenbedingungen, zum Beispiel:

- Kompetenzen der Führungskräfte und Beschäftigten im Umgang mit 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI)
- Kenntnis über Kriterien zur Einschätzung der Vor- und Nachteile der 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI)
- Kenntnis über Regelungen im Betrieb zum Umgang mit 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI)

ware (inkl. KI)

- Bewusstsein zum Umgang mit Risiken der 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI)
- Sensibilisierung zu möglichen Mängeln und deren Auswirkungen auf den Betrieb
- Sensibilisierung und Information Dritter (andere Gewerke, Kunden) beim Umgang mit der 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI)

Durch diese Rahmenbedingungen können Mängel und Sicherheitslücken verursacht werden. Daher sind Maßnahmen im Rahmen der Risikobetrachtung nach folgenden Schritten¹² zu ermitteln und umzusetzen: ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen*

1. Identifizieren des Zustands der IT-Sicherheit
2. Analyse der erkannten Mängel und Sicherheitslücken
3. Beurteilung und Bewertung der erkannten Risiken
4. Festlegen und Umsetzen von Maßnahmen sowie
5. Wirksamkeitskontrolle

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Eine vorausschauende und systematische Risikobetrachtung der Informationssicherheit von 4.0-Technologien und intelligenter Software (inkl. KI) bringt zahlreiche **Chancen**. Diese können unter anderem sein:¹³

- Der Schutz vor unerwünschten Effekten wie Verlust von Daten, Sabotage oder falschen Funktionsweisen der 4.0-Technologie.
- Die benötigten Daten sind immer verfügbar und es kommt nicht zu Datenausfällen und Störungen.
- Die Datenqualität ist gegeben. Die Führungskräfte und die Beschäftigten können den Informationen vertrauen und die Informationen sind korrekt.
- Führungskräfte und Beschäftigte

können sicher sein, dass mit ihren personenbezogenen Daten vertraulich umgegangen wird.

- Nachgewiesene Informationssicherheit schafft Vertrauen bei Kunden und anderen Geschäftspartnern und wird zunehmend von diesen auch eingefordert.
- Die Wartungsarbeiten an IT-Systemen erfordern deutlich weniger Zeit.
- IT-Verantwortliche/Administratoren arbeiten effektiver.
- Die Akzeptanz und die Expertise von Führungskräften und Beschäftigten steigen, weil sie die Sicherheitssysteme kennen (Transparenz) und adäquat auf den Ernstfall vorbereitet sind.

Folgende **Gefahren** können bei einer nicht systematischen oder veräußerten Risikobetrachtung der Informationssicherheit von 4.0-Technologien und intelligenter Software (inkl. KI) unter anderem auftreten:¹⁴

- Zugriff von außen auf sensible Daten – Verlust von Daten, Sabotage oder falsche Funktionsweisen der 4.0-Technologie.
- Verlust der Verfügbarkeit von Daten und Informationen und dadurch Störung oder Stilllegung von Arbeits- und Produktionsprozessen.
- Verlust von Betriebssicherheit zum Beispiel durch Geräteausfall, die Verbreitung von Schäden auf sämtlichen Arbeitsmitteln.
- In vernetzten Infrastrukturen kann

¹¹ BSI 2016a

¹² BSI-Standard 100-1, S. 28f.

¹³ vgl. u. a. BSI 2012; Tauss 2017

¹⁴ BSI 2018a

die Sicherheitspanne einer Komponente grundlegende Auswirkungen auf die Sicherheit des Gesamtsystems haben.

- Die Störung der Systemsicherheit smarter Arbeitsmittel wie Maschinen oder autonom fahrender Fahr-

zeuge kann die Sicherheit der Nutzer beeinträchtigen.

- Missbrauch personenbezogener Daten von Beschäftigten, Führungskräften, Kunden oder Lieferanten kann zu einem Vertrauensverlust führen.

- Verlust der Integrität (Korrektheit von Informationen) – Nutzung gefälschter oder verfälschter Daten kann zu Gefahren im Arbeitsprozess, zu falschen Lieferungen oder fehlerhaften Produkten führen.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Allgemeine Maßnahmen zur IT-Informationssicherheit

Um die Risiken für die Informationssicherheit von 4.0-Technologien und von intelligenter Software (inkl. KI) zuverlässig einzuschätzen und zu bewerten, sollten in kleinen und mittleren Betrieben zunächst unter anderem folgende Maßnahmen festgelegt werden:¹⁵

- Die Führungskräfte sollten definieren, welche Anforderungen sie an die IT-Sicherheit der geplanten 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) stellen. Aufbauend darauf sollten die Führungskräfte ein Sicherheitskonzept für die Informationssicherheit von 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) im Betrieb erstellen. Hierbei sollten die Führungskräfte die allgemeinen Anforderungen an die Datensicherheit zugrunde legen. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.* Zusätzlich sollten sie auf die Grundsätze und Standards des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) sowie auf die entsprechenden DIN-Normen verweisen.¹⁶ Im Sicherheitskonzept sollten zum Beispiel die folgenden grundlegenden Aspekte beschrieben werden:
 - › Grundwerte der Informationssicherheit (Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit)
 - › Sicherheitsziele, eine angemessene Sicherheitsstrategie und Erfolgsfaktoren (wie Verlässlichkeit des Handelns, Sicherung der materiellen Werte, Schutz von betrieblichem Wissen, Si-

cherung der Qualität der Informationen, Sicherstellung der Arbeitsabläufe, Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz bei der Arbeit, Rechtskonformität, Schadensvermeidung und Schadensverhütung)

- › Steuerung des Sicherheitsprozesses durch die verantwortliche Führungskraft
- › Grundlegende Sicherheitsmaßnahmen, Maßnahmen zur Pflege und zum Verbesserungsprozess¹⁷
- Eine Führungskraft sollte als Verantwortlicher für die IT-Sicherheit benannt werden. Diese Führungskraft sollte sich vom internen Digital-Mentor › *siehe Umsetzungshilfe 2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“)*, dem Administrator, dem Datenschutzbeauftragten oder einem unabhängigen IT-Experten (zum Beispiel IT-Berater der Kammer oder eines Verbandes) unterstützen lassen.
- Die Führungskräfte sollten darauf achten, dass die Informationssicherheit der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) durch Maßnahmen auf folgenden Ebenen ermöglicht wird:¹⁸
 - › Sicherheit der Infrastruktur (wie zum Beispiel Schutz der Gebäude, Räume, Serverräume vor Angriffen und natürlichen Gefahren – wie Feuer, Wasser, ungünstigen klimatischen Bedingungen, Naturkatastrophen)
 - › Sicherheit der IT-Systeme (wie zum Beispiel Server, Clients, Netzkomponenten)
 - › Sicherheit im Netz (wie zum Beispiel sichere Verbindungen und

Übergänge zu anderen Netzen, Plattformen und Systemen)

- › Sicherheit in Anwendungen (wie zum Beispiel Umgang mit intelligenter Software (inkl. KI), Arten der Intervention, Angaben von Handlungsträgerschaft, Sicherung des E-Mail-Verkehrs)
- Alle Beschäftigten und Führungskräfte sollten über die Maßnahmen zur Informationssicherheit informiert und gegebenenfalls qualifiziert werden. Jeder Einzelne kann durch verantwortungs- und qualitätsbewusstes Handeln helfen, Schäden zu vermeiden, und zum Erfolg beitragen.¹⁹
- Die Führungskräfte sollten ein Arbeitsklima mit gemeinsamen Wertvorstellungen fördern, in dem sich das Risikobewusstsein zur Informationssicherheit möglichst selbstverständlich im Alltagshandeln entwickeln kann²⁰ (zum Beispiel dadurch, dass Informationssicherheit zum regelmäßigen Thema in Teambesprechungen wird, dass Verbesserungsvorschläge der Beschäftigten zur IT-Sicherheit aktiv eingefordert werden oder durch Förderung einer aktivierenden Fehlerkultur).

Maßnahmen zur Risikobetrachtung der IT-Informationssicherheit

Bei der **Risikoidentifikation und -analyse** der Informationssicherheit der geplanten 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) sollten unter anderem folgende Fragen untersucht werden:

Technische Rahmenbedingungen – Beispiele:

¹⁵ KAS-44 2017

¹⁶ vgl. u. a. BSI-Standard 100-1; BSI-Standard 100-2; BSI-Standard 100-3; BSI 2016a; DIN EN ISO/IEC 27000:2017-10; DIN EN ISO/IEC 27001:2017-06 und andere Normen aus der 27000-Reihe

¹⁷ BSI-Standard 100-1, S. 27ff.; BSI-Standard 100-2, S. 18ff.

¹⁸ BSI-Standard 100-1, S. 37. Zu diesen Themen gibt es in den BSI-Grundsätzen umfassende Gestaltungshinweise – siehe BSI 2016a.

¹⁹ BSI-Standard 100-1, S. 23

²⁰ BSI-Standard 100-1, S. 23

- Wie sicher sind die eingesetzte 4.0-Technologie und die intelligente Software (inkl. KI)? (zum Beispiel Schutz bei Ausfall oder Störung von Versorgungsnetzen, vor unbefugtem Eindringen in IT-Systeme, gegen Schadsoftware, bei Integritätsverlust schützenswerter Informationen, bei Fehlfunktion von Geräten oder Systemen)
 - Ist eine Anbindung der geplanten 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) an bestehende Datensicherheitssysteme möglich? (zum Beispiel durch die eingesetzten Protokolle und Schnittstellen)
 - Mit welchen weiteren technischen Netzwerken sind die geplanten 4.0-Technologien und die intelligente Software (inkl. KI) verbunden beziehungsweise welche Akteure/Programme greifen dort auf Daten zurück? Wie sind diese Netzwerke technisch gesichert?
 - Erfolgen die Software-Updates so, dass die bestehenden Anwendungen (wie Programme, Technologien, smarte Arbeitsmittel) weiter funktionieren und die vorhandenen Daten nicht unbemerkt verändert werden?
 - Sind bestimmte Geräte, Anlagen und Netze mit ähnlichem Schutzbedarf zu trennen (segmentieren), um Angriffe zu erschweren? Kann in diesen Fällen die Kommunikation zwischen den Zonen trotz Trennung stattfinden, weil die Übergänge klar definiert und entsprechend abgesichert sind?²¹
 - Ist sichergestellt, dass die verwendete 4.0-Technologie und die intelligente Software (inkl. KI) nicht von sich aus ungeplant eine Verbindung nach außen (in das Internet) herstellen?²²
 - Wie sicher sind die Netzverbindungen zwischen den beteiligten Netzwerken und Systemen (wie zum Beispiel WLANs, Backbone-Techniken) und wie sicher sind die Verbindungen des betrachteten Bereichs nach außen (wie Einwahl-Zugänge, Internet-Anbindungen, Plattformen)?
 - Sind Eingriffe und Manipulation durch Cyberkriminelle verhindert, die eine mittelbare oder unmittelbare Auswirkung auf die funktionale Sicherheit von Anlagen und autonomen technischen Systemen haben? (zum Beispiel auf sicherheitsrelevante Komponenten, Bauteile, Software; alle Netzwerk-Ein- und Ausgangspunkte zu anderen Netzwerken; alle IT-Systeme außerhalb des Produktionsbereiches, von denen eine Kommunikationsbeziehung in den Betrieb aufgebaut werden kann; alle sicherheitsrelevante Dokumentationen)
- Organisatorische Rahmenbedingungen – Beispiele:*
- Sind die Informationen über die geplanten 4.0-Technologien und die intelligente Software (inkl. KI) ausreichend, um Aussagen über mögliche Risiken zu liefern (sonst werden Risiken nicht oder zu spät erkannt oder es werden Risiken vermutet, wo gar keine bestehen)? Hier kann es sinnvoll sein, weitere Informationen vom Hersteller/Anbieter einzufordern.
 - Entstehen durch die geplanten 4.0-Technologien und die intelligente Software (inkl. KI) Abhängigkeiten von Anwendungen der Anbieter? (wie zum Beispiel Lizenzen, Updates, Softwarestandards)
 - Sind vertrauliche Dokumente oder Dateien als „vertraulich“ gekennzeichnet, sodass diese Informationen nicht versehentlich an Unbefugte weitergegeben werden?
 - Wie kann sichergestellt werden, dass die Identität der Benutzer eindeutig definiert ist, und wie wird verhindert, dass ein Angreifer die Identität annehmen kann?²³ (Berechtigungsmanagement)
 - Wie wird verhindert, dass unbefugte Personen Veränderungen an autonomen technischen Systemen und Steuerungskomponenten vornehmen können? (zum Beispiel durch abschließbare Bedienungspanel, durch physische Separation von Bediener- und Administrator-Funktionen oder durch Funktionsfreischaltung unter der Verwendung von Funk-Chips [RFID])²⁴
 - Ist die Dokumentation der Datenflüsse und der Abläufe sowie der Handlungsträgerschaft der intelligenten Software (inkl. KI) sichergestellt?²⁵
 - Ist eine Gefährdungsbeurteilung zu gesundheitlichen Belastungen und Gefährdungen bei Sicherstellung der Informationssicherheit von 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI) erforderlich? (wenn ja, diese in der Phase der Risikoidentifizierung durchführen und entsprechende Maßnahmen festlegen und umsetzen)
 - Welche Notfallvorkehrungen sind zu treffen, um im Gefährdungsfall schnell reagieren zu können?
- Personelle Rahmenbedingungen – Beispiele*
- Wie können die Führungskräfte und die Beschäftigten für die Wahrnehmung möglicher Risiken sensibilisiert werden?
 - Welche Kompetenzen benötigen die Führungskräfte und die Beschäftigten für die Umsetzung der Informationssicherheit der 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI)?
 - Wie kann allen Personen bekannt werden, welche Risiken bei der geplanten 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI) auftreten können (wie beim versehentlichen Löschen von Daten in der Cloud) und welche Verhaltensweisen getroffen werden müssen?
- Bei der **Risikobewertung** der Informationssicherheit durch 4.0-Technologien und intelligente Software (inkl.

²¹ BMWi 2016c, S. 20ff.

²² BMWi 2016c, S. 37

²³ BMWi 2016c, S. 25ff.

²⁴ BMWi 2016c, S. 35

²⁵ BMWi 2016c, S. 38

KI) sollten folgende Kriterien berücksichtigt werden:²⁶

- Beeinträchtigung der verlässlichen Information und Kommunikation (auch zwischen den beteiligten Netzen, Plattformen und Systemen)
- Beeinträchtigung der Aufgabenerfüllung
- Beeinträchtigung des informationellen Selbstbestimmungsrechts (Datenschutz)
- Beeinträchtigung der Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit und des Umweltschutzes
- Negative Innen- oder Außenwirkungen
- Verstoß gegen Gesetze/Vorschriften/Verträge
- Finanzielle Auswirkungen

Maßnahmen aus der Risikobewertung

*Technische Rahmenbedingungen – Beispiele:*²⁷

- Sicherstellung der Kompatibilität der intelligenten Software (inkl. KI) zu den bestehenden Systemen
- Anbindung der geplanten 4.0-Technologien und intelligenten Software (inkl. KI) an bestehende Datensicherheitssysteme
- Einrichten von Zugangsbeschränkungen
- Sichere Identifizierung der Benutzer und Zugriffsschutz entsprechend den Zugriffsberechtigungen
- Verschlüsselung von sensiblen Daten
- Schutz bei Ausfall oder Störung von Versorgungsnetzen
- Trennung von Netzwerken mit lebenserhaltenden Funktionen von anderen IT-Komponenten zur Minimierung des Ausfallrisikos bei Störung eines anderen Subsystems
- Sichtbarmachung der Handlungsträgerschaft der intelligenten Software (inkl. KI) und Festlegen von Interventionsmöglichkeiten

- Verhinderung, dass die intelligente Software (inkl. KI) von sich aus ungeplant eine Verbindung nach außen (in das Internet) herstellen kann

- Technische Datensicherung in verbundenen Netzwerken, Systemen und Plattformen,²⁸ Schutz vor (auch unbeabsichtigter) Datenlöschung auch von mobilen Geräten oder in Clouds

- Schutz personenbezogener Daten
- Sicherheitsgateway (Firewall) – Schutz des vertrauenswürdigen (internen) Netzes gegen unbefugten Zugriff und Schadsoftware

- Sicherstellung der Aktualisierungen von Daten ohne Datenverluste, Störungen und neue Zugriffsmöglichkeiten

Organisatorische Rahmenbedingungen – Beispiele:

- Überprüfen, ob die festgelegten Maßnahmen zueinander passen und sich nicht konterkarieren.

- Schutz der Daten vor Datenverlust oder Missbrauch anhand von vertraglichen Vereinbarungen mit dem Hersteller/Anbieter von Cloud-Diensten oder IT-Dienstleistern sicherstellen.

- Eine Arbeitsanweisung erstellen, wie mit der geplanten 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI) informationssicher umzugehen ist (hier unter anderem Zutrittsregelungen, Vergabe von Zutrittsberechtigungen, Zugangscodes, Passwortgebrauch, Umgang mit Schadsoftware, Verhalten im Notfall). Die Arbeitsanweisung im Betrieb zur Verfügung stellen. Dabei auch sicherstellen, dass die Benutzer die festgelegten Maßnahmen nicht umgehen können.

- Rechtzeitige Beteiligung der Beschäftigten, um deren Erfahrungen berücksichtigen zu können (falls vorhanden auch den Betriebsrat einbinden).²⁹

- Wartung der Soft- und Hardware organisieren.

- Liste der vernetzten und nicht vernetzten IT-Systeme erstellen beziehungsweise aktualisieren und vervollständigen.

- Grafische Darstellung des Netzes und seiner Verbindungen erstellen (Netzpläne).

- Notfallmanagement für den Ausfall des Systems und der Nichtverfügbarkeit von Anwendungen festlegen. Dabei auch einfache, konkrete Handlungsanweisungen und Maßnahmenpläne für den Schadensfall erstellen.³⁰

- Sicherstellen, dass mögliche Bedienungs- und Betriebsfehler die festgelegten Maßnahmen nicht aushebeln können.

Personelle Rahmenbedingungen – Beispiele:

- Sicherstellen, dass die Führungskräfte und die Beschäftigten die erforderlichen Kompetenzen im Umgang mit den Maßnahmen zur Informationssicherheit der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) besitzen – gegebenenfalls qualifizieren.

- Führungskräften und Beschäftigten die Anweisungen im sicheren und gesundheitsgerechten Anwenden der Maßnahmen zur Informationssicherheit der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) übergeben und diese erklären. Dabei auch die Handlungsanweisungen und Maßnahmenpläne für den Schadensfall aushändigen und erklären.³¹ Führungskräfte und Beschäftigte entsprechend einweisen und unterweisen. Hierbei auch das Sicherheitskonzept generell vorstellen und erklären.

- Neuen Beschäftigten die Arbeitsanweisungen zur IT-Informationssicherheit vorstellen und sie befähigen, die Anweisungen umzusetzen.³²

²⁶ BSI-Standard 200-2, S. 50ff.

²⁷ BSI 2016b

²⁸ Bei diesem Schritt kann zum Beispiel über die Einführung eines Informationssicherheitsmanagementsystems (wie ISO 27001 oder BSI IT-Grundschutz) reflektiert werden.

²⁹ Bei allen Maßnahmen, die prinzipiell die Verhaltens- oder Leistungsüberwachung von Beschäftigten ermöglichen, zum Beispiel Protokollierung, bedarf es der Mitbestimmung

³⁰ Strametz 2018

³¹ Strametz 2018

³² Strametz 2018

Die hier dargestellten Hinweise und Maßnahmen zur Informationssicherheit von 4.0-Technologien und intelligenter Software (inkl. KI) sind Beispiele, die Führungskräfte in kleinen

und mittleren Unternehmen den Rahmen der Maßnahmen bei der Risikobetrachtung verdeutlichen und eine ganz grundlegende Orientierung bieten sollen. Sie ersetzen keine systemati-

sche, auf den konkreten Betrieb zugeschnittene Risikobetrachtung, bei der IT-Experten, Administratoren oder IT-Berater der Kammern und Verbände hinzugezogen werden sollten.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- BMWi (Hrsg.), (2016a). „*Technischer Überblick: Sichere unternehmensübergreifende Kommunikation*“, Ergebnispapier der Plattform Industrie 4.0. https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/sichere-unternehmensuebergreifende-kommunikation.pdf?__blob=publicationFile&v=8. Zugriffen: 10.10.2018.
- BMWi (2016b). *IT-Sicherheit für die Industrie 4.0*, Abschlussbericht. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi).
- BMWi (2016c). *IT-Security in der Industrie 4.0 – Handlungsfelder für Betreiber*. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi).
- BSI (2012). *Leitfaden Informationssicherheit – IT-Grundschutz kompakt*. Bonn: Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI).
- BSI (2013). *IT-Grundschutz Glossar*. https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/ITGrundschutzKataloge/Inhalt/Glossar/glossar_node.html. Zugriffen: 26.10.2018.
- BSI (2016a). *IT-Grundschutz-Kataloge: 15. EL Stand 2016*, Bonn: Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), https://download.gsb.bund.de/BSI/ITGSK/IT-Grundschutz-Kataloge_2016_EL15_DE.pdf. Zugriffen: 26.10.2018.
- BSI (2018). *Checklisten zum IT-Grundschutz-Kompodium*, Bonn: Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI). <https://www.bsi.bund.de/Shared-Data/Downloads/DE/BSI/Grundschutz/Kompodium/checklisten.html>. Zugriffen: 26.10.2018.
- BSI-Standard 100-1: *Managementsysteme für Informationssicherheit (ISMS)*, Bonn: Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI). https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/ITGrundschutzStandards/ITGrundschutzStandards100/Standard01/ITGStandard01_node.html. Zugriffen: 10.10.2018.
- BSI-Standard 100-2: *IT-Grundschutz-Vorgehensweise*, Bonn: Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI). https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/ITGrundschutzStandards/Standard202/ITGStandard202_node.html. Zugriffen: 26.10.2018.
- BSI-Standard 100-3: *Risikoanalyse auf der Basis von IT-Grundschutz*, Bonn: Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI). https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/ITGrundschutzStandards/ITGrundschutzStandards100/Standard03/ITGStandard03_node.html. Zugriffen: 10.10.2018.
- DIN EN ISO/IEC 27000:2017-10. *Informationstechnik – Sicherheitsverfahren – Informationssicherheits-Managementsysteme – Überblick und Terminologie*. Berlin: Beuth Verlag.
- DIN EN ISO/IEC 27001:2017-06. *Informationstechnik – Sicherheitsverfahren – Informationssicherheitsmanagementsysteme – Anforderungen*. Berlin: Beuth Verlag.
- KAS-44 (2017). *Leitsätze der Kommission für Anlagensicherheit zum Schutz vor cyberphysischen Angriffen*. Bonn: GFI Umwelt – Gesellschaft für Infrastruktur und Umwelt mbH.
- Strametz, R. (2018). *Digitalisierung und Risikomanagement – APS-Handlungsempfehlung für Behandler – APS-Jahrestagung 2018 – Digitalisierung und Patientensicherheit*. http://www.aps-ev.de/wp-content/uploads/2018/05/KP-02_Strametz.pdf. Zugriffen: 04.02.2018.
- Tauss, C. (2017). *Digitalisierung braucht Risikomanagement*. <https://www.pm-blog.eu/themen/prozesse/digitalisierung-braucht-risikomanagement.html>. Zugriffen: 04.02.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“)
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses
- 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)

2.2.4 Notfallorganisation und 4.0-Prozesse



■ **Stichwörter:** Angriffe, IT-Sicherheit, kritische Situationen, Notfälle, Notfallmanagement, Notfallvorsorgekonzept, Schadensanalyse, Sicherheitsorganisation, Zwischenfälle

› Warum ist das Thema wichtig?

Der Einsatz von intelligenter Software¹ mit Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) stellt neue Anforderungen an die Notfallorganisation von Unternehmen. Die Komplexität sowie die technische Autonomie der cyber-physischen Systeme (CPS)² mit ihrer 4.0-Technologie³ können zu einer Vielzahl von neuen Schadensereignis-

sen im Betrieb führen. Gleichzeitig ergeben sich neue Möglichkeiten für die Notfallorganisation in Unternehmen, weil mehr Informationen beinahe in Echtzeit zur Verfügung stehen und ein zeitlich und örtlich flexibler Zugriff möglich ist. Aufgrund der zunehmenden Vernetzung der 4.0-Prozesse⁴ sowohl betriebsintern als auch -extern

nimmt die Bedeutung einer systemischen und prozessorientierten Sicht auf die Notfallorganisation zu: Einzelne Schadensereignisse können eine immer größere Bedeutung für das gesamte Unternehmen sowie für seine Akteure gewinnen.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Notfallorganisation – Sicherheitsorganisation – Notfallmanagement

Die **Notfallorganisation** umfasst die Festlegung betrieblicher Maßnahmen, um Schäden nach Schadensereignissen (Zwischenfälle, Notfälle und andere kritische Situationen) von Menschen, dem Betrieb oder der Umwelt so gering wie möglich zu halten. Die Notfallorganisation soll zudem sicherstellen, dass wichtige Geschäftsprozesse selbst in kritischen Situationen nicht oder nur temporär unterbrochen werden und die wirt-

schaftliche Existenz der Institution auch bei einem größeren Schadensereignis gesichert bleibt.⁵

Die **Sicherheitsorganisation** umfasst alle strukturellen und prozessorientierten Maßnahmen des Unternehmens in den Bereichen

- IT-Sicherheit und Security sowie
- Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (Safety).

Ziel der Notfall- und Sicherheitsorganisation ist es, präventiv Schadensereignisse (Zwischenfälle, Notfälle

und andere kritische Situationen) zu verhindern.⁶ Ziel der Arbeitsorganisation und Unternehmenskultur ist es, präventiv produktive, sichere und gesundheitsgerechte Arbeitsabläufe zu ermöglichen.⁷

Unter **Notfallmanagement** sind die Prozesse, Verhaltensweisen und koordinierten Tätigkeiten zu verstehen, die eine Organisationseinheit ausführen muss, um drohende Notfälle zu verhindern oder bereits eingetretene zu bewältigen.

Mögliche Ursachen für Schadensereignisse beim Einsatz von 4.0-Technologien

Zwischenfälle, Notfälle und andere kritische Situationen können beim Einsatz von 4.0-Technologien folgende Ursachen haben – siehe *Abbildung 1*:

- Ungenügende IT-Sicherheit und Datensicherheit – zum Beispiel durch Schadprogramme („Viren“), Angriffe Dritter (Hacker), ungenügend gesicherte Plattformen und Clouds, Stromausfall > siehe *Umsetzungshilfen 2.2.3 Risikobetrachtung und*

IT-Sicherheit; 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen; 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud; 2.5.3 Plattformökonomie.

- Natur- und Betriebsereignisse, die Schäden an 4.0-Technologien verursachen – zum Beispiel durch Brän-

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt die intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁵ BSI-Standard 100-4, S. 1; VBG 2017, S. 38

⁶ VBG 2017, S. 39

⁷ VBG 2017, S. 38

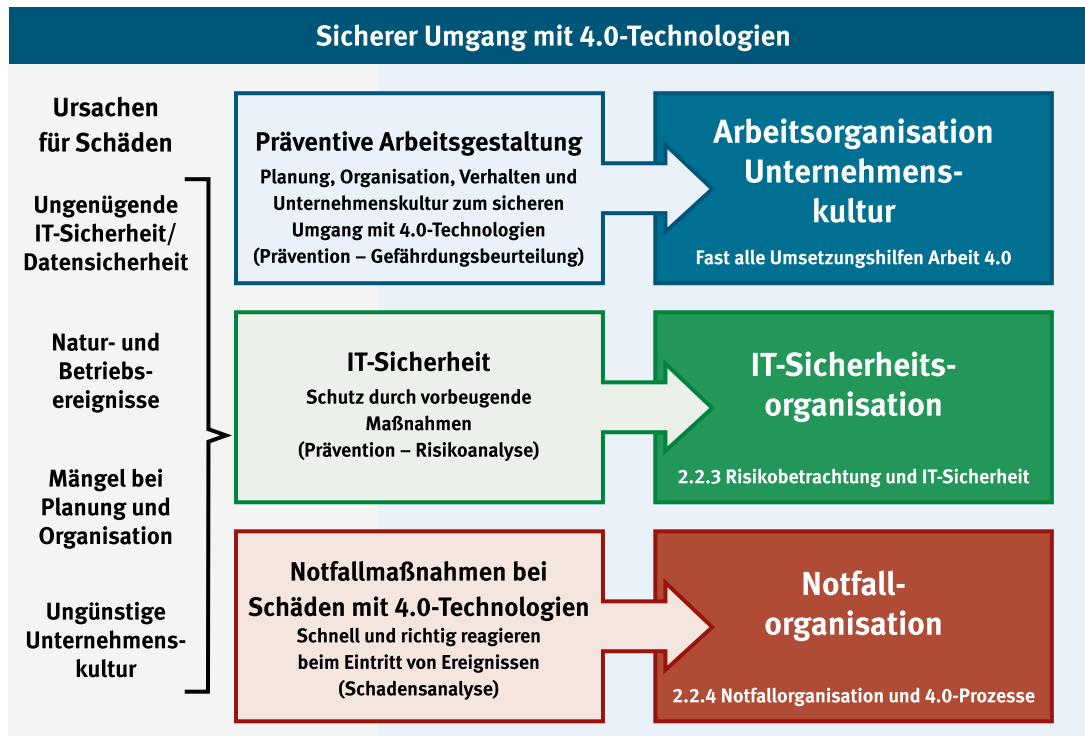


Abbildung 1: Notfall- und Sicherheitsorganisation beim Umgang mit 4.0-Technologien (eigene Darstellung)

de, Wassereintrich, Hochwasser, Unwetter, Sturm

- Mängel bei Planung- und Organisation des Einsatzes der 4.0-Technologie – zum Beispiel durch ungenügende Datenqualität, unzureichenden Datenschutz, falschen Umgang und unberechtigten Zugriff durch Beschäftigte und vernetzte Akteure, mangelhafte Risikobetrachtung und Gefährdungsbeurteilung, fehlende Qualifizierung, fehlende Anweisungen und Vereinbarungen im Umgang mit den 4.0-Technologien > siehe Umsetzungshilfen 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0; 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen; 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation; 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0; 2.4.1 Prozessplanung mit CPS.
- Eine Unternehmenskultur, die das Bewusstsein im sicheren Umgang mit Daten nicht fördert – zum Beispiel durch fehlende Kriterien und Werte im Umgang mit 4.0-Technologien, fehlende Kenntnisse und Kompetenzen, fehlende Motivation und Bereitschaft, Mängel in der Führung, keine Fehlerkultur,

ungenügende Einbindung und Beteiligung der Führungskräfte und Beschäftigten > siehe Umsetzungshilfen 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien; 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse; 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0; 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen; 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen.

Diese Faktoren können durch und auf die 4.0-Technologien und die intelligente Software (inkl. KI) wirken und im Betrieb beispielsweise zu folgenden Bedrohungen und Schäden führen:

- Bei Personen im Betrieb: Zum Beispiel kann intelligente Software (inkl. KI) Arbeitsmittel fehlsteuern. Hierdurch kann es zu Kollisionen oder unkontrollierten Bewegungen und Abläufen kommen. In der Kollaboration von Personen mit Assistenzsystemen (zum Beispiel Exoskelette, Roboter, Virtual Reality) können Menschen direkt mit der Technik verbunden sein, sodass Störungen und Ausfälle der Software Beschäftigte schädigen können. Auch personenbezogene

Daten von Führungskräften und Beschäftigten können missbraucht werden. > Siehe Umsetzungshilfen 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen; 3.2.4 Exoskelette; 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality; 3.2.7 Nutzung von Robotern.

- In der Infrastruktur: Zum Beispiel kann die Organisationssoftware (inkl. KI) durch unberechtigte Fremdzugriffe/Sabotage, Datenmanipulation und Datendiebstahl geschädigt werden und es kann zu Störungen der Arbeitsabläufe kommen. Naturereignisse (zum Beispiel Feuer, Wasser, klimatische Bedingungen) und Brände können die Funktionsweise der intelligenten Software (inkl. KI) beeinträchtigen oder sie ausschalten. Möglich sind auch der Ausfall und die Beeinträchtigung von smarten Gebäudetechnologien durch Manipulation, was zum Beispiel den Zutritt zu Gebäuden verhindern kann.
- Eigenständige Entscheidungen der intelligenten Software (inkl. KI): Zum Beispiel kann die intelligente Software (inkl. KI) durch Fehlsteuerungen oder Schadprogramme geschädigt werden und Situationen herbeiführen, auf die die Beschäftigten

tigten nicht vorbereitet sind. Die Beschäftigten müssen auf diese unerwartet auftretenden Störungen akut reagieren, sodass dies zu Störungen im Ablauf, Unfällen oder Behinderungen führen kann.

- Bei Dritten (wie Kunden, Dienstleistern, Partnern): Zum Beispiel kann durch Datenmissbrauch oder Fehlsteuerung von Prozessen (zum Beispiel Produktionsanlagen, Lagerhaltung) intelligente Software (inkl. KI) in der Funktionsweise beeinträchtigt werden, die mit Netzen anderer Unternehmen verbunden sind. Dadurch können Dritte gefährdet werden. Es kann Misstrauen bei Kunden, Partnern und Dienstleistern entstehen oder das Image des Betriebes kann geschädigt werden.

Notfallorganisation zu Schadensereignissen durch 4.0-Technologien

Während bei der Nutzung von 4.0-Technologien die IT-Sicherheit generell ein wichtiges Thema ist, sollten sich Betriebe auch auf Zwischenfälle, Notfälle und andere kritische Situationen durch 4.0-Technologien vorbereiten. Für kleine und mittlere Unternehmen ist ein umfassendes Notfallmanagement – zum Beispiel nach BSI-Standard 100-4 – oft nicht umsetzbar. Trotzdem sollten auch kleine und mittlere Unternehmen in Anlehnung an die Standards für große Betriebe einige Maßnahmen der Notfallorganisation beim Einsatz der 4.0-Technologien planen und umsetzen. Wenn jede Führungskraft und jeder Beschäftigte sofort weiß, was bei Zwischenfällen, Notfällen und anderen kritischen Situationen durch 4.0-Technologien zu tun ist, können die Auswirkungen des Schadens begrenzt werden.

Im Folgenden sind einige grundlegende Hinweise zur Notfallorganisation im Umgang mit 4.0-Technologien zusammengefasst. Die hier skizzierten Hinweise bauen auf einer funktionierenden IT-Sicherheit auf > siehe *Umsetzungshilfe 2.2.3 Risikobetrachtung*

und IT-Sicherheit.

Notfallorganisation und IT-Sicherheit sollten zusammen betrachtet werden. Das bedeutet, dass die *Leitung des Unternehmens auch die Verantwortung für die Notfallorganisation* beim Umgang mit 4.0-Technologien haben sollte.⁸ Sie sollte auch die Grundlagen für die Notfallorganisation (Notfallstrategie) festlegen. Hierzu können folgende Punkte zur Orientierung dienen:

- Diejenigen Geschäftsziele definieren, die durch Schäden im Umgang mit 4.0-Technologien gefährdet werden könnten.
- Die Schäden durch die verwendeten 4.0-Technologien beschreiben, die besonders schwerwiegende Auswirkungen haben könnten.
- Die Unterbrechungen der Arbeitsprozesse durch Schäden der verwendeten 4.0-Technologien beschreiben, die als existenzbedrohend angesehen werden.
- Festlegen, welche Schäden eher akzeptiert werden können und welche nicht.

Für die ermittelten kritischen Prozesse und Ressourcen sollten eine *Schadensanalyse*⁹ und eine Risikoanalyse > siehe *Umsetzungshilfen 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen; 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit* durchgeführt werden (wie zum Beispiel Beeinträchtigung der Aufgabenerfüllung, finanzielle Auswirkung, negative Innen- und Außenwirkung, Verstoß gegen Gesetze). Dabei sollte die Frage geklärt werden: „Wodurch werden meine Prozesse und Ressourcen bedroht?“ Sind diese Aspekte bereits in der Risikobetrachtung zur IT-Sicherheit erhoben und beantwortet, kann auf diese Ergebnisse zurückgegriffen werden.

Für die Notfallorganisation bei Schadensereignissen durch 4.0-Technologien sollte *die Verantwortung einer Führungskraft übertragen* werden. In kleinen und mittleren Unternehmen ist es sinnvoll, dass dies dieselbe Person ist, die auch für die IT-Sicherheit

verantwortlich ist. Diese verantwortliche Führungskraft sollte – wie auch bei der IT-Sicherheitskonzeption – bei der Notfallorganisation einen unabhängigen IT-Experten hinzuziehen. Außerdem ist es sinnvoll, ein Budget für die Notfallorganisation festzulegen.¹⁰

Die verantwortliche Person für die Notfallorganisation sollte ein *Konzept und eine Verhaltensanweisung (eine Leitlinie/ein Notfallvorsorgekonzept)* erstellen.¹¹ Diese Anweisung könnte unter anderem folgende Inhalte haben¹²:

- Ziel und Stellenwert der Notfallorganisation
- Geltungsbereich (wie zum Beispiel Betriebsstätten, Arbeitsplätze, Arbeitsabläufe, Projekte)
- Verantwortliche Person und weisungsbefugten Personen
- Mögliche Bedrohungen durch die verwendeten 4.0-Technologien
- Mögliche Auswirkungen auf 4.0-Technologien
- Maßnahmen, die beim Eintreten des Schadensfalls zu ergreifen sind und die ein schnelles und sinnvolles Reagieren auf einen Vorfall ermöglichen
- Wichtige Zuständigkeiten bei den Maßnahmen der Notfallorganisation
- Festgelegten Vorsorgemaßnahmen, wie beispielsweise die Meldetechnik (auch für vernetzte Plattformen anderer Unternehmen), Ausweichstandorte, Alarmierungsverfahren, Datensicherung oder im Notfall relevante Vereinbarungen mit externen Dienstleistern
- Integration der Notfallorganisation in alle relevanten Geschäftsprozesse beziehungsweise Verfahren und Projekte
- Regelmäßige Überprüfungen, Tests und Übungen; die relevanten Gesetze, Richtlinien und Vorschriften, die zu beachten sind
- Verfahren des Verbesserungsprozesses der Notfallorganisation, Pflege und Überarbeitung der Notfallorganisation

⁸ BSI-Standard 100-4, S. 15ff.

⁹ Business Impact Analyse, BSI-Standard 100-4, S. 29

¹⁰ BSI-Standard 100-4, S. 62

¹¹ BSI-Standard 100-4, S. 30ff.

¹² BSI-Standard 100-4, S. 59f.

Diese *Anweisung* (Leitlinie, Notfallvorsorgekonzept) der Notfallorganisation bei Schadensereignissen durch 4.0-Technologien sollte *allen Führungskräften und Beschäftigten zur Verfügung* stehen und im Betrieb aushängen. Außerdem ist sie allen Führungskräften und Beschäftigten zum Beispiel in Teambesprechungen bekannt zu machen. Maßnahmen zur Notfallorganisation und zu Schadensereignissen durch 4.0-Technologien sollten zum Bestandteil des Alltagshandelns der Führungskräfte und Beschäftigten werden (zum Beispiel durch *regelmäßige Sensibilisierungs-*

maßnahmen wie Teambesprechungen, themenbezogene Veranstaltungen, Schulungen oder Übungen). Dies ist ein wesentlicher Bestandteil des Verbesserungsprozesses und trägt gleichzeitig zur Sensibilisierung im Umgang mit den Maßnahmen bei.

Hilfreich ist es auch, die Konzepte und Verhaltensanweisungen der Notfallorganisation zu *dokumentieren*, um getroffene Entscheidungen nachvollziehen zu können, Handlungen wiederholbar zu machen sowie Abläufe und Maßnahmen nachweisen zu können¹³ – auch wenn diese Dokumentation vor allem für kleine Betrie-

be immer einen hohen Aufwand bedeutet.

4.0-Technologien für die Notfallorganisation nutzen

4.0-Technologien können die Notfallorganisation im Betrieb auch unterstützen. Sie können vor allem in der Ablauforganisation der Notfälle wichtige Hilfen bieten. Beispiele dazu sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Für die Umsetzung der Notfallorganisation gibt es mittlerweile Softwaretools. Kriterien für die Auswahl dieser Tools finden sich im BSI-Standard 100-4 ab Seite 98ff.

Aspekte der Notfallplanung in Anlehnung an DIN EN ISO 45001:2018-06		Tabelle 1
Aspekte der Notfallorganisation (Ablauforganisation) – Beispiele	Unterstützung durch 4.0-Technologien – Beispiele	
Ermittlung von möglichen Notfallsituationen	Einsatz von Virtual Reality (VR) und Simulation von Ereignissen	
Möglichkeiten des (frühzeitigen) Erkennens von Notfallsituationen und der Ermittlung des Schadensausmaßes	Sensortechnologie und Echtzeitkommunikation, frühzeitiges automatisches Gegensteuern durch intelligente Software (inkl. KI)	
Festlegung einer geplanten Reaktion auf Notfallsituationen einschließlich der Versorgung durch Erste Hilfe	Einsatz von 4.0-Technologien bei der Reaktion auf Ereignisse, zum Beispiel autonomes Abschalten von Anlagen in Notfallsituationen	
Schulungen über das Verhalten bei Notfallmaßnahmen	Individualisiertes E-Learning und Lernen im simulierten Umfeld (VR)	
Wiederkehrende Überprüfung und Übung des geplanten Verhaltens in Notfällen	Unterstützung der Überprüfung zum Beispiel durch Auswertung des Verhaltens durch intelligente Software (inkl. KI) und Bereitstellung relevanter, priorisierter Informationen beinahe in Echtzeit	
Befall der 4.0-Technologie von Anlagen, Komponenten und Meldesystemen durch Schadprogramme	Selbstüberwachung der 4.0-Technologie von Anlagen, Komponenten und Meldesystemen gegen Schadprogramme	
Kommunikation in Notfallsituationen	Individualisierte Informationen durch intelligente Software (inkl. KI); Verkürzung von Kommunikationszeiten durch 4.0-Technologien	
Überprüfung des Verhaltens nach dem Eintritt von Notfallsituationen	Bewertung des Verhaltens durch intelligente Software (inkl. KI)	
Kommunikation und Bereitstellung relevanter Informationen an alle Beschäftigten bezüglich ihrer Pflichten und Verantwortlichkeiten in Notfällen	Nutzung von Smart Devices (zum Beispiel Smartphones) zur Bereitstellung von Informationen beinahe in Echtzeit; Auswahl durch intelligente Software (inkl. KI), welche Informationen an wen auf welches Endgerät gesendet werden	
Kommunikation relevanter Informationen an Auftragnehmer, Notfalldienste, Behörden und Gemeinden sowie weitere interessierte Gruppen	Informationen beinahe in Echtzeit, Auswahl durch intelligente Software (inkl. KI), welche Informationen an wen gesendet werden	
Kommunikation innerhalb der betriebsinternen Notfallorganisation	Informationen beinahe in Echtzeit, virtuelle Konferenzen und Treffen	
Alarmierung, Information im Notfall und Evakuierung von Beschäftigten und Gästen des Hauses	Unterstützung durch smarte Endgeräte (zum Beispiel Smartphones)	

¹³ BSI-Standard 100-4, S. 11

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Ist die Notfallorganisation für den Umgang mit 4.0-Technologien genügend beziehungsweise ungenügend gestaltet, kann dies unter anderem folgende positive beziehungsweise negative Auswirkungen haben:

Chancen – Beispiele	Gefahren – Beispiele
Frühzeitiges Erkennen von Zwischenfällen, Notfällen und anderen kritischen Situationen und damit frühzeitige Reaktion	Zu spätes Erkennen von Zwischenfällen, Notfällen und anderen kritischen Situationen und damit unzureichende Reaktion
Geordnete und abgestimmte Reaktionen auf Zwischenfälle, Notfälle und andere kritische Situationen durch 4.0-Technologien mit geringeren Überraschungseffekten, da Führungskräfte und Beschäftigte für schnelle Reaktionen im Notfall befähigt sind	Unzureichend abgestimmte Reaktionen auf Zwischenfälle, Notfälle und andere kritische Situationen durch 4.0-Technologien mit hohen Überraschungseffekten, da Führungskräfte und Beschäftigte keine Kompetenzen besitzen, wie sie sich im Notfall verhalten sollen
Geringere Auswirkungen auf Arbeitsprozesse durch Störungen aufgrund von 4.0-Technologien durch systematische und rechtzeitige Reaktion auf Schadensfälle – weniger Schäden und Ausfallstunden, kürzere Wiederanlaufzeiten	Negative Auswirkungen auf Arbeitsprozesse durch Störungen aufgrund von 4.0-Technologien durch fehlende Reaktion auf Schadensfälle mit hohen Schäden und Ausfallstunden sowie langen Wiederanlaufzeiten
Direkte und gezielte Informationen an vernetzte Akteure (wie Plattformen, andere Unternehmen, Kunden, Dienstleister) bei Störungen aufgrund von 4.0-Technologien	Fehlerhafte Informationen an vernetzte Akteure (wie Plattformen, andere Unternehmen, Kunden, Dienstleister) mit kritischen Folgesituationen und Haftungsproblemen
Kostenersparnis durch optimale Reaktion auf Zwischenfälle, Notfälle und andere kritische Situationen durch 4.0-Technologien und Eindämmung der Schadensfolgen	Hohe Kosten durch verspätete und unstrukturierte Reaktion auf Zwischenfälle, Notfälle und andere kritische Situationen durch 4.0-Technologien mit hohen Schadensfolgen

Wer 4.0-Technologien für die Notfallorganisation einsetzt, hat unter anderem folgenden Nutzen beziehungsweise folgende Nachteile:

Chancen – Beispiele	Gefahren – Beispiele
Frühzeitige Analyse und frühzeitiges Erkennen von kritischen Zuständen und Situationen	Kritische Zustände und Situationen werden nicht oder zu spät erkannt
Information durch intelligente Software (inkl. KI) über kritische Zustände und Situationen beinahe in Echtzeit	Fehlende Informationen über kritische Zustände und Situationen
Individuelle Anweisungen in Notfällen bei Schadensereignissen	Keine individuellen Anweisungen in Notfällen bei Schadensereignissen
Simulation von Notfallszenarien durch Virtual Reality (VR) für Trainings	Fehlende Sensibilisierungsmöglichkeiten bei Notfallsituationen
Autonome Abwehr von Schadprogrammen und Hackerangriffen	Unzureichende Abwehr von Schadprogrammen und Hackerangriffen

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Für eine systematische Notfallorganisation unter Berücksichtigung der 4.0-Technologien sind unter anderem folgende Maßnahmen zu empfehlen:

- Die Unternehmensleitung sollte festlegen, welche grundlegenden Ziele die Notfallorganisation haben soll und welche Geschäftsprozesse und Abläufe besonders geschützt werden sollen.
- Benennung einer verantwortlichen Führungskraft für die Notfallorganisation (kann dieselbe Person sein, die auch für die IT-Sicherheit und die Sicherheitsorganisation verantwortlich ist). Auch festlegen, welcher unabhängige IT-Experte

den Verantwortlichen unterstützt und berät.

- Analysieren, welche Notfälle durch 4.0-Technologien sowie interne und externe Vernetzung möglich sind, welche Auswirkungen diese haben können und wer betroffen sein kann.
- Arbeitsanweisung (Leitlinie/Notfallvorsorgekonzept) erstellen, die die Verfahren und Maßnahmen der Notfallorganisation bei Schäden durch 4.0-Technologien festlegt.
- Unterweisungen, Schulungen und Tests zu 4.0-Notfällen festlegen, insbesondere deren Auswirkungen, Erkennbarkeit und Regelungen für Meldungen und Verhal-

tensmaßnahmen in Notfällen.

- Nutzung von Simulationen (zum Beispiel Virtual Reality) zur Erarbeitung von Störungsszenarien und zum Üben, wie mit Störungen umzugehen ist.
- Regelmäßig die Wirksamkeit der Notfallorganisation mit Führungskräften und Beschäftigten in Teamtreffen diskutieren sowie Verbesserungsmaßnahmen besprechen.

Die Führungskräfte sollten sich informieren und beraten lassen, wie die 4.0-Technologie für die Notfallorganisation zu nutzen ist und welche Anwendungen für ihre Branche angeboten werden.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

BSI-Standard 100-4: *Notfallmanagement Version 1.0.*

DIN ISO 45001:2018-06. *Managementsysteme für Sicherheit und Gesundheit*

bei der Arbeit – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung. Beuth-Verlag.

VBG (2017). *Zwischenfall, Notfall, Katastrophe. Leitfaden für die Sicherheits- und*

Notfallorganisation. Version 2.1.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien ■ 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse ■ 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0 ■ 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen ■ 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen | <ul style="list-style-type: none"> ■ 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation ■ 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen ■ 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0 ■ 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit ■ 2.3.1 Datensicherheit in | <ul style="list-style-type: none"> 4.0-Prozessen ■ 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen ■ 2.4.1 Prozessplanung mit CPS ■ 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud ■ 2.5.3 Plattformökonomie ■ 3.2.4 Exoskelette ■ 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten) ■ 3.2.7 Nutzung von Robotern |
|---|---|---|

2.2.5 Sicherheitstechnische und arbeitsmedizinische Betreuung – neue Anforderungen



■ **Stichwörter:** Betriebsarzt, Fachkraft für Arbeitssicherheit, Gefährdungsbeurteilung, Risikobewertung, Sicherheitsstrategien, Sicherheit und Gesundheit

> Warum ist das Thema wichtig?

Die Aufgaben der Fachkräfte für Arbeitssicherheit (Sifas) und Fachärzte für Arbeitsmedizin/Betriebsärzte (BAs) beziehen sich auf die sichere und gesundheitsgerechte Gestaltung aller Arbeitsplätze und Tätigkeiten, die Bestandteil cyber-physischer Systeme (CPS)¹ sind. Durch die komplexe Vernetzung mit intelligenter Software² mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) können auch neue Aufgaben der Koordination und Abstimmung für Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte entstehen. Es ist deswegen sinnvoll, die sicherheitstechni-

sche und arbeitsmedizinische Expertise in 4.0-Prozessen³ frühzeitig in die Gestaltung der Arbeitsplätze und -tätigkeiten einzubeziehen. Erfahrungen zeigen, dass Betriebe ihre Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte in der digitalen Transformation unter anderem auf folgenden Ebenen einbinden sollten:⁴

- Analyse von Gefährdungen durch CPS und Maßnahmen zum sicheren und gesundheitsgerechten Betrieb
- Harmonisierung von klassischen und digitalen Sicherheitsmaßnahmen (wie zwischen mündlicher

Unterweisung und Sicherheitsinformationen beinahe in Echtzeit im Arbeitsprozess)

- Kontinuierliches Sicherheits-Monitoring auch bei der Kontrolle der Wirksamkeit von Maßnahmen und bei Prozessen
- Risikoanalysen beinahe in Echtzeit und neue Abwehrmechanismen („digitale Forensik“)
- Nutzung der Chancen neuer Technologien für die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten (wie Assistenzsysteme)

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Fachkräfte für Arbeitssicherheit – Fachärzte für Arbeitsmedizin/Betriebsärzte

Die Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Fachärzte für Arbeitsmedizin/Betriebsärzte haben die Aufgabe, die Unternehmer in allen Fragen der Sicherheit und Gesundheit in Arbeitssystemen (wie Arbeitsmittel,

-stoffe, -ablauf, -aufgabe, -umgebung) zu beraten. Sie sollen dem verantwortlichen Unternehmer auf Grundlage einer jeweils eigenen Fachkunde helfen, möglichst frühzeitig Aspekte der Sicherheit und Gesundheit auf allen betrieblichen Ebenen zu integrieren. Nach dem Arbeitssicherheitsgesetz und der DGUV Vorschrift 2 „Betrieb-

särzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit“ sind die Unternehmer verpflichtet, Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte zu bestellen (kleine und mittlere Unternehmen können dies nach mehreren unterschiedlichen Modellen tun).

Die Fachkräfte für Arbeitssicherheit und die Betriebsärzte haben die Aufgabe, die Unternehmer dabei zu unterstützen, Sicherheit und Gesund-

heit in die intelligente Software (inkl. KI) und die gesamten 4.0-Prozesse in allen Anwendungsbereichen⁵ zu integrieren.⁶ In der Vergangenheit wur-

den Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte von Unternehmer immer wieder zu spät einbezogen: Sicherheit und Gesundheit wurden

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁴ Waser & Stueck 2016, S. 53

⁵ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁶ Cernavin et al. 2015

nicht in der Arbeitsvorbereitung präventiv berücksichtigt, sondern erst korrektiv im laufenden Prozess eingebracht. Das präventive Vorgehen in der Planung und Arbeitsvorbereitung wird bei 4.0-Technologien⁷ und CPS-gesteuerten Arbeitsprozessen noch relevanter, da nachträgliche Korrekturen laufender 4.0-Prozesse aufwendig und kostenintensiv sind. Daher ist es besonders wichtig, dass die Anforderungen von Sicherheit und Gesundheit Bestandteil der Risikobetrachtung der 4.0-Technologien sind und von Anfang an mitgedacht werden – bereits vor Anschaffung der intelligenten Software (inkl. KI). Unternehmer und Führungskräfte sollten Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte frühzeitig hinzuziehen und sich beraten lassen, wie sie bei der Entwicklung oder Beschaffung von 4.0-Technologien und der Planung der 4.0-Prozesse Sicherheit und Gesundheit integrieren können.

Hierzu benötigen Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte keine detaillierten IT-Programmierkenntnisse, sondern sie müssen die für die präventive Gestaltung „richtigen Fragen“ stellen können. Sie benötigen Kriterien dafür, welche Aspekte der Sicherheit und Gesundheit bei der Gestaltung der 4.0-Prozesse zu berücksichtigen und wie diese in die Programme zu integrieren sind.⁸ Emp-

fehlungen für Gestaltungsmaßnahmen sind in allen Umsetzungshilfen „Arbeit 4.0“ zu finden, insbesondere in folgenden:

- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS
- 3.1.4 Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie
- 4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse

Die 4.0-Technologien bieten den Betrieben aber auch neue Möglichkeiten, Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit wirkungsvoller in den Arbeitsprozessen zu berücksichtigen. Hierzu gehört beispielsweise der Ein-

satz intelligenter Analysetools und technischer Assistenzsysteme. Diese können etwa technische Mängel von Arbeitsmitteln bereits im Entstehen ermitteln oder die Wirksamkeit von Maßnahmen überprüfen, die in der Gefährdungsbeurteilung festgelegt wurde. Darüber hinaus bieten sich durch Simulationstechniken (virtuelle Realität) > siehe Umsetzungshilfe 3.2.6 *Augmented Reality – Virtual Reality* Möglichkeiten, Schutzmaßnahmen auszuprobieren, kritische Situationen und Notfälle gefahrungsfrei zu trainieren oder über technische Assistenzsysteme Beschäftigte beinahe in Echtzeit und individuell zu unterweisen beziehungsweise in sicherem und gesundheitsgerechtem Verhalten anzuleiten.

In der Arbeitswelt 4.0 gewinnen Aspekte von Security (Datensicherheit) immer mehr an Bedeutung als Bestandteil sicherer und gesundheitsgerecht gestalteter 4.0-Prozesse. Beispielsweise können durch Hacker-Angriffe verursachte Funktionsfehler von intelligenter Software (inkl. KI), die Arbeitsprozesse oder Arbeitsmittel ganz oder teilweise steuert, zu Gefährdungen und Unfällen führen. Insofern werden Themen der Security und Datensicherheit auch zunehmend für Fachkräfte für Arbeitssicherheit relevant. > *Siehe Umsetzungshilfen 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit; 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.*

> Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Durch die Tätigkeit der Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte entstehen Chancen für die präventive Gestaltung von 4.0-Prozessen in Unternehmen. Gleichzeitig bieten die 4.0-Prozesse neue Potenziale für die Arbeit der Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte wie zum Beispiel:

- Die Themen Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit lassen sich direkt in die 4.0-Prozesse einbinden. Damit kann das realisiert werden, was in der momentanen Arbeitswelt so schwer ist: ein in die Planung und Arbeitsvorbereitung integrierter

Arbeitsschutz, der alle Wertschöpfungsprozesse umfasst. So können Sicherheitsmaßnahmen integrierter Bestandteil der Prozesssteuerung durch CPS werden und die Wirksamkeit der Maßnahmen kann durch 4.0-Technologien überprüft werden.

- Durch die 4.0-Technologien stehen mehr Daten über Arbeitsprozesse zur Verfügung, um Gefährdungen und Belastungen beurteilen zu können.
- Neue 4.0-Technologien verbessern die Ermittlung und Reduzierung beziehungsweise Vermeidung von Gefährdungen und Belastungen

(beinahe in Echtzeit). Hierzu gehören beispielsweise:

- > Assistenzsysteme, wie Exoskelette, Wearables, Smart Devices (zum Beispiel zur Erfassung von Gesundheitsvariablen – Datenschutz vorausgesetzt –, ergonomische Körperhaltungen oder Gefährdungen), situationsbezogene Unterweisung/Information und Einleitung von Maßnahmen beinahe in Echtzeit.
- > Smarte Persönliche Schutzausrüstung (PSA) verbessert über integrierte Sensorik die Schutzfunktion.

⁷ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁸ Cernavin 2014

- › Die Möglichkeit der individuellen ergonomischen Arbeits(-platz)gestaltung (Ambient Assisted Working). › *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.5 Ambient Intelligence, Ambient Assisted Working.*
- › Zugangsbarrieren, wenn entsprechende Schutzkleidung nicht getragen wird (technologische Sicherheitssysteme).
- › Zugriffsbeschränkungen, wenn bestimmte Informationen über erforderliche Maßnahmen nicht bekannt sind.

Gefahren: Werden Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte nicht frühzeitig eingebunden, kann die Gefahr bestehen, dass der Betrieb die Aspekte der Sicherheit und Gesundheit nicht von Anfang an in die 4.0-Prozesse und die intelligente Software (inkl. KI) integriert. Sie werden dann entweder gar nicht oder aufwendig in einer späteren Phase des Arbeitsprozesses umgesetzt. Dies kann auch die Produktivität, Sicherheit und Gesundheit von Führungskräften und Beschäftigten in den 4.0-Prozessen beeinträchtigen. Außerdem besteht

die Gefahr, dass die 4.0-Technologien nicht den gesetzlichen Anforderungen im Arbeitsschutz entsprechen.

Problematisch können auch fehlende Kompetenzen der Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte im Hinblick auf die speziellen Aspekte der sicheren und gesundheitsgerechten Gestaltung der Arbeit 4.0 werden. Das kann dazu führen, dass die sicherheitstechnische und arbeitsmedizinische Betreuung nicht den Anforderungen entsprechend in den 4.0-Prozessen durchgeführt werden kann.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Zur sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Betreuung von 4.0-Arbeitsprozessen gehören unter anderem:

System- und Prozessthemen

- Unternehmer und Führungskräfte sollten darauf achten, dass die Fachkräfte für Arbeitssicherheit und die Betriebsärzte das notwendige Gestaltungswissen für 4.0-Prozesse besitzen. Bei der Beauftragung von Fachkräften für Arbeitssicherheit und Betriebsärzten sollte der Betrieb sich diese Kompetenz zum Beispiel durch Referenzen oder Qualifizierungsunterlagen nachweisen lassen. Eigene angestellte Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte sollten entsprechend qualifiziert und weitergebildet werden.
- Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte sollten darauf achten, dass das Thema Sicherheit und Gesundheit in die intelligente Software (inkl. KI) der 4.0-Prozesse integriert wird. Dies sollte bei der Datensammlung und -vernetzung ansetzen und den Einsatz der Assistenzsysteme umfassen. Darüber hinaus sollte in den Blick genommen werden, wie welche „Dinge“ mit welchen Miniprozessoren ausgestattet werden und welche Veränderungen der Arbeitssituationen und -prozesse durch die selbstgesteuerten intelligente Software

(inkl. KI) ausgelöst werden (gegebenfalls beim Hersteller nachfragen).

- Die Fachkraft für Arbeitssicherheit sollte darauf achten, dass die eingesetzte 4.0-Technologie betriebssicher ist. › *Siehe Umsetzungshilfe 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS.*
- Es wird empfohlen, dass sich die Fachkraft für Arbeitssicherheit und der Betriebsarzt um die Förderung einer Präventionskultur auch für 4.0-Prozesse kümmern. Diese sensibilisiert für den sicheren Umgang mit Daten, fördert die Integration von Sicherheit und Gesundheit in alle 4.0-Prozesse und definiert die Werte, nach denen der Mensch in die technischen Prozesse eingebunden wird.
- Die Fachkraft für Arbeitssicherheit sollte die Datensicherheit berücksichtigen. Dazu gehört zunehmend das Thema Security, um Störungen und Unfälle durch Angriffe auf 4.0-Technologie vermeiden zu können (wie Sicherung von Daten, Firewalls, Zugangsberechtigungen). › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.*
- Die Fachkraft für Arbeitssicherheit und der Betriebsarzt sollten auch das Thema Umgang mit personenbezogenen Daten im Betrieb im Auge behalten, wenn dieser die Sicherheit und Gesundheit von Arbeitsprozessen beeinflusst (zum

Beispiel Daten aus den Arbeitsprozessen, Arbeitsräumen, Arbeitsmitteln über das Sicherheitsverhalten oder den Gesundheitszustand). Dabei sollten sie mit den Datenschutzbeauftragten – sofern vorhanden – zusammenarbeiten. Sie sollten darauf achten, dass der Umgang mit diesen personenbezogenen Daten mit den Betroffenen vereinbart wird. Alle Beteiligten sollten wissen, wie mit den Daten umgegangen wird und dass die gesetzlichen Vorgaben eingehalten werden, damit sie nicht verunsichert sind. › *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen; 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*

- Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte können helfen, Maßnahmen zum Umgang der Führungskräfte und Beschäftigten mit dem Problem der Prozesssteuerung durch intelligente Software (inkl. KI) zu planen und umzusetzen. Wie gehen Führungskräfte und Beschäftigte damit um, wenn intelligente Software (inkl. KI) ihre Abläufe optimiert, für sie Entscheidungen trifft und ihnen entsprechende Anweisungen gibt? Hier können Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte helfen, transparente Regelungen und Vereinbarungen im Betrieb zu schaf-

fen (zum Beispiel Regelungen dafür, wann wer eingreift oder entscheidet). Gleichzeitig können sie Führungskräfte und Beschäftigte auf den Umgang mit diesen neuen Entscheidungswegen vorbereiten.

- Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte können dem Unternehmer helfen, neue Belastungsformen durch 4.0-Prozesse zu analysieren und wirkungsvolle Maßnahmen einzuleiten (zum Beispiel zum Umgang mit zunehmender Komplexität, fehlender Transparenz der 4.0-Prozesse, verstärkter softwaregesteuerter Normierung des Verhaltens, fehlenden Kompetenzen im Umgang mit 4.0-Technologien).
- Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte sollten Fragen sicheren und gesundheitsgerechten Arbeitens in 4.0-gesteuerten Wertschöpfungsprozessen, die über die Betriebsgrenzen hinausgehen, beachten. Dabei sind Aspekte der Koordination der CPS-vernetzten Prozesse zu berücksichtigen, wie beispielsweise die gegenseitige Gefährdung oder die erforderliche gegenseitige Information.
- Um produktiv und verlässlich mit Crowdworkern oder Soloselbstständigen zusammenzuarbeiten, sollte der Betrieb den Crowdworkern – unterstützt von Fachkräften für Arbeitssicherheit und Betriebsärzten – Hinweise für eine sichere und gesundheitsgerechte Arbeitsgestaltung geben. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding.* Hier ist mit dem Arbeitgeber/Auftraggeber abzuklären, wie diese Beratungs- und Betreuungsdienstleistungen gestaltet und finanziell bewertet werden. Das kann besonders bei Crowdworkern und Soloselbstständigen zu Diskussionen führen, da diese Gruppen nicht unter die Pflicht der sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Betreuung fallen.
- Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte können bei Bedarf und nach Absprache mit dem Unternehmer weitere Professionen

in den Beratungsprozess einbinden (zum Beispiel Arbeitspsychologen).

Risikothemen und Gefährdungsbeurteilung

Auch die Einführung von 4.0-Prozessen ist immer mit der Abwägung von Risiken verbunden. Hier sollten Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte bereits bei der Planung der Beschaffung und Einführung von intelligenter Software (inkl. KI) und smarten Arbeitsmitteln das Thema Sicherheit und Gesundheit einbringen und zur Reflexion über die Gefährdungen und Chancen der Entwicklungen anregen. Ein wichtiges Mittel zur Ermittlung arbeitsbedingter Gefährdungen und der Einschätzung der Risiken von 4.0-Prozessen ist die Gefährdungsbeurteilung, bei der Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte unterstützen können. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen.* Wurden Schutzmaßnahmen festgelegt, ist für die Wirksamkeitskontrolle zu empfehlen, auch die Potenziale der 4.0-Technologien zu nutzen (zum Beispiel rechtzeitige Information über technische Schwachstellen von Arbeitsmitteln, Überprüfung der Nutzung von Persönlicher Schutzausrüstung. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0.*

Nutzung von 4.0-Technologien

Die Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte können den Unternehmer helfen, die Potenziale der 4.0-Technologien für die Gesundheit der Beschäftigten zu nutzen und Gestaltungsvorschläge für die Arbeitsprozesse und Tätigkeiten zu entwickeln. Potenziale für produktive, sichere und gesundheitsgerechte Gestaltung der Arbeit 4.0 ergeben sich zum Beispiel durch:

- Nutzung von Smart Devices, durch die eine zunehmende branchenübergreifende mobile Arbeit möglich ist. Hier müssen insbesondere ergonomische Themen und Fragen der Eingewöhnung betrachtet werden (zum Beispiel Datenbrille).

- Nutzung von „Ambient Intelligence“ (Aml), deren Ziel die Erweiterung der Lebens- und Arbeitsumgebung mit sogenannten intelligenten Funktionen ist. Diese Technologien können die Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen unterstützen und fördern. Dazu zählen Technologieentwicklungen, bei denen sich Produkte und Umgebungen adaptiv und (weitgehend) autonom an die Nutzer anpassen (zum Beispiel Licht- und Klimasteuerung).

- Nutzung von Exoskeletten (hybride unterstützende Gliedmaßen), zum Beispiel Geh- und Hebehilfen oder Rückenentlastungssysteme. Sie greifen je nach Belastungszustand unterstützend ein.

- Nutzung von robotischen Technologien für Personen durch tragbare Sensorik, Aktuatorik und in die Kleidung eingebettete Computer, um die physische und kognitive Leistungsfähigkeit und die Befindlichkeit zu verbessern.

- Fachkraft für Arbeitssicherheit und Betriebsarzt sollten darauf achten, dass sorgfältig mit Funk-Biosensoren zur Erfassung von Stresszuständen, Verhaltensweisen und mit der Erfassung von Vitaldaten umgegangen wird (zum Beispiel Wearable IT – Smart Clothes, Fitnessarmbänder). Die Daten bilden oft nicht die Gesamtsituation der Person ab und liefern keine verlässlichen Informationen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.* Wenn diese Daten verwendet werden, sollten Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte darauf achten, dass nur verlässliche Daten, die keine Fehlinterpretationen zulassen, zum Einsatz kommen. Bei den 4.0-Technologien muss nicht immer alles hilfreich sein, was technisch möglich ist.

- Die Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte sollten beraten, wie tutorielle Assistenzsysteme, die Beschäftigte beinahe in Echtzeit über sicheres und gesundes Arbeiten informieren, genutzt werden können.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2017). *Weißbuch. Arbeiten 4.0*. https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a883-weissbuch.pdf?__blob=publicationFile. Zugegriffen: 30.07.2018.
- ArbSchG – *Arbeitsschutzgesetz*, 23.10.2013.
- ASiG – *Arbeitssicherheitsgesetz*, 20.04.2013.
- Cernavin, O., Thiele, T., Kowalski, M., & Einter, S. (2015). Digitalisierung der Arbeit und demografischer Wandel. In S. Jeschke, A. Richert, F. Hees, & C. Joob (Hrsg.), *Exploring Demographics* (S. 67–82). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Cernavin, O. (2014). *Industrie 4.0 und Prävention*. *Sicherheitsingenieur*, 45 (6), S. 18–21.
- DGAUM (2016): *Arbeiten 4.0: Herausforderung für die arbeitsmedizinische Versorgung in der Zukunft. Stellungnahme*. https://www.dgaum.de/fileadmin/PDF/Stellungnahmen_Positionspapiere/2016/DGAUM_Stellungnahme_Arbeiten_4.0.pdf. Zugegriffen: 30.07.2018.
- DGUV (2017). *Industrie 4.0: Herausforderungen für die Prävention – Positionspapier der gesetzlichen Unfallversicherung*. <https://www.dguv.de/medien/inhalt/praevention/arbeitenvierpunktnull/pospap-2-2017.pdf>. Zugegriffen: 30.07.2018.
- DGUV Vorschrift 2. *Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit*. 15.12.2009 (Mustertext).
- VDSI (2018). *Die Rolle der Sifa in der Arbeitswelt 4.0*. https://vdsi.de/media/vdsi-positionspapier_die_rolle_der_fachkraft_fuer_arbeitssicherheit_in_der_arbeitswelt_4.0_1.pdf.
- Waser, N. H., & Stuecka, R. (2016). Mit Big Data & Analytics und kognitiven Systemen zu neuen Einsichten. In C. Manzei, L. Schleupner, & R. Heinze (Hrsg.), *Industrie 4.0 im internationalen Kontext* (S. 50–53). Berlin: VDE Verlag GmbH.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS
- 3.1.4 Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.2.5 Ambient Intelligence, Ambient Assisted Working
- 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)
- 4.1.2 Belastungs-Beanspruchungs-Konzept 4.0

2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen



■ **Stichwörter:** Cybersicherheit, IT-Sicherheit, Vernetzung, Virtualisierung, IT-Infrastrukturen

› Warum ist das Thema wichtig?

Mit zunehmender Vernetzung von Arbeitsmitteln durch intelligente Software¹ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) in und außerhalb des Betriebes wächst die Bedeutung der Datensicherheit. Mittels cyber-physischer-Systeme (CPS)² können nicht nur Daten beinahe in Echtzeit zwischen einzelnen Systeme-

men ausgetauscht werden, mit zunehmender Datenvernetzung smarter Geräte (wie zum Beispiel Arbeitsmittel, Anlagen, Arbeitsstoffe, Fahrzeuge, Einrichtungen) wächst auch die Angriffsfläche bei Betrieben und den dort tätigen Menschen.³ Durch das autonome Agieren der 4.0-Technologie⁴ beinahe in Echtzeit können sich

Fehlfunktionen schneller auf das Gesamtsystem der Arbeit auswirken als unter Nutzung bisheriger Technologien. Eine erfolgreiche Nutzung von 4.0-Technologien in Betrieben setzt eine den Anforderungen angepasste systematisch umgesetzte Datensicherheit voraus.⁵

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe Datensicherheit – Cybersicherheit

Datensicherheit beinhaltet im Folgenden alle technischen, organisatorischen und rechtlichen Aspekte, die zur Sicherheit im Umgang mit sämtlichen Daten dienen, die im Betrieb generiert und verarbeitet werden. Erreicht wird dies durch die Beachtung der Schutzgüter der IT-Sicherheit.⁶

■ **Vertraulichkeit:** Nur befugte Personen und autonome technische Systeme (intelligente Software [inkl. KI]), können auf bestimmte Daten zugreifen.

■ **Integrität:** Unversehrtheit sowohl vor Manipulation als auch technischen Defekten (der Zustand

der Daten kann nicht unbefugt verändert, beschädigt oder gelöscht werden).

■ **Verfügbarkeit:** Verwendbarkeit von Daten im Bedarfsfall (inklusive Verhinderung von Systemausfällen).

■ **Authentizität:** Echtheit und Glaubwürdigkeit der Daten.

Datensicherheit umfasst somit die sichere Übermittlung sowie Speicherung und die Sicherstellung, dass keine unbefugte Person oder intelligente Software (inkl. KI) Zugang zu den Daten erhält.

Das IT-Sicherheitsgesetz⁷ und die Datenschutz-Grundverordnung (DS-GVO) verpflichtet Unternehmen,⁸ organisatorische und technische

Vorkehrungen zur Vermeidung von Störungen ihrer informationstechnischen Systeme, Komponenten oder Prozesse zu treffen.

Cybersicherheit befasst sich mit allen Aspekten der Sicherheit in der Informations- und Kommunikationstechnik. Das Aktionsfeld der Informationssicherheit wird dabei auf den gesamten Cyberraum ausgeweitet. Dieser umfasst sämtliche mit dem Internet und vergleichbaren Netzen verbundene Informationstechnik und schließt darauf basierende Kommunikation, Anwendungen, Prozesse und verarbeitete Informationen mit ein.⁹

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ BSI 2016a, S. 3

⁴ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁵ BSI 2016a, S. 3

⁶ Schutzziele auf Basis der Schutzgüter werden zum Erreichen/Einhalten der Datensicherheit vor beabsichtigten Angriffen auf IT-Systeme definiert, BMWi 2016.

⁷ Im Juli 2015 ist das Gesetz zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme (IT-Sicherheitsgesetz) in Kraft getreten, BSI 2016b.

⁸ Organisationen, die der Telekommunikationsbranche angehören oder zu den sogenannten Kritischen Infrastrukturen (KRITIS) zählen, unterliegen dem IT-Sicherheitsgesetz. Das sind Anlagen oder Systeme, die für die Erfüllung wichtiger gesellschaftlicher Funktionen unverzichtbar sind. Betriebe müssen eigenständig prüfen, ob sie dazuzählen. Ausgenommen sind lediglich Kleinunternehmen, das heißt Firmen mit weniger als zehn Beschäftigten und weniger als zwei Mio. € Jahresumsatz.

⁹ BSI 2018

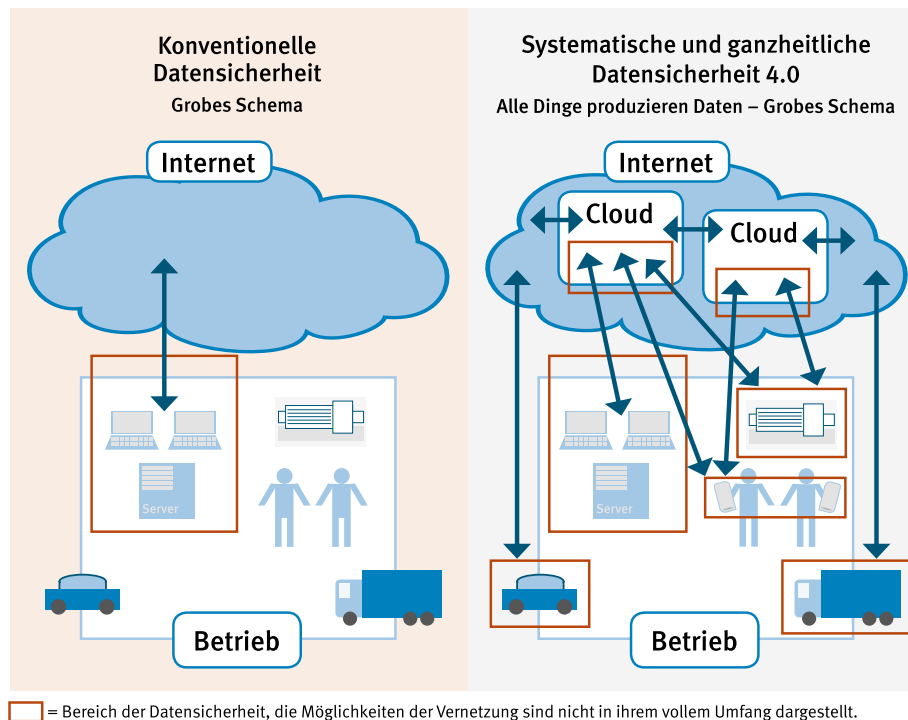


Abbildung 1: Konventionelle versus ganzheitliche Datensicherheit (eigene Darstellung)

Viele Betriebe haben smarte Arbeitsmittel wie Assistenzsysteme, Smartphones, Tablets oder Werkzeuge im Einsatz. Diese smarten Arbeitsmittel können untereinander vernetzt sein. **➤ Siehe Umsetzungshilfe 3.1.4 Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie.** Bisher physikalisch voneinander abgegrenzte Systeme (wie Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen) vernetzen sich mit dem Einsatz von 4.0-Technologien mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) zu intelligenten, autonomen Systemen.

Dabei kann eine ununterbrochene Erfassung von Daten innerhalb von Geschäfts- und Arbeitsprozessen stattfinden.¹⁰ Im Unternehmen vorhandene Daten beinhalten enormes Wissen über Märkte, Beschäftigte, Kunden und Anlagen. Mit dem Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI) weitet sich der virtuelle Raum nun auch in die physische Welt aus: Intelligente Produkte steuern ganz oder teilweise die Prozesse oder die Kommunikation in Unternehmen.¹¹ Die Daten und die intelligente Software

der CPS (inkl. KI) liegen oftmals nicht auf betriebseigenen Servern, sondern auf externen Servern einer Cloud, und weitere Systeme können gegebenenfalls auf die Daten zugreifen (Cybersicherheit).

Dabei sind drei Aspekte für die Datensicherheit von Bedeutung:

- Durch die steigende Anzahl von genutzten Geräten, die Verbindung mit dem Internet haben, steigen die Datenmengen, die in Betrieben erhoben und gespeichert werden, drastisch an.
- Wenn Geräte, Anlagen oder ganze Herstellungsprozesse durch 4.0-Technologie (teilweise oder vollständig) autonom gesteuert und vernetzt werden, macht sie das anfälliger für Beeinträchtigungen.¹²
- Durch den Austausch von Daten beinahe in Echtzeit, auch über Unternehmensgrenzen hinaus, steigen die Verletzlichkeit (Vulnerabilität) von Daten und die Gefahr ihrer Korruption.

Dadurch dehnt sich Datensicherheit auf neue Handlungsbereiche aus

und erfordert deswegen eine systematische und ganzheitliche Betrachtung – siehe *Abbildung 1*.

Wenn ein sicherer Umgang mit den Daten nicht gewährleistet wird, können diese Manipulationen, Diebstahl oder anderen Angriffen ausgesetzt sein. Oft sind es keine Cyberkriminellen, die die Datensicherheit bedrohen, sondern unachtsame Veränderungen durch Führungskräfte und Beschäftigte, beispielsweise das Löschen einer Datei auf einer geteilten Cloud. Bei Beeinträchtigung der Datensicherheit können auch Schäden an den Maschinen und Produkten sowie Beeinträchtigungen von Prozessen und Gefährdungen von Personen auftreten. Es können vertrauliche Informationen offengelegt und missbraucht werden oder Schäden an wichtigen Systemen und Dokumenten entstehen.

Die geänderten Anforderungen für Datensicherheit zeigen folgendes Szenario beispielhaft auf: Ein Formbauer stellt für einen Architekten Modelle und Formen her. Die von dem Architekten erhaltene Datei mit den

¹⁰ Fallenbeck & Eckert 2014, S. 397

¹¹ Kagermann 2017, S. 235

¹² vgl. Kagermann 2017, S. 235; Röcher 2013

Vorlagen, die gleichzeitig die Fräsmaschine des Formenbauers konfiguriert, weist jedoch ein Schadprogramm auf. Dieses breitet sich auf das autonome Steuerungssystem und dadurch auf die Fräs-/Druckmaschinen aus. Die Suche nach der Ursache ist langwierig und die Aufträge können nicht oder

nur fehlerhaft ausgeführt werden.¹³ Das Szenario zeigt, dass auch Kundendaten die Datensicherheit beeinträchtigen können. Unternehmen müssen gewährleisten, dass sie jederzeit sicher auf Daten zurückgreifen können beziehungsweise schadhafte Daten abwehren. Gleichzeitig dürfen die ei-

genen Daten die Datensicherheit bei Kunden und Lieferanten nicht gefährden.

Schadensbehaftete Daten können nicht nur von außerhalb des Unternehmens kommen. Neben Angriffen durch Außen- oder Innentäter dürfen bei der Betrachtung von 4.0-Prozessen zur

Datensicherheit von 4.0-Prozessen als systematisches ganzheitliches Konzept		Tabelle 1
	Beispiele für organisatorische Aspekte von Datensicherheit von CPS	Beispiele für technische Aspekte von Datensicherheit von CPS
Arbeitsplatz/-plätze	<ul style="list-style-type: none"> › Was müssen Führungskräfte und Beschäftigte bei der Nutzung smarterer Arbeitsmittel beachten? 	<ul style="list-style-type: none"> › Wie kann die sichere Datenübertragung von und zu smarten Arbeitsmitteln technisch sichergestellt werden?
Betrieb	<ul style="list-style-type: none"> › Haben wir die Sicherheitsrisiken für unseren Betrieb durch den Einsatz von 4.0-Technologien (inkl. KI) analysiert und haben wir auf dieser Grundlage ein Konzept, das die Datensicherheit gewährleistet, sowohl gegenüber Angriffen und Zugriffen von außen als auch Bedienfehlern? › Welche Daten sollten wann, wem und wie verfügbar sein oder werden wann, von wem und wie benötigt? › Welche Steuerungsprozesse soll intelligente Software (inkl. KI) ganz oder teilweise übernehmen und welche Sicherheitsaspekte sind dabei zu berücksichtigen? › Wird ein zusätzlicher Datensicherheitsbeauftragter für den Umgang mit autonomen Systemen benötigt? 	<ul style="list-style-type: none"> › Wie können die vernetzten Systeme und Prozesse gegen Angriffe und Zugriffe von außen geschützt werden? (technische Umsetzung) › Wie können Steuerungsprozesse durch intelligente Software (inkl. KI) technisch abgesichert werden, damit die Daten nicht gefährdet sind? › Welche technischen Komponenten werden für den sicheren Datenaustausch beinahe in Echtzeit benötigt? › Wie können die benötigten Daten den legitimierten Personen zur passenden Zeit in der passenden Form sicher verfügbar gemacht werden?
Überbetriebliche Prozesse zum Beispiel zwischen Betrieben, Crowdworkern, Zulieferern, Vernetzung von CPS über die Cloud	<ul style="list-style-type: none"> › Welche Anforderungen an Datensicherheit sollen die genutzten Clouds erfüllen? › Welche Daten aus unserem Betrieb werden durch die 4.0-Technologien erzeugt und wissen wir, wie sie zum Beispiel über Plattformen genutzt werden? (Cybersicherheit) › Welche konkreten Sicherheitsrisiken gibt es? Welche Daten und Prozesse sollen nur intern verfügbar sein und welche sollen für Dritte freigegeben werden? › Welche Verträge sollten mit den Kooperationspartnern geschlossen werden? (zum Beispiel Eigentumsrechte an bereitgestellten/verarbeiteten Daten oder zur Haftung durch Leistungsstörungen) 	<ul style="list-style-type: none"> › Erfüllen die genutzten Clouds die technischen Anforderungen an die Datensicherheit? › Welche smarten Arbeitsmittel, Geräte, Anwendungen und Produkte kommunizieren aus den eigenen Geschäftsprozessen welche Informationen in welcher Form wohin? › Wie können die vernetzten Systeme und Prozesse gegen Angriffe und Zugriffe von außen geschützt werden? (technische Umsetzung) › Erfüllen die autonomen technischen Systeme die vertraglich festgelegten technischen Bedingungen oder können sie angepasst werden, um diese zu erfüllen?
Kunden	<ul style="list-style-type: none"> › Wie kritisch sind welche Kundendaten in Bezug auf Vertraulichkeit und Integrität? Wie kann ein sicherer Umgang mit Kundendaten gewährleistet werden? 	<ul style="list-style-type: none"> › Sind die Schnittstellen zum Kunden sicher und gehen die autonomen technischen Systeme sicher mit den Kundendaten um?

¹³ Röcher 2013

IT-Sicherheit sonstige Schäden, die durch technisches oder menschliches Fehlverhalten oder sonstige Ereignisse hervorgerufen werden, nicht vernachlässigt werden.¹⁴ In vielen Unternehmen werden private mobile Geräte (BYOD, Bring Your Own Device) auch im Arbeitskontext eingesetzt und erhalten Zugriff auf Ressourcen des Unternehmens. In den meisten Betrieben ist es gelebte Praxis, smarte Geräte und Arbeitsmittel sowie IT-Systeme mit ganz unterschiedlichen Sicherheitsanforderungen miteinander zu verbinden. Schadensbehaftete Daten von außen dringen größtenteils über das Internet ein. Bisher war daran „nur“ die IT-Infrastruktur einzelner Arbeitsplätze angebunden. Nun können Schäden über jedes smarte Arbeitsmittel, das in einem Unternehmen genutzt wird, auf die damit vernetzten Steuerungssysteme weiterverbreitet werden und so Funktionen und Einstellungen zum Beispiel der Maschinen ändern. Im Rahmen der Internetanbindung setzen viele Betriebe Sicherheitslösungen wie Firewalls,

Anti-Virus-Programme oder Intrusion-Prevention-Systeme ein, die den 4.0-Anforderungen aber nicht mehr genügen. So wird es beispielsweise Viren – die zuvor eher von Desktop-PCs bekannt waren – durch die vernetzten Systeme ermöglicht, sich in verschiedenen Prozessen, die mit einer firmeninternen Software ausgestattet sind, auszubreiten.¹⁵ Unternehmen können zwar von den Erfahrungen klassischer IT-Lösungen profitieren, doch sollten bestehende Technologien und Prozesse auf den eigenen Sicherheitsbedarf hin reflektiert und angepasst werden. Bei 4.0-Technologien ist es notwendig, nicht nur die einzelnen Teile der Prozesskette sicher zu gestalten (zum Beispiel den Kundenkontakt), vielmehr sollte der gesamte Prozess den Kriterien des sicheren Umgangs mit Daten genügen. Besonders an Schnittstellen, wie zum Beispiel bei Zugriff mehrerer Anwendungen auf dieselben Datensätze, können potenzielle Risiken entstehen.¹⁶

Auch die Nutzung von Cloud-Diensten für betriebliche Daten erweitert

und verändert das Feld der Datensicherheit. Während klassische Softwareprodukte meist vom Nutzer selbst auf eigenen Rechnern installiert und betrieben werden, wird beim Cloud Computing Software in Form von Cloud-Services wie zum Beispiel SaaS (Software as a Service) über das Internet bereitgestellt – Installation, Betrieb und Wartung werden vom Service-Anbieter übernommen. Das Rechenzentrum des Service-Anbieters kann durchaus ein höheres Sicherheitsniveau als der Serverraum eines kleinen und mittleren Unternehmens aufweisen, auch reduziert sich der Aufwand für Back-ups und erfolgt geräteunabhängig.¹⁷ > *Siehe Umsetzungshilfen 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud und 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistung.*

Zur Gewährleistung der Datensicherheit bei 4.0-Prozessen werden Konzepte immer wichtiger, die neben technischen auch organisatorische Maßnahmen vorsehen.¹⁸ Dabei sind Fragestellungen relevant, wie sie beispielhaft in Tabelle 1 aufgeführt sind.

> Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen einer solide gebauten Datensicherheit sind:

- Hohe Funktionalität der smarten Arbeitsmittel
- Störungsfreie und sichere Arbeitsprozesse
- Höhere Akzeptanz von Führungskräften und Beschäftigten gegenüber der Nutzung von 4.0-Technologien aufgrund von sicherem Umgang mit Daten
- Sicherer Umgang mit Daten ist wesentliches zukunftsträchtiges Qualitäts- und Unterscheidungsmerkmal und bildet einen positiven Wettbewerbsfaktor¹⁹
- Gute und verlässliche Datensicherheit stärkt das in das Unternehmen gesetzte Vertrauen von Ge-

schaftspartnern. Datensicherheit unterstützt einen kontinuierlichen Geschäftsbetrieb und den gewissenhaften Umgang mit Informationen

- Mögliche Gefährdungen der Systeme werden prospektiv erkannt und können reduziert werden

Eine nicht hergestellte Sicherheit der Daten kann beispielsweise folgende **Gefahren** mit sich bringen:

- Unberechtigte Informationsweitergabe, Datenverlust, Informationsabfluss,
- Verlust der Kontrolle über Daten und Anwendungen
- Sabotage oder Manipulation von Informationen oder Arbeitsmitteln

■ Gefährdung von Beschäftigten durch gestörte/manipulierte Arbeitsprozesse auf Grundlage von fehlender Datensicherheit

- Verletzung geltender Vorgaben und Richtlinien (zum Beispiel an Datenschutz oder im Steuerrecht)
- Diebstahl von Informationen sowie geistigem Eigentum
- Mögliche Gefährdungen werden nicht oder zu spät erkannt und können nicht (mehr) reduziert werden
- Temporäre Beeinträchtigung von Arbeitsabläufen, Arbeitsmitteln, Assistenzsystemen oder Sicherheitsanlagen, zum Beispiel durch Ausfall von Cloud-Dienstleistungen (Denial of Service)

¹⁴ BMWi 2016, S. 25

¹⁵ Fallenbeck & Eckert 2014, S. 397

¹⁶ BSI 2011

¹⁷ vgl. Christmann et al. 2014, S. 3ff.; BSI 2016c, S. 6ff.

¹⁸ Röcher 2013; § 9 des Bundesdatenschutzgesetzes, der die inner- und überbetriebliche Anwendung des Themas Datensicherheit regelt: Er sieht technische und organisatorische Maßnahmen als Wege einer betrieblichen Gestaltung vor.

¹⁹ Schröter 2015, S. 1

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Maßnahmen zur Sicherung der Daten sollten möglichst zu den Sicherheitsanforderungen des jeweiligen Betriebes passen. Zu Beginn ist es sinnvoll, Geschäftsprozesse, in denen 4.0-Technologien mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) genutzt werden, auf deren Schutzbedarf zu untersuchen und die Risiken einzuschätzen. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen.* Dabei kann die Erstellung realistischer Szenarien helfen, die einen vollständigen Geschäftsprozess umfassen (beispielsweise die Planung und Durchführung eines Auftrags auf einer Montagestelle). Dabei kann reflektiert werden ...

- ... welche personenbezogenen und Betriebsdaten erfasst werden (von den Arbeitsmitteln/Fahrzeugen/Räumen/ Assistenzsystemen) und welche Daten für das eigene Unternehmen (auch innerhalb von Wertschöpfungsketten) besonders sensibel/schützenswert sind. Dazu gehört auch, zu beschreiben, wo überall im täglichen Ablauf Daten eingegeben, abgerufen, verarbeitet, mobil verwendet oder gespeichert werden.²⁰
- ... wer in welchem Ausmaß und zu welchem Zeitpunkt Zugriff auf die Daten, wer Lese- und Schreibrechte hat.²¹ Dazu gehört auch zu reflektieren, bei wem die Verantwortung/Haftung für die Gewährleistung der IT-Sicherheit liegt, vor allem bei einem Wertschöpfungsnetzwerk oder bei der Kooperation mit anderen Partnern über BIM. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.4.2 Building Information Modeling.*
- ... wo diese Daten aus dem Betrieb lagern und was mit ihnen geschieht (Cybersicherheit), ob der Serverstandort im Betrieb oder extern ist und bei Nutzung einer Cloud, welche Rechtsprechung zugrunde liegt. Dazu gehört auch, ob es dabei physische Bedrohungen gibt, zum Beispiel durch Verschleiß der Datenträger, oder wie es um die

Ausfallsicherheit der Produktionsanlagen bestellt ist. Dazu können Informationen beim Anbieter/Hersteller eingefordert werden.

- ... wie Führungskräfte und Beschäftigte mit Daten, auch von Dritten, umgehen. Dazu gehört auch zu überprüfen, ob die Daten löschar sind beziehungsweise nach welchem Zeitraum Daten gelöscht werden (müssen/dürfen).
- ... welche Arbeitsmittel, Anlagen, Fahrzeuge, Gebäude, Assistenzsysteme oder Einrichtungen mit dem Internet verbunden sein sollten, ob und wie diese untereinander vernetzt werden.

Mithilfe dieser Hinweise lassen sich individuelle Sicherheitsmaßnahmen für den Betrieb ableiten.

Mögliche Sicherheitsmaßnahmen

Die Datensicherheit sollte über den gesamten Lebenszyklus der eingesetzten 4.0-Technologien (inkl. KI) gewährleistet werden können: Bereits bei der Planung sollten Sicherheitsaspekte in den Fokus gerückt werden. Auch in der Beschaffung, der individuellen Anpassung/Programmierung bis hin zur Nutzung und der Entsorgung sollten die Systeme hinsichtlich des sicheren Umgangs mit Daten betrachtet werden. Der Betrieb sollte ein Gesamtkonzept zur Datensicherheit aus organisatorischen und technischen Maßnahmen erstellen.

Beispiele für organisatorische Maßnahmen

- Die Benennung von einer oder mehreren Personen, die im Betrieb dieses Thema voranbringen, ist sinnvoll.²² In kleineren Betrieben kann zum Beispiel eine Führungskraft diese Aufgabe übernehmen oder ein Digital-Berater. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.8 Digital-Berater („Kümmerer“).* Zu den Aufgaben dieser Person gehören unter anderem eine Bestandsaufnahme bisheriger Aktivitäten

zur Datensicherheit, wobei sich die Person von Experten beraten lassen sollte (zum Beispiel von Kammern und Fachverbänden, IT-Experten). Die benannte Person sollte auch überlegen, welche Sicherheitsvorkehrungen notwendig sind (Sicherheitskonzept) und Ansprechpartner für Experten sein, die die IT-Sicherheitsüberlegungen umsetzen. Schließlich sollte diese Person auch darauf achten, dass die IT-Sicherheitsmaßnahmen dokumentiert sowie kontrolliert und ständig verbessert werden.

- Sensibilisierung und Schulung der Anwender/innen für den korrekten Umgang mit vernetzten Daten, zum Beispiel durch den Datensicherheitsbeauftragten, aber auch durch externe Experten, wie Hersteller, Handwerksorganisationen. Oftmals besteht wenig Bewusstsein für Risiken beim Umgang mit Daten, besonders für Datensicherheitsrisiken bei ortsflexibler Arbeit. Dabei ist nicht das spezifische IT-Detailwissen zentral, sondern das grundlegende Vermögen, die genutzten Geräte „richtig“ einzusetzen. Grundsätzlich ist die Nutzung privater Geräte im Arbeitskontext („Bring your own Device“) nicht zu empfehlen. Ist die Nutzung nicht zu vermeiden, sind Führungskräfte und Beschäftigte in Bezug auf den sicheren Umgang mit Daten anzuweisen, zu unterweisen und für potenzielle Risiken zu sensibilisieren.
- Verbindliche Festlegung von Regeln für die Nutzung von smarten Anwendungen wie Cloud-Dienste, Messenger wie zum Beispiel WhatsApp besonders für Smartphones mit betrieblichen und privaten Daten. Dazu gehört auch die Schaffung klarer Regelungen für den Umgang mit betriebsübergreifenden Daten, wenn mehrere Partner miteinander kooperieren und Daten austauschen. › *Siehe Umsetzungshilfen 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte; 2.5.3 Plattformökonomie.*

²⁰ Schröter 2015

²¹ Schröter 2015

²² Betreiber Kritischer Infrastrukturen, Betreiber öffentlicher Telekommunikationsnetze oder öffentlich zugänglicher Telekommunikationsdienste müssen einen Sicherheitsbeauftragten zur Datensicherheit benennen und ein Sicherheitskonzept erstellen.

- Bei Zulieferketten und mehreren Partnern reicht der Schutz des eigenen Unternehmens nicht aus. Auch die Partner müssen in Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien eingebunden werden. Es sollte beispielsweise mit Herstellern, Kunden, Lieferanten, Crowdworkern verbindlich und schriftlich vereinbart werden, wie mit den Daten umgegangen wird und welche Basisanforderungen an eine sichere und vertrauensvolle Kooperation gestellt werden. Hier kann zum Beispiel definiert werden, dass Daten aus Aufträgen oder Prozessen innerhalb des Netzwerkes sicher und ohne Zugriffe durch Unbefugte zwischen den beteiligten Unternehmen ausgetauscht werden können oder dass für den Aufbau und die Nutzung von Wertschöpfungsnetzwerken zuerst die Datenströme eindeutigen und sicheren Identitäten, zum Beispiel über IP-Adressen, zugeordnet werden.
 - Die Maßnahmen zur Datensicherheit smarterer Arbeitsmittel hängen oft von den Vorgaben des Herstellers ab, die dem Betrieb nicht immer bekannt sind. Diese sollten beim Hersteller oder Anbieter angefordert werden.
 - *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien.*
 - Verpflichtung für Beschaffer und Führungskräfte, bei der Anschaffung und beim Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI) Kriterien der Datensicherheit zu berücksichtigen. ➤ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte.*
 - Einrichten eines Erkennungssystems für Angriffe (Unternehmen verschweigen oft Sicherheitspannen, um einen Imageschaden zu vermeiden). Den Führungskräften und Beschäftigten zu verstehen geben, dass Verstöße gegen vereinbarte Vorgehensweisen und Pannen sofort gemeldet werden müssen.
- Beispiele für technische Maßnahmen**
- Der Geltungsbereich sollte eingegrenzt werden: Welche smarten Geräte müssen hinsichtlich des Umgangs mit Daten überprüft werden?²³
 - Auswahl passender Kontrollmechanismen beim Umgang mit Daten (zum Beispiel Zutrittskontrolle, Zugangskontrolle – Datenzugriff erfolgt nur von berechtigten Personen, Zugriff durch Dritte auf die Daten der Beschäftigten ist reguliert).
 - Die Daten, die durch smarte Geräte erzeugt und verwendet werden, sollten vor technischen Defekten geschützt sein (zum Beispiel Systemfehler oder Stromausfall). In Notsituationen muss intelligente Software (inkl. KI) autonom, das heißt ohne menschliche Unterstützung, in einen „sicheren Zustand“ gelangen können.
 - Verwaltung der Benutzerkonten und Berechtigungen bei der Nutzung smarterer Arbeitsmittel auch über die Grenzen des eigenen Betriebes hinweg.
 - Sicherstellung des Schutzes der Kommunikation zwischen vernetzten Systemen und der in diesen von vernetzten Geräten produzierten Daten, zum Beispiel durch „End-to-End-Verschlüsselung“ oder starke Authentifizierung.
 - Regelmäßige Aktualisierung der intelligenten Software (inkl. KI), um jeweils aktuelle Schutzmaßnahmen gegenüber Schadsoftware zu nutzen. Dies sowie aktuelle Betriebssysteme und Sicherheitsupdates können beim Hersteller eingefordert werden.²⁴
 - Regelmäßige Analyse der Ist-Situation und bei Bedarf Umsetzung von Anpassungen und Verbesserungen. So kann erkannt werden, an welchen Stellen das Unternehmen Sicherheitsmaßnahmen ergreifen sollte, um diese Gefahren abzuwehren. Der Betrieb sorgt so für kontinuierliche Eigenkontrolle und Optimierung (ISO 27001).
- Für die Datensicherheit bei der Nutzung eines Cloud-Dienstes sind darüber hinaus weitere Maßnahmen relevant. ➤ *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud.*

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Alberts, K., & Schildt, H. (2018). Einstieg leicht gemacht. Basis-Absicherung nach IT-Grundschutz. In BSI (Hrsg.), *Mit Sicherheit* (S. 14–15). https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Magazin/BSI-Magazin_2018_01.pdf?__blob=publicationFile&v=8. Zugegriffen: 25.08.2018.

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016). *IT-Security in der Industrie 4.0. Erste Schritte zu einer sicheren Produktion*. https://www.plattform-i40.de/140/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/wegweiser-it-security.pdf?__blob=publicationFile&v=16. Zugegriffen: 25.08.2018.

www.plattform-i40.de/140/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/wegweiser-it-security.pdf?__blob=publicationFile&v=16. Zugegriffen: 25.08.2018.

BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2018). *Glossar der Cyber-Sicherheit*. https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Cyber-Sicherheit/Empfehlungen/cyberglossar/cyberglossar_node.html. Zugegriffen: 30.11.2018.

BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (Hrsg.). (2016a). *Cyber-Sicherheit als Wettbewerbsvorteil in*

der Digitalisierung. https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Broschueren/Cyber-Sicherheit_als_Wettbewerbsvorteil.pdf?__blob=publicationFile&v=3. Zugegriffen: 25.08.2018.

BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (Hrsg.). (2016b). *Das IT-Sicherheitsgesetz. Kritische Infrastrukturen schützen*. Bonn: BSI.

BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (Hrsg.). (2016c). *Sichere Nutzung von Cloud-Diensten*.

²³ Alberts & Schildt 2018, S. 15

²⁴ BMWi 2016

Schritt für Schritt von der Strategie bis zum Vertragsende. Bonn: BSI. https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Broschueren/Sichere_Nutzung_Cloud_Dienste.pdf?__blob=publicationFile&v=8. Zugegriffen: 25.08.2018.

BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (Hrsg.). (2011). *Studie zur IT-Sicherheit in kleinen und mittleren Unternehmen.* https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Studien/KMU/Studie_IT-Sicherheit_KMU.pdf;jsessionid=1E49D3CE44F1A3FC61DC30334B5750DE.2_cid360?__blob=publicationFile&v=3. Zugegrif-

fen: 25.08.2018.

datenschutz nord GmbH (2016). *Zertifizierte Informationssicherheit. ISO 27001 und andere Normen.* Bremen: datenschutz nord GmbH.

DSGVO – *Datenschutz-Grundverordnung*, 04.05.2016.

EuroCloud Deutschland – eco e. V. (2010). *Leitfaden Cloud Computing. Recht, Datenschutz & Compliance.* http://www.eurocloud.de/wp-content/blogs.dir/5/files/eurocloud-leitfaden_rdc.pdf. Zugegriffen: 25.08.2018.

Fallenbeck, N., & Eckert, C. (2015). IT-Sicherheit und Cloud Computing. In T. Bauernhansl, M. ten Hompel, & B. Vogel-Heuser, (Hrsg.), *Industrie 4.0 in Produktion,*

Automatisierung und Logistik (S. 397–431). Wiesbaden: Springer Vieweg.

IT-Sicherheitsgesetz, 24.07.2015.

Röcher, D.-J. (2013). *Eine vernetzte Industrie ist anfälliger für Angriffe.* *ComputerWoche* 22.08.2013 <https://www.computerwoche.de/a/eine-vernetzte-industrie-ist-anfaelliger-fuer-angriffe,2544607>. Zugegriffen: 25.08.2018.

Schröter, W. (2015). *Fragen der IT-Sicherheit in der „Arbeitswelt 4.0“* E_05. *Entscheidungshilfen Arbeit 4.0 der Offensive Mittelstand.* https://www.offensive-mittelstand.de/fileadmin/user_upload/pdf/mittelstand_40/Entscheidungshilfe_05_0604.pdf. Zugegriffen: 25.08.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.1.8 Digital-Berater („Kümmerer“)
- 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.5 Umgang mit Messengern und sozialen Medien
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud
- 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen

2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen



■ **Stichwörter:** Arbeitnehmerdatenschutz, Kundendatenschutz, Identitätsschutz, Anonymisierung, Pseudonymisierung, Verschlüsselung, personenbezogene Daten

› Warum ist das Thema wichtig?

Die intelligente Software¹ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) kann Arbeitsvorgänge protokollieren, im Voraus strukturieren und 4.0-Prozesse² ganz oder teilweise

steuern. Dabei erfassen cyber-physische Systeme (CPS)³ nicht nur Sach-, Material-, Prozess- und Auftragsdaten. Sie sammeln ebenfalls Daten über Ort, Zeit und Ergebnis der Tätig-

keit des arbeitenden Menschen. Deswegen ist das Thema Datenschutz in fast allen 4.0-Prozessen zu beachten.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Datenschutz

Der Datenschutz betrifft personenbezogene Daten und den Schutz vor deren Missbrauch während der Erhebung, Verarbeitung und Nutzung. Dabei gilt das Recht auf informationelle Selbstbestimmung. Demnach ist jeder Mensch nach dem Grundgesetz (GG) der Bundesrepublik Deutschland frei und kann selbst

darüber entscheiden, wie mit seinen personenbezogenen Daten umgegangen wird, sofern kein Gesetz eine andere Regelung vorsieht. Grundlage für den Datenschutz in Deutschland bilden, neben dem GG, die EU-Datenschutz-Grundverordnung (EU-DS-GVO)⁴ und das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG n.F.). Zusätzlich gibt es spezielle Regelungen in den Bundes-

ländern.⁵ Wer die darin aufgeführten Anforderungen nicht erfüllt, muss mit drastischen Bußgeldern rechnen. Der Wandel hin zu „Arbeit 4.0“ und die Datenschutzregelungen erfordern von Betrieben und allen Beteiligten, aber auch von Selbstständigen eine deutlich höhere Sensibilität und ein Bewusstsein für Belange des Datenschutzes.⁶

Autonome und selbstlernende Software-Systeme (CPS) und 4.0-Technologien⁷ generieren und sammeln bei ihrem Einsatz innerhalb des Betriebes und in betriebsübergreifenden Wertschöpfungsketten ständig neue Daten, die durch Sensoren und miniaturisierte Verwaltungsprogramme erfasst und zum Beispiel von intelligenter Software (inkl. KI) weiterverarbeitet werden können. Dinge wie Maschinen, Gebäude, Fahrzeuge, aber auch Personen und Prozesse produzieren

Daten, wenn diese mit dem System verknüpft beziehungsweise daran angeschlossen sind. Zu diesen Daten gehören in der Regel auch personenbezogene oder personenbeziehbare Daten von Beschäftigten, Kunden und externen Selbstständigen. Dadurch entsteht ein Datengeflecht, das als Big Data bezeichnet wird. So kann beispielsweise ein neu gekaufter Handbohrer Daten produzieren und mit dem Hersteller oder weiteren Akteuren kommunizieren, zum Beispiel

über Einsatzort und -dauer, Arbeitsgeschwindigkeit oder Verschleiß. In Zeiten der digitalen Transformation können Daten umfassend erfasst und Personen sowie „digitalgesteuerten“ Maschinen zugeordnet werden und mit den Daten können beispielsweise Personenprofile erstellt werden.

Dies bedeutet, dass der Betreiber wissen sollte, welche Daten wie erzeugt werden, wie der Zugriff darauf geregelt ist und wie die Beschäftigten hier einbezogen werden müssen. So

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

² Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

³ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

⁴ EU-DSGVO – Die Verordnung soll zu einer weitgehenden Vereinheitlichung europäischen Datenschutzrechtes führen.

⁵ Während die EU-DSGVO die Grundsätze regelt, gehen in einzelnen Regelungsbereichen spezielle Datenschutzregelungen vor, zum Beispiel hat der Gesetzgeber bei der Behandlung personenbezogener Beschäftigtendaten spezielle Regelungen in § 26 BDSG n. F. beziehungsweise in den Landesdatenschutzgesetzen festgelegt.

Für den Betrieb kann statt des BDSG n. F. alternativ das Datenschutzgesetz des jeweiligen Bundeslandes gelten, in dem sich der Unternehmenssitz befindet. Es ist sinnvoll, sich intensiv mit den für den Betrieb maßgeblichen Gesetzen auseinanderzusetzen. Hilfestellungen bieten in der Regel Industrie- und Handelskammern, Handwerkskammern oder branchenspezifische Verbände.

⁶ Schröter 2015

⁷ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

rücken die 4.0-Prozesse den Datenschutz in den Fokus. Es geht darum, dies im Betrieb proaktiv voranzutreiben. Dazu gehört zum Beispiel zu wissen, welche personenbezogenen Daten erhoben und verarbeitet werden, und die Überlegung, ob betriebs-spezifische Regelungen zum Umgang mit diesen Daten erforderlich sind (wie Zustimmungserklärung, Vereinbarung). Dies gilt insbesondere dann, wenn die Daten, die über CPS erfasst und ausgetauscht werden, den rechtlich verfassten Ort Betrieb via horizontale Wertschöpfungskette verlassen, das heißt zu Herstellern, Kunden oder Lieferanten gelangen. Der erfolgreiche, rechtssichere und präventive Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI) gelingt nur mit Datenschutz.

Die Datensammlung ist in keinem Betrieb unbekannt. So werden in Buchhaltungsprogrammen, Personal- und Kundendateien oder Materialdatenbanken Daten erfasst, verarbeitet und gespeichert. In der digitalen Transformation gewinnt dies zunehmend an Bedeutung, da durch die gestiegene Leistungsfähigkeit und weitergehende Miniaturisierung von Sensoren, verbunden mit zunehmend billiger und breiter verfügbar werden den Technologien, eine Vielzahl von Informationen erfasst werden kann – in allen Bereichen der Leistungserbringung: Daten werden unaufhörlich produziert, beispielsweise von Fahrzeugen, Produkten und Dienstleistungen, Arbeitsmitteln, Führungskräften und Beschäftigten sowie von Kunden.⁸ Dazu gehören auch Taktfrequenzen der Arbeit und das Leistungsprofil der Person. So kann beispielsweise erhoben werden, wie schnell ein Beschäftigter einen Arbeitsschritt ausführt oder ob Fehler gemacht werden. Ermöglicht werden die Erstellung umfassender Profile und die Verknüpfung mit anderen über die jeweilige Person verfügbaren Daten. Intelligente Software (inkl. KI), kann programmiert werden, um mit den erhobenen Daten Anwendungen zu erzeugen (wie die ganze oder teilweise Steuerung von Maschinen und Fahrzeugen, Organi-

sationsprozesse im Betrieb oder Persönlichkeitsprofile). Datenverarbeitung ist allgegenwärtig geworden und wird fast unbemerkt im Hintergrund vollzogen. Die Daten können unter Umständen Bestandteil des Internets werden, was die neue Qualität der Verknüpfung, Kommunikation und Steuerung von Daten erzeugenden Dingen und Personen über intelligente Software (inkl. KI) im Internet beschreibt.

Neben Daten-Akquisen in vertikal vernetzten CPS (auch Wertschöpfungsprozessen) kommen Datensammlungen aus betriebsübergreifenden Wertschöpfungsprozessen hinzu, wie Informationen zu Angeboten, Beschwerden, Profile von Kunden. Damit lassen sich einerseits beispielsweise betriebsübergreifende Montageabläufe ganz oder teilweise steuern wie auch aus Qualitätssicherungsgründen dokumentieren. Andererseits können CPS somit Daten aus einem Betrieb in einen anderen transportieren. Gegebenenfalls kann das Datenvolumen um Daten von Crowd-Plattform-Beteiligten erweitert werden, wenn im Umsetzungsprozess eines Arbeitsganges Daten von Crowdworkern, wie zur Arbeitsleistung, Arbeitszeit, Produktivität und Einhaltung der Sicherheitsstandards, Datenschutz oder Datensicherheit integriert werden. Dies alles bringt effektive und effiziente Möglichkeiten für die Gestaltung der Arbeit mit sich und eröffnet auch der betrieblichen Prävention neue Potenziale, wenn der Datenschutz beachtet wird.

Aus technischer Perspektive werden die personenbezogenen und personenbeziehbaren Daten zumeist nicht primär aus Kontrollgesichtspunkten zur Überprüfung der Beschäftigten zusammengeführt. Vielmehr sollen sie dazu dienen, über direkte, indirekte und Metadaten den beabsichtigten Abläufen überhaupt eine Art „Schmiermittel“ (bildlich gesprochen wie eine Art Motoröl) mitzugeben. Die Aggregation dieser Daten kann dazu führen, dass betriebliche Abläufe optimiert werden und reibungsloser funktionieren. So kann

die Herausforderung sowohl aus betrieblicher als auch aus datenschutzrechtlicher Perspektive weniger in Einschränkung der Erhebung der Daten liegen, sondern eher in der Art und Weise, wie die Daten erfasst, verarbeitet und ausgewertet werden.

Diese („Schmiermittel“-)Daten dienen zugleich als Fundament für vorausschauende betriebliche Anwendungen von Big-Data-Systemen. Sie können angereichert werden durch Daten aus Scannern, Sensoren, intelligenten Brillen und Kleidungsstücken, durch Daten aus eingebetteten Systemen, Crowd-Plattformen et cetera. So können personen- und prozessbezogene Daten gesammelt, zusammengeführt, analysiert und für eine wirkungsvolle Prozessgestaltung genutzt werden. Die Möglichkeit der automatisierten Bewertung der Daten eröffnet zugleich ungeplante Potenziale, die Prozesse verändern können, gegebenenfalls ohne dass die Beteiligten dies merken. Dies gelingt mit kleinen und großen Datenmengen. Beispielsweise können Daten über Auslastung, Anwendungen (etwa ergonomische Parameter, Nutzung der Schutzeinrichtungen), Leerzeiten, Störungen und Wartungsintervalle Informationen sein, die verarbeitet werden.

Die Personen in Betrieben können sich dieser durch CPS-Prozesse stattfindenden Sammlung und Verarbeitung von Daten vom Ansatz her nicht entziehen. Es kommt also darauf an, die Prozesse so zu gestalten, dass alle etwas davon haben. Ein Bestandteil dieses Gestaltungsprozesses ist das Thema Datenschutz. In vielen kleinen und mittleren Unternehmen hat es aber keine ausreichende Priorität.

Daher ist es hilfreich für die Führungskräfte, folgende Fragen zu reflektieren:⁹

- Welche Daten werden im Betrieb generiert und für was verwendet (Produktdaten, Lager- und Bestandsdaten, Maschinenauslastung, Kunden- und Beschäftigten-daten (personenbezogene Daten), Umgebungsdaten (Position, Temperatur, Beleuchtung)?

⁸ Büttner & Brück 2015, S. 131

⁹ Cernavin & Lemme 2018

- Welcher Risikoklasse gehören diese Daten an? Ist gegebenenfalls eine Datenschutzfolgeabschätzung vorzunehmen?¹⁰
 - Welche digitalen und mobilen Kommunikationswege und Möglichkeiten der Datenvermittlung werden genutzt und welche Daten werden warum übermittelt (Messenger-Apps)?
 - Wie und durch was werden die Daten erfasst (systematische/automatisierte Datenerfassung)?
 - Welche Daten stehen zur Verfügung und sind im Betrieb von Relevanz (Daten zu Produkten, Prozessen, Beschäftigten, Know-how)?
 - Welche Daten stellt die intelligente Software (inkl. KI) wem und wofür zur Verfügung/welche werden generiert?
 - Wo sind die Daten verortet (Cloud oder intern? Bei Ablage der Daten in einer Cloud: Welche Informationen zum Schutz der Daten liegen vor? [Zertifizierung, deutsche Gesetzgebung])?
 - Welche Schnittstellen der CPS zu anderen Programmen (zum Beispiel Assistenzsysteme, Verwaltungssoftware von CPS) gibt es?
 - Wem gehören die Daten und wie/durch wen/wofür dürfen sie genutzt werden?
 - Welche gesetzlichen Vorschriften sind zu beachten (zum Beispiel BDSG, Datenschutzgesetze der Länder, Telemediengesetz, EU-DSGVO, § 87, Abs. 1, Nr. 6 BetrVG) und welche Pflichten gehen damit einher?
- Hilfreich könnte es sein, wenn Tarifpartner Rahmenvereinbarungen erarbeiten, die Betriebe als Orientierung nutzen können.

Begriff: Datenschutzbeauftragte

Ein Datenschutzbeauftragter¹¹ ist im Unternehmen zu benennen, wenn mindestens zehn Personen ständig mit personenbezogenen Daten beschäftigt sind. Datenschutzbe-

auftragte haben unter anderem die Aufgabe, Unternehmer über Aufgaben und Pflichten im Datenschutz zu informieren, die Umsetzung der Anforderungen zu begleiten und zu überwachen, die Sensibilisierung und

Qualifizierung der Beschäftigten im Umgang mit den Daten zu begleiten und mit den Aufsichtsbehörden zusammenzuarbeiten (spezielle Regelungen der Bundesländer beachten).

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Die Anwendung und Nutzung von intelligenter Software (inkl. KI) eröffnet im Hinblick auf den Datenschutz mindestens drei Schlüsselgefahren in der betrieblichen und über- wie außerbetrieblichen Praxis. In einer partizipativ gestalteten und einvernehmlich ausgehandelten 4.0-Arbeits- und Geschäftsumgebung können hohe Datenschutzstandards jedoch auch *neue* Potenziale eröffnen:

Mögliche **Chancen** sind zum Beispiel:

- Ein modernisiertes Datenschutzverständnis auf der Basis von CPS-Anwendungsumgebungen kann im Wettbewerb um Kunden ein wesentlicher Vertrauens- und Marketingvorteil sein. Der Schutz von Kundendaten schafft Kundenbindung.
- Ein modernisiertes Datenschutzverständnis auf der Basis von

CPS-Anwendungsumgebungen kann im Wettbewerb um Fachkräfte ein wesentlicher Vertrauensvorteil sein. Der Schutz von Beschäftigten-daten schafft Mitarbeiterbindung.

- Ein Datenschutzverständnis, das die Möglichkeiten von CPS-Anwendungen reflektiert, kann verhindern, dass sich Wettbewerber oder Kriminelle durch Identitätsdiebstahl und Entwendung von sensiblen Firmendaten Wettbewerbsvorteile verschaffen.

Mögliche **Gefahren** sind zum Beispiel:

- Intelligente Software (inkl. KI) und 4.0-Technologien können beinahe in Echtzeit Profile der Person hervorbringen, von denen Daten erfasst wurden. Geschieht dies ohne Kenntnis des Betriebes und der beteiligten Personen im Betrieb,

verletzt das den Datenschutz und führt gegebenenfalls zu Verunsicherung und Misstrauen bei den beteiligten Personen.

- Intelligente Software (inkl. KI) und 4.0-Technologien können ungeschützte personenbezogene und personenbeziehbare Daten in horizontale Wertschöpfungsketten einfließen lassen und somit unberechtigten betriebsinternen und betriebsexternen Personen Zugang zu betrieblichen Daten ermöglichen.
- Intelligente Software (inkl. KI) und 4.0-Technologien können ungeschützte Auftrags- und Kundendaten in horizontale Wertschöpfungsketten einfließen lassen und somit unberechtigten betriebsinternen und betriebsexternen Personen Zugang zu betrieblichen Daten ermöglichen.

¹⁰ Art. 35 der DSGVO verpflichtet die Verantwortlichen, eine Datenschutzfolgeabschätzung (DSFA) vorzunehmen, wenn ein „voraussichtlich hohes Risiko“ mit der Verarbeitung von Daten verbunden ist. Ein solches Risiko liegt in der Regel vor, wenn die unsachgemäße Handhabung der Daten einen betroffenen Menschen in seiner gesellschaftlichen Stellung oder in seinen wirtschaftlichen Verhältnissen beeinträchtigen könnte (Ansehen der Person oder existenz- oder lebensbedrohende Schädigungen). Das Ansehen betreffende Daten sind zum Beispiel Daten zu Einkommen, Beitragszahlungen oder Sozialleistungen, Zeugnisse oder Gesundheitsdaten. Existenzbedrohend wären dagegen zum Beispiel Daten zu Straffälligkeit, aber auch betriebliche Beurteilungen oder Daten zu Schulden, Pfändungsverfahren und so weiter. Die „Artikel 29 Datenschutzgruppe“ hat in diesem Zusammenhang Beispiele genannt, die gegebenenfalls zu Datenschutzfolgeabschätzungen zwingen. Dazu gehören Scoring, Profiling, automatisierte Einzelfallentscheidungen bei Behörden, aber auch systematische Überwachung oder eine weite geografische Ausdehnung der Verarbeitung.

¹¹ Abschnitt 4 DSGVO

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Die Erfahrungen aus der digitalen Wirtschaft in den letzten Jahren zeigen, dass die größten Herausforderungen für die Betriebe in puncto Datenschutz (Kundendaten, Beschäftigtendaten usw.) in drei Bereichen liegen:

- Fehlende Kenntnis, welche Daten die 4.0-Technologien erfassen, wo diese Daten liegen, was mit ihnen geschieht und wer Zugriff auf diese Daten hat
- Ungenügende Anwender- und Nutzungskultur sowie das Anwenderverhalten (fehlerhafter, lässiger oder unzulässiger Umgang mit personenbezogenen Daten)
- Deutlich ansteigende Zahl äußerer technischer ungezielter Angriffe mithilfe gefährlicher intelligenter Software (wie Viren, Malware, Bots) oder bewusst gezielter Angriffe (etwa Datendiebstahl, Lahmlegung der Systeme, Wissensdiebstahl, Sabotage)

Um der geänderten Situation in Bezug auf den Umgang mit personenbezogenen Daten Rechnung zu tragen, bedarf es eines neuen Umgangs mit dem Thema im Betrieb. Erreicht werden kann dies durch die Schaffung eines neuen Bewusstseins im Unternehmen. Für Betriebe, die in der digital-virtuellen Geschäfts- und Arbeitswelt unterwegs sind, stellt die aktive Kultur eines bewusst gelebten Datenschutzes und einer solide gebauten Datensicherheit ein wesentliches zukunftssträchtiges Qualitäts- und Unterscheidungsmerkmal dar. Diese Qualität bildet einen positiven Wettbewerbsfaktor.

Im Zentrum der Maßnahmen stehen fünf Handlungsebenen:

- Der Betrieb sollte wissen, welche Daten die 4.0-Technologie erfasst, speichert, verarbeitet und wer Zugriff auf sie hat. Vor der Anschaffung der 4.0-Technologie sollten deshalb die Allgemeinen Geschäftsbedingungen beziehungsweise die Lizenzverträge sorgfältig durchgelesen werden.

Vom Hersteller sollte eine kurze und verständliche Information eingefordert werden, welche Daten das technische Assistenzsystem erfasst, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer Zugriff auf die Daten hat, um diese an die Führungskräfte und Beschäftigten weitergeben zu können. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*

- Der Umgang mit personenbezogenen Daten im Betrieb sollte vereinbart werden. In größeren Betrieben sollte gegebenenfalls unter Einbeziehung des Datenschutzbeauftragten eine Betriebsvereinbarung abgeschlossen werden (Mitbestimmungsrechte und Datenschutz einhalten).
- Die Führungskräfte und Beschäftigten sollten informiert werden, welche Daten die 4.0-Technologie von ihnen erfasst und wie sie verarbeitet werden. › *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt und 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen.*
- Eine Sensibilisierungsoffensive für eine gelebte aktive Datenschutzkultur im Unternehmen gemeinsam mit den Beschäftigten beziehungsweise dem Betriebsrat und Datenschutzbeauftragten starten (zum Beispiel über Möglichkeiten der Datennutzung durch intelligente Software [inkl. KI] informieren, über 4.0-Technologien mit ihrer Sensorik im Betrieb, über mögliche Verhaltensregeln im Umgang mit CPS).
- Die Beschäftigten über die Vereinbarungen und die Maßnahmen des Arbeitgebers zur Sicherung des Datenschutzes mithilfe technischer und organisatorischer Lösungen (Verschlüsselung, Anonymisierung, Pseudonymisierung, elektronische Signaturen) informieren. Auch die sich daraus ergebenden Pflichten für die Führungskräfte und Beschäftigten darstellen (wie sorgsamer Umgang mit personenbezogenen Daten, Informationspflicht über Datenschutzver-

letzungen). Das Bewusstsein der Führungskräfte und Beschäftigten für Selbstschutz stärken.

Um sich diesem Thema zu nähern, bedarf es Entscheidungshilfen, wie sie zum Beispiel in der nachstehenden Checkliste bereits existieren. Diese Entscheidungscheckliste¹² des Handelns ermöglicht die Auseinandersetzung mit dem Thema und weist auf mögliche Hilfe durch externe Beratung und Kompetenz hin:

1. Starten einer Sensibilisierungsoffensive in der Geschäftsleitung und in der Belegschaft.
2. Überprüfen, ob ein Datenschutzbeauftragter zu benennen beziehungsweise zu beauftragen ist.
3. Datenschutz zusammen mit Datensicherheit zu einem wesentlichen Zukunftsthema des Betriebes machen und Verantwortlichkeiten festlegen.
4. Schulungen für alle betrieblichen Akteure anbieten – gerade auch im Bereich mobiler Nutzungen (etwa Apps, Social Media et cetera).
5. Festlegen, wer und wie die Wirksamkeit der beschlossenen Schutzmaßnahmen überprüft wird.
6. Analyse und Beschreibung der bisherigen Verarbeitung sensibler und personenbezogener Daten.
7. Kurzes Informationsblatt vom Hersteller einfordern, in dem über den Umgang mit den Daten des jeweiligen smarten Produktes informiert wird.
8. Analyse und Beschreibung der technisch neu gestalteten Verarbeitung sensibler und personenbezogener Daten (zum Beispiel in der Cloud).
9. Offensive Beseitigung von Sicherheits- und Schutzlücken.
10. Vereinbarung einvernehmlich verbindlicher Regelungen (zum Beispiel Betriebsvereinbarungen) mit der Belegschaft.
11. Prüfen, ob verlässliche Dienstleister beauftragt werden (zum Beispiel Clouds), die Datenschutz und Datensicherheit garantieren (zum

¹² Schröter & Scherer 2015

- Beispiel Zertifizierung wie Trusted Cloud).
12. Sicherstellen, dass mit Kundendaten sicher und vertrauensvoll umgegangen wird, und überprüfen, ob hier spezielle Vereinbarungen notwendig sind (Kundendatenschutz).
13. Deklaration des hohen Datenschutzes zu einem aktiven Wettbewerbsfaktor.
- Bei der Anwendung von intelligenter Software (inkl. KI) und 4.0-Technologien in über- beziehungsweise zwischenbetrieblichen horizontalen Wertschöpfungsbeziehungen sind vertragliche Vereinbarungen zwischen Unternehmen zu treffen, die eine Nutzung unbefugt via CPS erhaltener Daten rechtlich ausschließen.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Bergmann, L., Möhrle, R., & Herb, A. (2016). *Datenschutzrecht*. Loseblattwerk Boorberg.
- Büttner, K. H., & Brück, U. (2015). Use Case Industrie 4.0: Fertigung im Siemens Elektronikwerk Amberg. In T. Bauernhansl, M. ten Hompel, & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik* (S. 121–144). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Cernavin, O., & Lemme, G. (2018). Technologische Dimensionen der 4.0-Prozesse. In O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0 – Neue Perspektiven für Führung, Organisation, Sicherheit und Gesundheit im Betrieb* (S. 21–55). Wiesbaden: Springer Verlag.
- DSGVO – *Datenschutz-Grundverordnung*, 04.05.2016.
- Krause, R. (2016). *Digitalisierung und Beschäftigtendatenschutz. Expertise erstattet dem Bundesministerium für Arbeit und Soziales*. http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/Forschungsberichte/fb482-digitalisierung-und-beschaefigtendatenschutz.pdf?__blob=publicationFile&v=1. Zugriffen: 31.07.2018.
- Datenschutzkonferenz (DSK) (2017). *Entschließung der Konferenz der unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder. Göttinger Erklärung: Vom Wert des Datenschutzes in der digitalen Gesellschaft*. www.lfd.niedersachsen.de/download/116823. Zugriffen: 19.07.2018.
- Schröter, W., & Scherer, I. (2015). *Entscheidungshilfe: Arbeit 4.0. Fragen der IT-Sicherheit in der „Arbeitswelt 4.0“*. http://www.offensive-mittelstand.de/fileadmin/user_upload/pdf/mittelstand_40/Entscheidungshilfe_05_0604.pdf. Zugriffen: 19.07.2018.
- Schröter, W. (2016). Digitale Sicherheit. In J. Hübner, J. Eurich, M. Honecker, T. Jähnichen, & M. Kulesa (Hrsg.), *Evangelisches Soziallexikon* (9. Aufl., S. 1381–1384). Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Schröter, W. (2016). Abschied vom alten Arbeitsbegriff? – Ein Zukunftsszenario? Gedanken zur digital-virtuellen Transformation der Arbeit und ihrer Folgen. In M. Richter, & I. Thuncke (Hrsg.), *Paradies now. André Gorz – Utopie als Lebensentwurf und Gesellschaftskritik* (S. 166–186). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Infoblatt smartes Produkt
- 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen
- 1.6.1 Neue Anforderungen an Interessenvertretungen
- 1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software in die Organisation
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen

2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen



■ **Stichwörter:** Cybersicherheit, Datenschutz, Datensicherheit, Datenqualitätsmanagement, Usability, Nutzungsqualität, Datenerhebung, Datentechnik, Datenvernetzung, Datensteuerung, Prozessqualität

› Warum ist das Thema wichtig?

Die Qualität und die Zuverlässigkeit von Daten entscheiden wesentlich über die Qualität und Nutzbarkeit der Ergebnisse, die mit diesen Daten erzielt werden sollen. Daten mit schlechter Qualität können zu falschen Entscheidungen führen und mehr Schaden anrichten als Nutzen generieren. In 4.0-Prozessen¹ werden Daten in erster Linie von technischen

Systemen, wie Sensoren, Verwaltungsschalen, und intelligenter Software² mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) strukturiert oder unstrukturiert erfasst, genutzt und verarbeitet. Mit cyber-physischen Systemen (CPS)³ und intelligenter Software (inkl. KI) nimmt die Menge der Daten, die für betriebliche Prozesse erhoben und genutzt werden, exorbitant zu (Big

Data). Die Frage der Datenqualität gewinnt deswegen in den 4.0-Prozessen im Betrieb an Bedeutung. Um die Datenqualität und damit die Qualität der mit diesen Daten erzielten Ergebnisse beurteilen zu können, benötigt man Kriterien (Daten der einzelnen Komponenten sowie des Gesamtsystems).

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Datenqualität

Unter Datenqualität wird hier die Anforderung an Daten von CPS hinsichtlich ihrer Eignung, einen bestimmten Zweck zu erfüllen, verstanden. Die Eignung ist anhand von Kriterien zu beurteilen. Als Kriterien gelten dabei beispielsweise die Korrektheit, die Relevanz und die Verlässlichkeit der Daten sowie ihre Konsistenz und Verfügbarkeit auf verschiedenen Systemen (siehe unten „Bereiche, die Datenqualität beeinflussen“). Die

Datenqualität kann nach gesellschaftlich vereinbarten Kriterien, wissenschaftlichen Erkenntnissen sowie den subjektiven Anforderungen von Nutzern oder Kunden bewertet werden.

In 4.0-Prozessen beeinflusst die Datenqualität die Zuverlässigkeit der Verarbeitung und Nutzung der Daten sowie der Prozesse, die mit diesen Daten ganz oder teilweise gesteuert werden. Daten, die die Qualitätskriterien nicht erfüllen, können schlechte Ergebnisse erzeugen, zu Hindernis-

sen im Betriebsablauf führen und erhebliche Kosten verursachen.⁴ Die Datenqualität gewinnt zusätzlich an Bedeutung, wenn die intelligente Software (inkl. KI) die Prozesse ganz oder teilweise steuert und der Mensch als korrekatives Element eine geringere Rolle spielt.⁵ › *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).*

Bereiche, die Datenqualität beeinflussen

Die Daten, die von intelligenter Software mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) verarbeitet werden, besitzen in allen Anwendungsbe-

reichen spezifische Eigenschaften, die eine Auswirkung auf die Datenqualität haben.⁶ Diese Eigenschaften werden durch folgende Aspekte gekennzeichnet („Die fünf V“)⁷:

■ **Masse – Volume:** Die Datenan-

sammlung ist unbegrenzt groß (unternehmensinterne/-externe Daten).

■ **Schärfe – Veracity:** Die Daten können unzuverlässig oder unsicher sein. Die Präzision, Genauigkeit

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

⁴ Heinrich et al. 2012

⁵ Klier & Heinrich 2016, S. 489

⁶ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁷ vgl. Bitkom 2013, S. 5f.; Laney 2001; Reussner 2017, S. 4; Vossen et al. 2015, S. 4f.

oder Vertrauenswürdigkeit der Daten sind nicht immer gegeben.

- **Geschwindigkeit – Velocity:** Die Datenströme ermöglichen die unmittelbare Verarbeitung und Analyse beinahe in Echtzeit.
- **Vielfalt – Variety:** Die Daten treten in multiplen Formaten auf: strukturiert, unstrukturiert, semistrukturiert, Text.
- **Wert – Value:** Die Daten können einen Wert für die CPS-Nutzung besitzen, der sich erst nach Erhebung der Daten zeigen kann (durch Analyse, Verdichtung oder sonstige Verarbeitung). Sie können in Kontexten auftreten, für die sie nicht erhoben sind (Rekontextualisierung/ Reanonymisierung).

Die folgenden Elemente der 4.0-Prozesse beeinflussen die Datenqualität⁸ – siehe Abbildung 1:

- **Datenerhebung:** Welche Daten werden wie erhoben? Die Erhebung der Daten beeinflusst im Wesentlichen deren Qualität. Daten können von 4.0-Technologien im Betrieb (über Arbeitsmittel, -stoffe, -räume, Personen, Prozesse)

erhoben werden. Die Daten können aber auch über Plattformen aus Big Data generiert werden.

- **Datentechnik:** Welche technische Qualität besitzen die Daten, damit sie ohne Fehler von der intelligenten Software (inkl. KI) verarbeitet werden können? Die technische Qualität entscheidet darüber, wie kompatibel die Daten mit anderen Systemen sind (zum Beispiel Verwendung standardisierter Sprachen und Datenstrukturen). Dies bestimmt, ob und in welcher Qualität sie dann genutzt werden können.
- **Datenvernetzung:** Welche Daten werden wie und zu welchem Zweck zusammengeführt? Die Qualität der Ausgangsdaten wird durch die Verbindung mit Daten aus unterschiedlichen Bereichen beeinflusst. Hier schließen sich Fragen an, wie: Ist die Quelle der verwendeten Daten bekannt und zuverlässig? Erlaubt die Zusammenführung dieser Daten verlässliche Ergebnisse oder sind bereits die Ausgangsdaten ungeeignet für die Fragestellung?

- **Datensteuerung:** Nach welchen Verfahren werden die Daten verarbeitet? Die Qualität der Daten wird in CPS auch von der Qualität des Steuerungsprogramms beeinflusst. Daher muss geklärt werden, nach welchen Kriterien die intelligente Software (inkl. KI) die Daten verarbeitet (zum Beispiel nach welchen Algorithmen und/oder Modellen der künstlichen Intelligenz), um verlässliche und zulässige (zum Beispiel personenbezogene) Erkenntnisse zu produzieren.

- **Betriebliche Konzepte und Umsetzung:** Sind in den betrieblichen Anforderungen und Erwartungen an die Datenerhebung, -technik, -vernetzung und -steuerung Aspekte der Datenqualität berücksichtigt? Schließlich wird die Qualität der Daten auch durch Konzept und Umsetzung der betrieblichen Anforderungen an die CPS und die intelligente Software (inkl. KI) beeinflusst (in größeren Betrieben: Datenqualitätsmanagement). Berücksichtigt das betriebliche Konzept beispielsweise für die Prozesssteuerung durch intelligente Software (inkl.

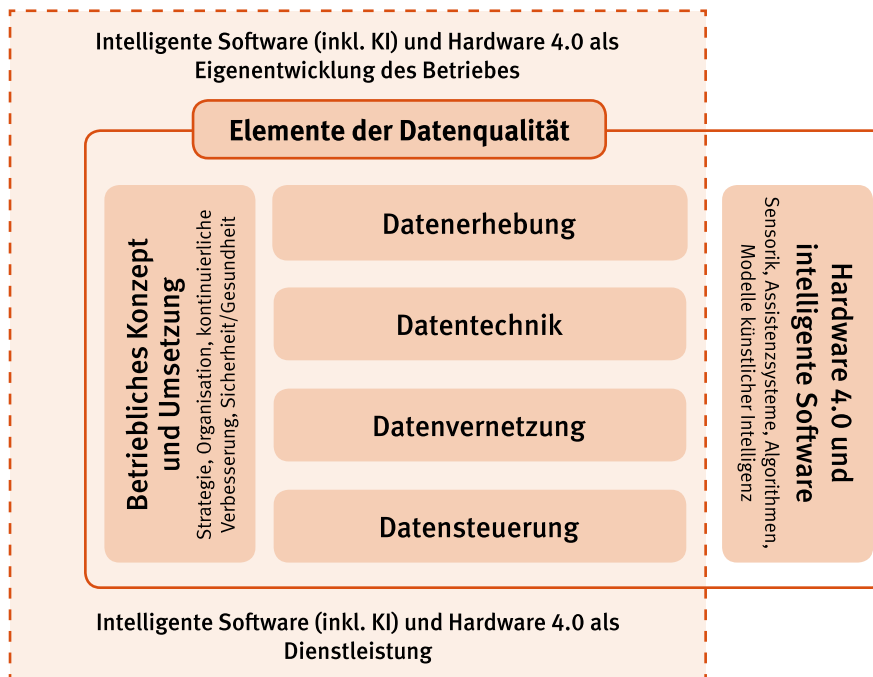


Abbildung 1: Elemente der Datenqualität (eigene Darstellung)

⁸ vgl. Schallaböck 2015, S. 23; Reussner 2017, S. 3f.

KI) auch die erforderlichen Anforderungen des Arbeitsschutzes?

Diese fünf Elemente gelten für einzelne CPS-Komponenten oder für Gesamtsysteme

- bei Anwendungen, die ein Betrieb selbst entwickeln und programmieren lässt,
- bei Dienstleistungen, die ein Betrieb einkauft beziehungsweise auf die er zurückgreift (wie zum Beispiel von Plattformen, Cloud-Dienstleistern, Services von Herstellern).⁹

Kriterien für die Qualität der Daten

In allen Phasen des betrieblichen Umgangs mit Daten müssen folgende Qualitätskriterien geprüft werden:¹⁰

- **Korrektheit:** Die Daten müssen mit der Wirklichkeit (Realität), mit Erfahrungen (Plausibilität) sowie mit den Anforderungen (der Datendefinition) möglichst weitgehend übereinstimmen. Zum Beispiel muss ein Sensor die Konzentration eines Gefahrstoffes genau ermitteln und eine Übertretung des Grenzwertes korrekt angeben, um einen gesundheitsgerechten Umgang mit dem Stoff zu ermöglichen.
- **Vollständigkeit:** Die zu erhebenden Daten müssen den Erkenntnisgegenstand möglichst vollständig beschreiben. Zum Beispiel muss eine intelligente Software (inkl. KI) für den Personaleinsatz die relevanten Kriterien vollständig berücksichtigen, um eine für alle Beteiligten akzeptable Schichtplanung zu gewährleisten.
- **Widerspruchsfreiheit/Konsistenz:** Die Daten dürfen keine Widersprü-

che zu den beschriebenen und vereinbarten Anforderungen und Werten des Betriebes aufweisen (Integritätsbedingungen wie Geschäftsregeln, Erfahrungswerte). Jeder Datensatz muss eindeutig interpretierbar sein. Außerdem darf es keine Widersprüche innerhalb der verwendeten Daten und zu Daten aus anderen Quellen geben. Zum Beispiel muss ein Gabelstapler stoppen, wenn eine Person seinen Fahrweg kreuzt, da der erfasste Datensatz „Achtung, Person!“ widerspruchsfrei war.

- **Aktualität:** Alle Datensätze müssen jeweils dem aktuellen Zustand der abgebildeten Realität entsprechen. Die Daten müssen zeitnah beziehungsweise rechtzeitig für die betrachtete Anwendung vorliegen. Zum Beispiel werden bei der softwaregesteuerten sicherheitstechnischen Überprüfung einer Anlage nur die aktuellen Daten des Unternehmens zum Betrieb der Anlage sowie die aktuellen Arbeitsschutzvorschriften als Kriterien zur Bewertung durch die intelligente Software (inkl. KI) zugrunde gelegt.
- **Zuverlässigkeit:** Die Entstehung der Daten muss nachvollziehbar sein. Die Daten müssen zeitlich und räumlich konstant erhoben sein und zur Anforderung passen. Zum Beispiel sollte die Personalabteilung Daten aus sozialen Netzwerken über Stellenbewerber kritisch hinterfragen.
- **Relevanz:** Der Informationsgehalt von Daten muss den jeweiligen Informationsbedarf erfüllen. Die Daten können auf einen relevanten

Datenausschnitt beschränkt werden. Zum Beispiel sollten nicht alle erfassten Daten eines Arbeitsmittels verwendet werden, wenn neun von zehn Datensätze über den normalen Betrieb des Arbeitsmittels irrelevant sind.

- **Verständlichkeit:** Die Daten müssen in ihrer Begrifflichkeit, Darstellung und Struktur vom Informationsempfänger verstanden werden. Die grundlegenden Kriterien, nach denen die intelligente Software (inkl. KI) lernt und handelt, sollten bekannt sein. Zum Beispiel sollten Anweisungen auf einer Datenbrille so dargestellt werden, dass Nutzer sie erkennen, inhaltlich verstehen und nachvollziehen können. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt; 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses.*
- **Integrität:** Die Daten müssen so aufbereitet sein, dass die Anforderungen der Datensicherheit und des Datenschutzes berücksichtigt sind. Zum Beispiel ist sicherzustellen, dass nur diejenigen personenbezogenen Daten beim Umgang mit einem Arbeitsmittel an Dritte weitergegeben werden, die im Betrieb vereinbart wurden, und dass diese vereinbarungsgemäß verwendet werden.
- **Kontextgebundenheit:** Die Daten müssen für den Kontext geeignet sein, für den sie verwendet werden. Das Kriterium Kontextgebundenheit ist vor allem dann relevant, wenn bereits erhobene Daten in einem neuen Kontext verwendet werden sollen.

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Die sorgfältige Berücksichtigung der Datenqualität in 4.0-Prozessen bietet unter anderem folgende **Chancen:**

- Eine gute Datenqualität ermöglicht verlässliche, sichere und gesundheitsgerechte Prozesse.
- Die verwendeten Daten ermögli-

chen einen weitgehend fehler- und störungsfreien Betrieb (Effektivität und Effizienz).

- Fehler im 4.0-Prozess und der intelligenten Software (inkl. KI) können reduziert werden.
- Führungskräfte und Beschäftigte können durch das Wissen um eine

Absicherung der Datenqualität in ihren Arbeitsprozessen entlastet werden.

- Führungskräfte und Beschäftigte, die wissen, wofür die Daten genutzt werden und wofür sie verwendet werden, akzeptieren die Erfassung und Nutzung auch per-

⁹ Otto 2014, S. 21

¹⁰ vgl. Badicke 2013; Bayer 2011; Bertelmann et al. 2014; Klier & Heinrich 2016; Helfert 2002, S. 83f.; Lehnhoff 2005, S. 27ff.; Reussner 2017, S. 4; Schallaböck 2015, S. 23f.; Turner 2002, S. 5

sonenbezogener Daten für betriebliche Abläufe eher.

Wenn die Datenqualität nicht beachtet wird, können unter anderem folgende **Gefahren** auftreten:

- Ressourcen werden verschwendet, weil fehlerhafte Daten die Abläufe

beeinträchtigen und zu Unterbrechungen und Zeitverlusten führen.

- Ungenügende oder nicht verlässliche Daten führen zu Fehlentscheidungen.
- Fehlerhafte Daten können zu Unfällen führen und die Gesundheit der Führungskräfte und Beschäf-

tigten beeinträchtigen.

- Fehler und Störungen sowie das Wissen über ungenügende Datenqualität belasten Führungskräfte wie Beschäftigte und senken ihre Akzeptanz für 4.0-Prozesse.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Um die Datenqualität im Betrieb abzusichern, sind unter anderem folgende Maßnahmen zu empfehlen:

Maßnahmen zur Datenqualität vor der Anschaffung

- Bereits bei der Anschaffung von smarten Arbeitsmitteln und smarten Einrichtungen (mit Sensorik, intelligenter Software – inkl. KI) oder bei 4.0-Servicedienstleistungen (wie Plattformökonomie, Apps, Cloud-Services) ist die Datenqualität mitzubedenken. Ein betriebliches Konzept sollte erstellt werden, in dem die Anforderungen und Erwartungen zur Datenqualität in den Bereichen Datenerhebung, -technik, -vernetzung und -steuerung reflektiert und möglichst beschrieben sind (in größeren Betrieben: Datenqualitäts- oder Stammdatenmanagement). Überlegt werden sollte, welche Daten in welcher Qualität benötigt werden, um die Aufgaben angemessen zu erledigen. Dies gilt für die Anschaffung einzelner Komponenten, für das Gesamtsystem wie auch für die Auswirkung von neuen Komponenten auf ein bestehendes Gesamtsystem.
- Um verlässliche Daten und Ergebnisse zu erhalten, sollte im Konzept speziell darauf geachtet werden, dass und wie die Kriterien für die Datenqualität Berücksichtigung finden (Korrektheit, Vollständigkeit, Widerspruchsfreiheit/Konsistenz, Aktualität, Zuverlässigkeit, Relevanz, Verständlichkeit, Integrität). Gegebenenfalls noch einmal beim Anbieter nachfragen!
- Um einen technisch reibungslosen

Ablauf zu ermöglichen, ist im Konzept die technische Qualität der Daten so zu definieren, dass sie ohne Fehler von der intelligenten Software (inkl. KI) verarbeitet werden kann (zum Beispiel die Möglichkeit der Eigenschaftsdaten von Dateien, mit anderen Eigenschaftsdaten zu kommunizieren (Interoperabilität der Metadaten), Verwendung standardisierter Sprachen und Datenstrukturen (syntaktische Korrektheit), etablierte Ontologien und Domänenmodelle, semantische Beschreibung von Daten). Hierzu können gegebenenfalls IT-Experten beraten.

- Im Rahmen des Konzeptes sollte die Datenqualität für den Betrieb genau definiert werden (Papier „Anforderungen an die Datenqualität in unserem Betrieb“). Das hilft den Entscheidern bei der Anschaffung der intelligenten Software (inkl. KI) wie auch in ihrem späteren Einsatz. Führungskräfte und Beschäftigte erkennen so, dass der Betrieb auf Datenqualität achtet. Gleichzeitig liefert diese Beschreibung der Datenqualität allen Beteiligten die Grundlage für spätere Verbesserungsprozesse.
- Werden Daten aus Big Data verwendet, sind diese nicht ungeprüft zu verwenden. Vielmehr müssen auch sie den dokumentierten Kriterien der Datenqualität entsprechen.
- Es sollte recherchiert werden, ob es Software-Tools gibt, die die Datenqualität selbstgesteuert überprüfen. Daten müssen vor der Erfassung auf ihre Qualität geprüft und erst nach Qualitätssicherung im

System gespeichert werden. Gegebenenfalls von IT-Experten beraten lassen.

- Bei allen Daten ist sowohl sicherzustellen, dass die Aspekte von Gesundheit und Sicherheit bei der Arbeit der Führungskräfte und Beschäftigten berücksichtigt werden, als auch, dass der Umgang mit personenbezogenen Daten den Vereinbarungen im Betrieb entspricht.

Maßnahmen zur Datenqualität im laufenden Betrieb

- Im laufenden Betrieb überprüfen, inwiefern die „Anforderungen an die Datenqualität in unserem Betrieb“ erfüllt werden und gegebenenfalls Inkonsistenzen, Fehler sowie Widersprüche analysieren (Data-Profiling). Dabei sollten die Erfahrungen der Führungskräfte und Beschäftigten einbezogen werden. Aus den gewonnenen Informationen können Maßnahmen zur Verbesserung der Datenqualität abgeleitet werden.
- Überprüfen, ob die festgestellten Mängel in der Datenqualität durch 4.0-Tools übernommen werden können (wie zum Beispiel durch Datentypkonvertierungen, Vervollständigung lückenhafter Daten, eigenständige Plausibilitätsüberprüfungen, regelmäßige Überprüfung des gesamten Datenbestandes), um die selbst definierte Datenqualität zu erreichen und zu sichern. Es sollten immer computergestützte Schlussfolgerungen mit menschlicher Intelligenz kombiniert werden.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Badicke, M. H. (2013). *Klassifikation der Datenqualität*. www.inwt-statistics.de/blog-artikel-lesen/Klassifikation_der_Datenqualitaet.html. Zugegriffen: 06.09.2018.
- Bayer, M. (2011). *Gute Daten – schlechte Daten*. www.computerwoche.de/a/gute-daten-schlechte-daten,1931857. Zugegriffen: 06.09.2018.
- Bertelmann, R., Gebauer, P., Hasler, T., Kirchner, I., Peters-Kottig, W., Razum, M., ... van Gasselt, S. (2014). *Einstieg ins Forschungsdatenmanagement in den Geowissenschaften*. Potsdam, Berlin: doi: 10.2312/lis.14.01.
- Bitkom – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (Hrsg.) (2013). *Management von Big-Data-Projekten – Leitfaden*. Berlin: Bitkom.
- Heinrich, B., Klier, M., & Görz, Q. (2012). *Ein metrikbasierter Ansatz zur Messung der Aktualität von Daten in Informationssystemen*. In Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 82. Jg. 2012, 11, S. 1193–1228.
- Helfert, M. (2002). *Planung und Messung der Datenqualität in Data-Warehouse-Systemen*. Bamberg: Difo-Druck GmbH.
- Klier, M. & Heinrich, B. (2016). Datenqualität als Erfolgsfaktor im Business Analytics. *Controlling – Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung*, 28, (8-9), S. 488–494.
- Laney, D. (2001). *3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety*. Application Delivery Strategies. Meta Group. 2001; 2:1-4. File 949. <http://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf>. Zugegriffen: 06.09.2018.
- Lehnhoff, N. (2005). *Überprüfung und Verbesserung der Qualität von automatisch erhobenen Daten aus Lichtsignalanlagen* (Dissertation). Universität Hannover, Deutschland.
- Otto, B. (2014). Stammdatenqualität. In Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML (Hrsg.), *Logistik entdecken*, Heft 15, S. 20–21.
- Reussner, R. (Ansprechpartner) (2017). *Smart Data – A Big Data Memorandum*, Berlin. www.smart-data.fzi.de. Zugegriffen: 06.09.2018.
- Schallaböck, J. (2015). *Big Data*, Hamburg: Deutsches Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet – DIVSI.
- Turner, S. (2002). *Defining and Measuring Traffic Data Quality – White paper*, Work Order Number BAT-02-006 Washington D.C.: Batelle.
- Vossen, G., Lechtenböcker, J., & Fekete, D. (2015). *Big Data in kleinen und mittleren Unternehmen – eine empirische Bestandsaufnahme*. Münster: Förderverein des Instituts für Angewandte Informatik (IAI).

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.1 Externe und interne Strategie und digitale Transformation
- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud
- 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)

2.3.4 Betriebs- und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen



■ **Stichwörter:** betriebliche Mitbestimmung, Betriebsrat, Teilhabe, Interessenvertretungen

› Warum ist das Thema wichtig?

Durch die Einführung neuer cyber-physischer Systeme¹ mit ihrer intelligenten Software² verändern sich die Arbeitsprozesse im Betrieb, sodass ein neuer Abstimmungsbedarf zwischen Führungskräften und Beschäftigten besteht. Viele Themen, die entweder bereits durch Betriebs- oder Dienstvereinbarungen abgedeckt waren oder bei denen bislang keine Regelung notwendig schien, können dadurch eine neue Qualität

erhalten. Zu beachten sind dabei unter anderem Aspekte wie: Integration von 4.0-Technologien³ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) in die Arbeitsprozesse, der Umgang mit personenbezogenen Daten und der Datensicherheit, der Qualifizierung sowie der sicheren und gesundheitsgerechten Gestaltung von CPS. In diesen Bereichen können betriebliche Vereinbarungen hilfreich sein, weil sich damit die Handlungs- und Rechts-

sicherheit für alle Beteiligten erhöhen lässt.⁴ Erachten die Akteure im Betrieb eine Betriebs-/Dienstvereinbarung als sinnvoll, kann es hilfreich sein, diese zu konkreten Handlungsfeldern abzuschließen (zum Beispiel Nutzung technischer Assistenzsysteme, Erreichbarkeit, mobiles Arbeiten, Crowdfunding, kollaboratives Arbeiten mit Robotern), zumal einige dieser Aspekte in Betrieben mit Interessenvertretungen mitbestimmungspflichtig sind.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff:

Betriebs-/Dienstvereinbarungen

Betriebs-/Dienstvereinbarungen bezeichnen ein Übereinkommen zwischen Arbeitgeber und Betriebs-/Personalrat.⁵ Gegenstand von Betriebs-/Dienstvereinbarungen sind üblicherweise zum Beispiel Pausen- und Arbeitszeiten, Rufbereitschaft, Umgang mit Software. Betriebsvereinbarungen im öffentlichen Dienst sind Dienstvereinbarungen.

Um eine Betriebs- oder Dienstver-

einbarung abzuschließen, ist das Vorhandensein eines Betriebsrates Voraussetzung. Betriebs-/Dienstvereinbarungen sind vertraglich wirksam, wenn sie schriftlich verfasst und vom Arbeitgeber und vom Betriebsrat unterzeichnet werden. Sie gelten zwingend und unmittelbar für alle Beschäftigten, die vom Betriebsrat vertreten werden, auch wenn sie im Arbeitsvertrag nicht erwähnt sind. Gerichtlich haben die in der Betriebs-/Dienstvereinbarung getroffenen Re-

gelungen für den Betrieb Gültigkeit.⁶

Auch in **kleinen Betrieben** oder Betrieben ohne Betriebs- oder Personalrat kann es sinnvoll sein, Verfahren zur Arbeitsgestaltung zu vereinbaren. Das kann in Kleinbetrieben im Rahmen von Teambesprechungen mit mündlichen Vereinbarungen beginnen. Es ist zu empfehlen, die Vereinbarung schriftlich festzuhalten und sich an den in dieser Umsetzungshilfe beschriebenen Inhalten zu orientieren.

Bei der Einführung und Nutzung von CPS geht es darum zu prüfen, ob es zum betreffenden Aspekt bereits bestehende Vereinbarungen gibt, ob neue Regelungen benötigt werden beziehungsweise welche neuen Be-

triebs- und Dienstvereinbarungen erforderlich oder sinnvoll sein können, um die Arbeit menschengerecht zu gestalten. Die Betriebsbereiche und Themenfelder, die hierzu betrachtet werden können, umfassen das ge-

samte Unternehmen. Bei der Arbeit in 4.0-Prozessen⁷ können so zum Beispiel die in Tabelle 1 genannten 4.0-Themen geprüft und integriert werden.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Software 4.0 steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ Biewer 2013, S. 18; Maschke & Werner 2015, S. 2ff.

⁵ Das BetrVG unterscheidet zwischen Gegenständen der freiwilligen Mitbestimmung (die Betriebsparteien „können“, müssen aber keine Übereinkunft treffen) und der erzwingbaren Mitbestimmung: Hier müssen sich die Betriebsparteien einigen (zum Beispiel bei der Verteilung der Arbeitszeit, Überstunden). Tun sie dies nicht, kann jede Seite die Einigungsstelle anrufen, die die Angelegenheit sodann verbindlich entscheidet.

⁶ https://www.hensche.de/Arbeitsrecht_aktuell_Datenschutz_Betriebsvereinbarung_Verstoss_Kuendigung_Unwirksamkeit_LAG_Berlin-Brandenburg_15Sa1463-09.html

⁷ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

4.0-Themen für Betriebs- und Dienstvereinbarungen – Beispiele		Tabelle 1
Thema	Beispielhafte 4.0-Themen, die geregelt werden können	
Arbeits- und Gesundheitsschutz ▶ Siehe Umsetzungshilfe 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Ergonomie und Softwareergonomie von technischen Assistenzsystemen ▶ Nutzung personenbezogener Daten zum sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit Arbeitsmitteln (zum Beispiel Werkzeuge, Monitore, technische Assistenzsysteme) ▶ Nutzung personenbezogener Daten bei der ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplatz (zum Beispiel Arbeitsstuhl, -tisch) und Arbeitsumgebung (zum Beispiel Raumklima, Beleuchtung) ▶ Schutzwürdige Belange besonderer Beschäftigtengruppen in 4.0-Prozessen ▶ Regelungen zur Erreichbarkeit ▶ Durchführung der Gefährdungsbeurteilung ▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0 	
Datenschutz ▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Erhebung und Nutzung personenbezogener Daten von CPS für Verhaltens- und Leistungskontrollen (beispielsweise durch intelligente Software [inkl. KI] von Werkzeugen) ▶ Kriterien für Beschaffung, Einrichtung und Programmierung der intelligenten Software (inkl. KI) ▶ Zugriffs-, Zutritts- und Zugangskontrolle, Eingabekontrolle, Aufbewahrungsdauer/Löschfristen ▶ Weitergabe von Personaldaten an Dritte ▶ Einsicht in gespeicherte Daten 	
Neue (autonome) technische Systeme ▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Kriterien für Auswahl und Beschaffung von intelligenter Software (inkl. KI) ▶ Siehe Umsetzungshilfe 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI) ▶ Regelungen zu digitalen Personaleinsatzsystemen ▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes, Regelungen zur webbasierten Kommunikation ▶ Regelungen zum Umgang mit CPS, die Arbeitsgestaltungsfragen betreffen 	
Arbeitsorganisation 4.0 ▶ Siehe Umsetzungshilfe 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Einsatz von digitalen Arbeitsorganisationssystemen in 4.0-Prozessen ▶ Auswirkungen neuer Beschäftigungsmodelle (zum Beispiel Crowdworker) ▶ Kollaboratives Arbeiten (wie Mensch – Maschine) ▶ Interventionsmöglichkeiten in softwaregesteuerten Prozessen ▶ Regelungen zur flexiblen Arbeitszeit und zum mobilen Arbeiten unter Verwendung digital vernetzter Arbeitsmittel ▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.4.3 Mobiles Arbeiten mit CPS 	
Leistungs- und Verhaltenskontrollen ▶ Siehe Umsetzungshilfen 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse und 2.6.3 Personalbeurteilung und CPS	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Kriterien für die Nutzung und Auswertung von CPS-Daten zur Leistungskontrolle (zum Beispiel Daten aus Nutzung von Arbeitsmitteln, Work-Tracking) ▶ Kriterien für die Fehleranalyse in Echtzeit und Vergleich von Leistungsmerkmalen ▶ Art der Beteiligung bei der Datenauswertung ▶ Umgang mit protokollierten Daten der CPS über Bearbeitungsvorgänge der Beschäftigten (zum Beispiel Datenbankzugriffe, Aufrufe von Internetseiten, Trackingdaten, Bearbeitungszeiten) 	
Datensicherheit ▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Sicherheit von Beschäftigtendaten in Cloud-Anwendungen (Schutz vor externen Zugriffen und Datenverlust) ▶ Daten aus Arbeitszeiterfassung ▶ Digitale Personaleinsatzplanung, elektronische Personalakten, Sicherung von Stammdaten 	
Kompetenzentwicklung ▶ Siehe Umsetzungshilfe 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Qualifizierung von Führungskräften und Beschäftigten sowie der Interessenvertretungen im Umgang mit CPS und intelligenter Software (inkl. KI) (zum Beispiel technisch, rechtlich, prozessbezogen, Methodenwissen) 	

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Vereinbarungen zu 4.0-Prozessen bieten Betrieben Chancen wie:

- Die Kriterien und die Rahmenbedingungen, wie mit intelligenter Software (inkl. KI) und 4.0-Technologien umgegangen wird, sind klar vereinbart und allen bekannt, sodass Missverständnisse vermieden werden und Klärungsbedarf im Einzelfall entfällt.
- Alle beteiligten Interessengruppen sind an der Regelung beteiligt und damit im Konsens eingebunden.
- Die Bindung der Beschäftigten an das Unternehmen kann steigen, da ihre Anliegen und Vorstellungen berücksichtigt und geregelt sind.
- Die Akzeptanz der 4.0-Prozesse im Betrieb wird erhöht durch Berücksichtigung der Interessen der Beteiligten und konstruktives Aufgreifen von Ängsten und Befürchtungen

der Belegschaft.

- Die 4.0-Prozesse können besser ablaufen, da die Fragen der Sicherheit und Gesundheit der Abläufe sowie die grundlegenden Fragen des Umgangs mit den personenbezogenen Daten geregelt sind.
- Für die rechtlichen Regelungen zur Mitbestimmung sind klare und belastbare Verfahren festgelegt.

Gefahren: Existieren keine Absprachen zwischen Arbeitgeber und Beschäftigten/Interessenvertretungen über den Umgang mit intelligenter Software (inkl. KI) und 4.0-Technologien im Betrieb, können negative Entwicklungen eintreten, wie zum Beispiel:

- Misstrauen der Beschäftigten, da der Arbeitgeber sie bei der Einführung neuer Technologien nicht einbezogen hat.

- Fehlende Akzeptanz der CPS durch die Beschäftigten, da diese die Auswirkungen der 4.0-Prozesse auf ihre Arbeit nicht kennen.
- Sorge der Beschäftigten über den Umgang mit ihren personenbezogenen Daten, da nicht klar ist, wie mit diesen Daten umgegangen wird.
- Störungen der 4.0-Prozesse, da Fragen der Sicherheit und Gesundheit der CPS unklar sind.
- Fehlende Klärungen unter Umständen in jedem Einzelfall.
- Missachtung rechtlicher Verpflichtungen zur Mitbestimmung. Mögliche Folge bei Betrieben mit Betriebsrat: Betriebsrat betreibt die gerichtliche Unterlassung der zukünftigen Verwendung der intelligenten Software (inkl. KI) und der CPS, solange keine (erzwingbare) Vereinbarung getroffen worden ist.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

- Bei der Einführung von 4.0-Prozessen sollten die Führungskräfte überlegen, welche Arbeitsverfahren, Maßnahmen der Arbeitsgestaltung sowie des sicheren und gesundheitsgerechten Umgangs mit der intelligenten Software (inkl. KI) mit den Beschäftigten vereinbart werden sollen (viele dieser Fragen sind in Betrieben mit Betriebs-/Personalrat mitbestimmungspflichtig).
- Prüfen, ob die neuen Aspekte in bestehende Betriebs-/Dienstvereinbarungen integriert werden können/sollen oder ob zu dem Thema 4.0 neue Betriebs-/Dienstvereinbarungen abgeschlossen oder andere Absprachen getroffen werden sollen.
- Falls Betriebs-/Dienstvereinbarungen ergänzt und/oder neu abgeschlossen werden sollen: Überprüfen, ob es Vorlagen gibt, die genutzt werden können. Mustervereinbarungen sind im Netz frei verfügbar. Dabei ist zu berücksichtigen, dass jeder Betrieb immer eine individuelle Lösung benötigt, da in jedem Unternehmen die be-

sonderen Umstände des Einzelfalles zu berücksichtigen sind.

- Folgende Fragen können unter anderem bei der Erstellung einer Betriebs-/Dienstvereinbarung zu 4.0-Prozessen eine Rolle spielen:⁸
 - › Welche Auswirkungen haben die 4.0-Prozesse auf die Arbeitsgestaltung?
 - › Kennen die Führungskräfte und die Mitglieder des Betriebs-/Personalrates die Kriterien für die Bewertung der CPS, um das Wesentliche der 4.0-Arbeitsprozesse sowie die Chancen und Gefahren wahrnehmen zu können?
 - › Wie wird sichergestellt, dass die betroffenen Führungskräfte und Beschäftigten wissen, nach welchen Kriterien die autonome und selbstlernende Software (inkl. KI) entscheidet und lernt sowie welche Daten die „Dinge“ erfassen?
 - › Ist ersichtlich, in welchen Bereichen die intelligente Software (inkl. KI) und in welchen die Beschäftigten die Handlungs-

trägerschaft in den Prozessen besitzen?

- › Ist ersichtlich, welche Interventionsmöglichkeiten die Führungskräfte und Beschäftigten in die Prozesse besitzen, die durch intelligente Software (inkl. KI) gesteuert sind?
- › Ist geregelt, wie das CPS dokumentiert und speichert, an welchen Stellen (Zeitpunkt und Zugriffsregelungen) in einem 4.0-Prozess die intelligente Software (inkl. KI) und an welchen der Mensch die Entscheidungen trifft und zuständig ist (Verantwortung besitzt)?
- › Ist geregelt, dass eine abrupte Übergabe der Kontrolle über 4.0-Prozesse an den Menschen (zum Beispiel in einem „Notstand“) ausgeschlossen ist?
- › Welchen Anforderungen soll die intelligente Software (inkl. KI) genügen? (Lasten-/Pflichtenheft)
- › Wie sieht der zeitliche Rahmen der Erprobung und Umsetzung von 4.0-Prozessen aus?

⁸ siehe beispielsweise Maschke 2016, S. 20; Kleinhempel, Satzer & Steinberger 2015, S. 8

- › Welche gesundheitlichen Gefährdungen sowie Probleme und Belastungen können entstehen? Hier können Anlässe, Zeitpunkte, Inhalte und Formen abgesteckt werden.
 - › Was muss für die Inhalte und Durchführung der Gefährdungsbeurteilungen der CPS berücksichtigt werden?
 - › Welche Qualifizierungen, Trainings und betrieblichen Unterweisungen sind für Führungskräfte und Beschäftigte erforderlich?
 - › Welche personenbezogenen Daten werden in den 4.0-Prozessen erfasst, wo werden sie gespeichert und wie werden sie verwendet (erhoben, verarbeitet oder genutzt)?
 - › Wie werden die personenbezogenen Daten geschützt?
 - › Wie kann eine angemessene Datenqualität gewährleistet werden?
 - › Wie lang sind Aufbewahrungsfristen der personenbezogenen Daten (automatischer Löschprozess)?
 - › Inwiefern erfordert die intelligente Software (inkl. KI) besondere Regelungen zur Datensicherheit?
 - › Wie kann die Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI) gestaltet, eingeführt und geprüft werden?
 - › Welche technischen Assistenzmittel werden für die 4.0-Prozesse im Betrieb eingesetzt und wie ist der Umgang mit ihnen zu regeln (zum Beispiel Smartphones, -watches, -glasses, Roboter, Wearables)?
 - › Werden nur 4.0-Dienstleister (zum Beispiel Clouds, Tools, Plattformen) beauftragt, die sichere, verlässliche und qualitätsgesicherte (möglichst zertifizierte) Leistungen garantieren, sodass gesundheitsgerechte und zuverlässige Arbeitsabläufe möglich sind (Notfallmanagement zum Beispiel bei Ausfall der Systeme)?
 - › Wie wird die Wirksamkeit der Umsetzung der vereinbarten Maßnahmen überprüft?
 - › In welchen Teilschritten des Vorhabens ist eine Beteiligung der Beschäftigten geplant?
 - › Was bedeutet dies für die Information, Beratungs- und Mitbestimmungsrechte?
 - › Was ist die Position des Betriebs-/Personalrates und ihrer Beteiligung im Vorhaben?
- In kleinen Betrieben, die keine Interessenvertretung haben, können diese Fragen direkt mit den Beschäftigten abgestimmt und gegebenenfalls vereinbart werden. Allein die Diskussion über diese Fragen führt dazu, dass die Beschäftigten sich intensiv in die geplanten Prozesse eingebunden und ernst genommen fühlen und dass sie ihre Erfahrungen über die Arbeitsprozesse direkt einbringen können, was in der Regel der Qualität der geplanten Prozesse zugutekommt. Aber auch in kleinen Betrieben kann es sinnvoll sein, die vereinbarten Verfahren schriftlich festzulegen.
 - In Betrieben mit Interessenvertretung sollten die Betriebs-/Dienstvereinbarung allen Führungskräften und Beschäftigten bekannt gemacht und in Teambesprechungen erläutert werden.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- BetrSichV – *Betriebssicherheitsverordnung*, 18.10.2017.
- Biewer, B. (2013). *Trendbericht: Dienstvereinbarungen über E-Government*. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung. https://www.boeckler.de/pdf/mbf_bvd_hintergrund_e-government.pdf. Zugegriffen: 11.05.2018.
- Böker, K.-H., & Demuth, U. (2013). *IKT-Rahmenvereinbarungen*. Frankfurt am Main: Bund Verlag. https://www.boeckler.de/pdf/mbf_bvd_ikt_rahmenvereinbarungen.pdf. Zugegriffen: 11.05.2018.
- Hans-Böckler-Stiftung (o. J.). *Praxiswissen Betriebsvereinbarungen*. https://www.boeckler.de/index_betriebsvereinbarung.htm. Zugegriffen: 11.05.2018.
- Fündling, C., & Sorber, D. (2017). *Arbeitswelt 4.0 – Benötigt das BetrVG ein Update in Sachen digitale Arbeitsweise des Betriebsrats?* Neue Zeitschrift für Arbeitsrecht, 09, S. 552–558.
- Greve, S. (2016). *Sonderauswertung zu Cloud Computing. Studie der Hans-Böckler-Stiftung*, Nr. 329. <https://www.boeckler.de/6299.htm?produkt=HBS-006383>. Zugegriffen: 11.05.2018.
- Kleinhempel, K., Satzer, A. & Steinberger, V. (2015). *Industrie 4.0 im Aufbruch? Ein beispielhafter Ausschnitt aus dem betrieblichen Stand*. Mitbestimmungsförderung Report, No. 5. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/126116/1/83502959X.pdf>. Zugegriffen: 11.05.2018.
- Maschke, M. (2016). *Betriebsvereinbarungen der Zukunft. Beispiele und Entwicklungsnotwendigkeiten*. https://www.boeckler.de/pdf/v_2016_10_18_ws9_maschke.pdf. Zugegriffen: 11.05.2018.
- Maschke, M., & Werner, N. (2015). *Arbeiten 4.0 – Diskurs und Praxis in Betriebsvereinbarungen*. Mitbestimmungsförderung Report, Nr. 14. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung. https://www.boeckler.de/pdf/p_mbf_report_2015_14.pdf. Zugegriffen: 11.05.2018.
- Mitbestimmungsportal der Hans-Böckler-Stiftung (2016). *Arbeiten 4.0 – Was ist damit gemeint?* <https://www.mitbestimmung.de/html/arbeiten-4-0-was-ist-damit-gemeint-3164.html>. Zugegriffen: 11.05.2018.
- O. A. (2016). *Betriebsvereinbarungen. Regeln für die Digitalisierung*. Böckler Impuls, 08. https://www.boeckler.de/Impuls_2016_08_4.pdf. Zugegriffen: 11.05.2018.
- Vogl, G., & Nies, G. (2013). *Mobile Arbeit*. Frankfurt am Main: Bund Verlag. https://www.boeckler.de/pdf/mbf_bvd_mobile_arbeit.pdf. Zugegriffen: 11.05.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.4.3 Mobiles Arbeiten mit CPS
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)

2.3.5 Umgang mit Messengern und sozialen Medien



■ **Stichwörter:** Messenger, Kommunikation, Smartphone, soziale Medien

› Warum ist das Thema wichtig?

In der Arbeit in cyber-physischen Systemen¹ mit intelligenter Software² können sich Teile der Kommunikation innerhalb des Unternehmens, aber auch mit Kunden, Lieferanten und der Öffentlichkeit auf digitale Kommunika-

tionsplattformen wie Messenger oder soziale Medien verlagern. Diese Kommunikation im Arbeitsprozess kann über digitale Assistenzsysteme jederzeit zeit- und ortsunabhängig geführt und verfolgt werden. Die Nutzung der

Messenger kann die Kommunikation erleichtern, kann aber auch mit neuen Formen der Abhängigkeiten und anderen Gefahren verbunden sein. Insofern ist ein reflexiver Umgang im betrieblichen Einsatz dieser Dienste sinnvoll.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Messenger

Unter Messengern werden Internetdienste verstanden, mit denen Kommunikation zwischen zwei Empfängern oder innerhalb definierter Gruppen beinahe in Echtzeit möglich ist. Sie funktionieren als installierte Applikation (App) auf technischen Assistenzsystemen wie Smartphones und -watches, Tablets, PCs und

anderen Endgeräten, sind häufig aber auch ohne Installation online nutzbar. Sie ermöglichen Personen den Versand und Empfang von Text- und Sprachnachrichten, Bildern und Videos und anderen Dateien. Weitere Funktionen sind Bezahlmöglichkeiten oder die Übermittlung von Standortdaten. Vereinzelt setzen auch Chat-Bots ein. Die Nutzung setzt

in der Regel eine Registrierung voraus. Viele Messengerdienste können auch auf weitere Funktionen und Daten des technischen Assistenzsystems des Nutzers zugreifen.

In der Regel fallen bei der Nutzung von Messengerdiensten keine weiteren Kosten an, weil die Anbieter ihr Geschäft mit den Daten der Nutzer realisieren.

Nutzung von Messengerdiensten im Betrieb

Der Grund für die Betriebe, Messengerdienste zu nutzen, liegt in den Vorteilen dieser Technologie. So können nahezu beliebig viele Personen zeit- und raumunabhängig bilateral oder in einer Gruppe kommunizieren, Absprachen treffen und gemeinsam an Arbeitsaufgaben arbeiten.³ Denkbar ist auch die Einbindung der Messenger in smarte Personaleinsatzplanung › siehe *Umsetzungshilfe 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes*. Das durch Messengerdienste veränderte Kommunikationsverhalten kann auch Einfluss auf betriebliche

Abläufe haben, etwa durch schnellere Reaktionsmöglichkeiten aufgrund transparenterer Arbeitsabläufe durch orts- und zeitunabhängige Information und Visualisierung.

Messenger können auch für das Marketing des Unternehmens, seiner Produkte und Leistungen genutzt werden; sie ermöglichen eine kurze Status- oder Selbstbeschreibung sowie die Platzierung von Logos und Werbetafeln. Über Messengerdienste kann der Status der Übertragung und Kenntnisnahme der Nachricht nachvollzogen werden. Unabhängig von ethischen Überlegungen ermöglichen Messengerdienste den Einsatz von

Chat-Bots zum Beispiel zur Kundenakquisition auf Basis von Kundenprofilen.

Viele Betriebe nutzen diese Messengerdienste zum Beispiel in der Kundenkommunikation und beim mobilen Arbeiten. Mittlerweile sind aber auch viele Betriebe gegenüber den meisten frei angebotenen Messengerdiensten zurückhaltender.⁴ Auf diesen Messengerplattformen werden private und berufliche Kommunikation verknüpft, interne betriebliche Daten über Geschäftsprozesse durch Dritte genutzt und es kommt zu Problemen im Umgang mit personenbezogenen Daten von Beschäftigten, Kunden und Lieferanten.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Limits liegen je nach Messenger zwischen 30 und 256 Personen.

⁴ vgl. u. a. Astheimer et al. 2018; www.datenschutzbeauftragter-info.de; www.zeit.de

Ein Dilemma der Messengerkommunikation

Bei der Entscheidung zwischen verschiedenen Anbietern ist zwischen der firmeninternen (Kommunikation mit Kollegen oder Vorgesetzten) und der firmenexternen Verwendung (Kommunikation mit Kunden oder Geschäftspartnern) zu unterscheiden. Während die Anwendung für den internen Gebrauch frei gewählt werden kann, ist die externe Nutzung an das Nutzungsverhalten der Kunden oder Geschäftspartner gebunden, da diesen nur schwer eine bestimmte Anwendung empfohlen werden kann. Das hat zur Folge, dass Unternehmen in der Kundenkommunikation unter Umständen freie Messengerdienste nutzen müssen, die nicht dem Sicherheitsstandard des Unternehmens entsprechen. Das Dilemma ist in der unternehmensexternen Kommunikation schwer aufzulösen, da Firmen, die diese Plattformen nicht nutzen, möglicherweise einen Wettbewerbsnachteil haben.

Kriterien für die Qualität von Messengerdiensten

Wer die Vorteile von Messengerdiensten nutzen will, sollte auf die Qualität des Dienstleisters achten. Im Folgenden werden einige Kriterien für die Qualität der Dienstleister beschrieben⁵.

- **Verschlüsselung der Nachrichten:** Ein wesentliches Qualitätskriterium ist die Verschlüsselung von Nachrichten, die über Messenger ausgetauscht werden. Sie bewirkt, dass diese Nachrichten nicht von Dritten, etwa dem Anbieter oder Personen im selben WLAN, eingesehen und genutzt werden können. Der Messengerdienst sollte folgende Verschlüsselungsarten auf allen Betriebssystemen und für alle übertragenen Daten (inklusive Bilder, Videos, Sprachnachrichten oder anderer Dateien) unterstützen:
 - › **Transportverschlüsselung** stellt sicher, dass Nachrichten und Metadaten (zum Beispiel Ab-

sender, Empfänger, Zeitstempel, Protokolle) auf dem Weg zwischen Geräten der Kommunikationspartner und dem Server des Diensteanbieters verschlüsselt sind. Auf dem Server des Messengerdienstes liegt die Nachricht unverschlüsselt vor.

- › **Ende-zu-Ende-Verschlüsselung** stellt sicher, dass Nachrichten nur auf den Geräten der Kommunikationspartner im Klartext vorliegen. Auf dem Weg zwischen den technischen Assistenzsystemen ist die Nachricht durchgehend verschlüsselt. Anders als bei der Transportverschlüsselung kann der Messengerdienst die Nachricht nicht lesen (Schutz der Vertraulichkeit, der Authentizität und Integrität).
- › **Verschlüsselt Speicherung** stellt sicher, dass auf dem technischen Assistenzsystem private Schlüssel, Chatverläufe und andere sensible Daten verschlüsselt auf dem Gerät des Benutzers abgelegt sind.
- **Verschlüsselung der Daten auf dem technischen Assistenzsystem:** Es besteht die Möglichkeit der Verschlüsselung weiterer Daten (zum Beispiel komplette Kontaktliste, E-Mails, Standort) auf dem Assistenzsystem, von dem die Nachricht gesendet wird. Der Messengerdienst macht transparent, auf welche dieser Daten des technischen Assistenzsystems er zugreifen könnte. Eine Verschlüsselung ist zum Beispiel dadurch möglich, dass die Zugriffe verweigert werden können.
- **Transparenz der Verschlüsselungen:** Die Verschlüsselungen müssen transparent und dem Nutzer ersichtlich sein. Sie sollten nicht erst manuell aktiviert werden müssen. Dadurch soll verhindert werden, dass sensible Betriebsdaten und Daten von Kunden und Beschäftigten unbemerkt Dritten zugänglich werden.

- **Datenschutz:** Der Messengerdienst garantiert in den AGB und in der technischen Realisierung den Schutz von personenbezogenen Daten. Dazu gehört insbesondere, was mit den Daten geschieht, wer auf sie Zugriff hat, wo sie gespeichert werden, wie sie weiter verwendet werden. Es ist auch angegeben, ob der Messengerdienst mit weiteren sozialen Netzwerken verknüpft ist › *siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen*.

- **Datensicherheit:** Der Messengerdienst garantiert den sicheren Umgang mit den Daten. So wird zum Beispiel die Verbreitung von Schadprogrammen verhindert (wie zum Beispiel Viren, Trojaner) und die Zugangskennwörter sind gesichert › *siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen*.

- **Kenntlichmachung von Bot-Nachrichten:** Der Messengerdienst erlaubt die Kommunikation von Social Bots/Chat-Bots nur dann, wenn diese als solche gekennzeichnet sind. Unter dieser Voraussetzung ermöglicht es der Messengerdienst Unternehmen, Chat-Bots für automatisierte Fragen in der Kundenkommunikation einzusetzen.

- **Gebrauchstauglichkeit:** Der Messengerdienst ist intuitiv bedienbar, benutzt einfache Erklärungen und Begriffe und ist softwareergonomisch gut gestaltet › *siehe Umsetzungshilfe 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)*.

- **Vertrauenswürdigkeit des Anbieters:** Der Messengerdienst sollte die Qualität seiner Dienstleistungen nachweisen – zum Beispiel durch Zertifizierungen und Siegel (wie Qualitätsmanagement nach DIN ISO 9001, IT-Sicherheit-Zertifizierung nach DIN ISO 27001), Verweise auf Empfehlungslisten zum Beispiel der Verbraucherschutzverbände.⁶ Außerdem sollte der Dienstleister nachweisen wie er das Urheberrecht der Daten garantiert (der eigenen und der Daten

⁵ in Anlehnung an die Empfehlungen des BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik

⁶ siehe diverse Angebote im Internet

von Dritten).

- **Gerichtsstandort:** Im Falle von Auseinandersetzungen gilt das Rechtssystem des Landes, in dem der Messengerdienst eingetragen ist.

Es sollte überprüft werden, ob gegebenenfalls Open-Source-Anwendungen bei der Nutzung von Messengerdiensten Vorteile bieten.

Einführung von Messengerdiensten

Bei der Nutzung von Messengerdiensten im Betrieb sollte zunächst einmal festgelegt werden, welchen Nutzen diese Dienste für die betriebliche Kommunikation und die Kunden-Kommunikation bieten. Dabei ist das oben beschriebene Dilemma zu beachten und aufzulösen. Dann ist ein Verfahren festzulegen, wie die Messengerdienste in die betrieblichen Abläufe integriert werden – vergleiche unten Maßnahmen ▶ *siehe Umsetzungshilfe 2.1.2 Integration von*

intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation. Dabei ist auch die Bedienfreundlichkeit der verwendeten technischen Assistenzsysteme zu beachten, die zu den Arbeitskontexten passen müssen (etwa Blendfreiheit, ausreichend großes Display, Stoß- und Bruchsisicherheit, Bereitstellung von Touchstiften zur Bedienung mit Handschuhen) ▶ *siehe Umsetzungshilfe 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI).*

Es ist ein Verfahren zum Umgang mit den Messengerdiensten im Betrieb festzulegen sowie mit den Führungskräften und Beschäftigten zu vereinbaren. Dabei sind auch die Aspekte von Datensicherheit und Datenschutz zu beachten. Es ist zu prüfen, ob die Führungskräfte und Beschäftigten technische Assistenzsysteme sowohl privat als auch betrieblich nutzen. Sollte das der Fall sein, sind spezielle Verhaltensregeln zu vereinbaren und technische Schutzmaß-

nahmen vorzunehmen ▶ *siehe Umsetzungshilfe 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses.*

Bei der Einführung von Messengerdiensten im Betrieb sind spezielle Hinweise für Führungskräfte und Beschäftigte zu beachten. Allen Führungskräften und Beschäftigten sollten das Ziel, die Funktion und der Nutzen der Messengerdienste erklärt werden. Zu beachten sind die Unterschiede in den Affinitäten der Führungskräfte und Beschäftigten zum Umgang mit dem Smartphone oder den anderen technischen Assistenzsystemen. So kann die Nutzung von Messengern weniger digital-affine Führungskräfte und Beschäftigte stärker beanspruchen. Der Betrieb sollte diese Führungskräfte und Beschäftigten unterstützen und sie im Umgang mit den Messengerdiensten und den technischen Assistenzsystemen trainieren sowie ihnen gegebenenfalls einen Mentor zur Seite stellen.

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Kommunikation über Messengerdienste bietet unter anderem folgende

Chancen:

- Raum- und ortsunabhängige innerbetriebliche Kommunikation beispielsweise bei mobilen Arbeitsplätzen, Crowdfunding, virtuellen Teams
- Neue Form der Einbindung von Kunden zum Beispiel in die Produktentwicklung, Kundenfeedback, Erkennen von Kundenbedarfen
- Ansprechen neuer Kundengruppen
- Marketing des Unternehmens, seiner Produkte und Leistungen – Status- oder Selbstbeschreibung, Platzierung von Logos und Werbebotschaften
- Beantwortung von Routineanfragen über Chat-Bots
- Wichtige Hilfsmittel beim Führen auf Distanz
- Erhöhung der Kommunikationsgeschwindigkeit
- Direkter Zugriff auf und schnelles

Wiederfinden der benötigten Dateien raum- und zeitunabhängig

- Einbindung der Messenger in smarte Personaleinsatzplanung
- Schnellere Reaktionsmöglichkeiten durch transparentere Arbeitsabläufe, Information, Visualisierung

Kommunikation über Messengerdienste bietet unter anderem folgende

Gefahren:

- Sensible betriebliche Daten sowie personenbezogene Daten von Beschäftigten, Kunden und Zulieferern können bei fehlender Verschlüsselung missbraucht werden
- Zugriff von Messengerdiensten auf technische Assistenzsysteme des Betriebes und damit auf interne Betriebsdaten sowie auf personenbezogene Daten von Führungskräften und Beschäftigten
- Durch fehlende Transparenz der Verschlüsselung von Messenger-

diensten wird Datenmissbrauch nicht erkannt.

- Fehlende Datensicherheit beim Messengerdienst mit beispielsweise Datenverlusten, unberechtigtem Zugriff auf interne Nachrichten, Angriffen durch Dritte
- Ausländischer Gerichtsstandort, der nicht europäischem Recht unterliegt, mit aufwendiger, langwieriger und komplizierter Konfliktregelung
- Problematische Verbindung zwischen betrieblicher und privater Nutzung von technischen Assistenzsystemen
- Permanente Erreichbarkeit, Arbeitsintensivierung
- Polarisierung zwischen technikaffinen und nicht-technikaffinen Personen im Betrieb
- Reduzierung von wichtiger personenbezogener Kommunikation
- Missverständnisse aufgrund von technischer Kommunikation

⁷ Brands & Roellgen 2016

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen und einzuleiten?

Maßnahmen zur Anschaffung eines Messengerdienstes

Bei der Anschaffung eines Messengers für betriebliche Zwecke sollten unter anderem folgende Aspekte beachtet werden:⁷

- Die Führungskräfte sollten festlegen, welchen Nutzen und welche Funktion der Messengerdienst für die Kommunikation im Unternehmen und die Kundenkommunikation haben kann und soll. Das oben beschriebene Dilemma der Messengerkommunikation berücksichtigen – gegebenenfalls für die interne Kommunikation eine unternehmenseigene Messengerplattform nutzen und für die Kundenkommunikation einen öffentlichen Messengerdienst. Ein entsprechendes Kommunikationskonzept festlegen.
- Die Führungskräfte sollten wissen, welche Experten zur Bewertung des Nutzens und der Funktion von Messengerdiensten hinzugezogen werden sollen, zum Beispiel IT-Experte, Datenschutzbeauftragter, Fachkraft für Arbeitssicherheit, Digital-Mentor › siehe *Umsetzungshilfe 2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“)*.
- Festlegen, nach welchen Qualitätskriterien die Messengerdienste erfüllen sollen (siehe Kriterien oben).
- Das Kommunikationskonzept für die Messengerdienste mit anderen Führungskräften und den Beschäftigten besprechen.
- Die Führungskräfte sollten festlegen, welche technischen Funktionen und Dienstleistungen der Messengerdienst für das geplante Kommunikationskonzept erfüllen soll, und sich informieren, welche Lösungen verfügbar sind und welche Funktionen diese bieten. Dabei auch prüfen, für welche Geräte die Messenger geeignet sind

(mobil, Desktop, Web). Dies ist mit den im Betriebskontext genutzten Geräten abzugleichen.

- Messengerdienst auswählen und überprüfen, ob er die Qualitätskriterien erfüllt sowie sicher und qualitätsorientiert arbeitet. Nicht jeder Messenger ist für jedes Betriebssystem (Android, iOS, Windows, Blackberry) geeignet. Es existieren aber Multi-Messenger, die auf mehreren Betriebssystemen verwendet werden können.
- Die Führungskräfte sollten überprüfen, ob sie selbst und alle Beschäftigten die technischen Assistenzmittel besitzen, die zum Umgang mit den Messengerdiensten erforderlich sind und diese gegebenenfalls anschaffen › siehe *Umsetzungshilfe 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses*.
- Bei der Integration der Messengerdienste in die betrieblichen Softwareumgebungen die Datensicherheit sicherstellen › siehe *Umsetzungshilfen 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen; 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit*.

Maßnahmen zur Einführung und zum Umgang mit Messengerdiensten

- Die Führungskräfte legen ein Verfahren zum Umgang mit den Messengerdiensten im Betrieb fest, um folgende Aspekte zu klären:⁸
 - › Ziele für die Nutzung der Messengerdienste wie Wissensvernetzung, kooperatives Arbeiten Außendarstellung
 - › Soziales Kommunikationsverhalten (Netiquette)
 - › Verantwortlichkeiten der Führungskräfte und Beschäftigten
 - › Zuständigkeiten für offizielle Unternehmensdarstellung
 - › Zulässige/unzulässige Auswertung durch den Betrieb
 - › Selbstverantwortung der Führungskräfte und Beschäftigten

und Haftung des Unternehmens für Mitarbeiteraktivitäten

- › Maßnahmen des Gesundheitsschutzes (wie zum Beispiel Hilfestellung bei Überlastungsproblemen)
- › Maßnahmen bei Verdacht auf Missbrauch
- › Dienstliche und private Nutzung von Messengerdiensten
- › Verhalten bei Konflikten und Schäden, Nichteinhaltung von Formvorschriften zum Beispiel für Geschäftsbriefe
- Die Führungskräfte sollten sicherstellen, dass im Umgang mit dem Messengerdiensten der Umgang mit personenbezogenen Daten vereinbart wird. Dies ist sowohl mit dem Messengerdienst als auch mit den beteiligten Führungskräften und Beschäftigten zu vereinbaren › siehe *Umsetzungshilfen 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen; 2.3.4 Betriebs- und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen*.
- Alle Führungskräfte und Beschäftigten sollten über das Ziel, die Funktion und den Nutzen der Messengerdienste informiert sowie im sicheren und gesundheitsgerechten Umgang unterwiesen werden. Dabei sollten die unterschiedlichen Affinitäten von Führungskräften und Beschäftigten zum Umgang mit den anderen technischen Assistenzsystemen und den Messengerdiensten berücksichtigt werden – gegebenenfalls einen Mentor einsetzen, zum Beispiel den Digital-Mentor › siehe *Umsetzungshilfe 2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“)*.
- Gegebenenfalls sind Führungskräfte und Beschäftigte im Umgang mit technischen Assistenzsystemen und den Messengerdiensten zu qualifizieren beziehungsweise zu trainieren.

⁸ Greve Wedde 2014, S. 132ff.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Astheimer, S., Freytag, B., Jansen, J., Müssgens, C., Mussler, H., & Preuss, S. (2018). *Whatsapp ist Arbeitgebern zu heiß*. FAZ. <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/diginomics/vom-diensthandy-entfernt-whatsapp-ist-deutschen-arbeitgebern-zu-heiss-15624643.html>. Zugegriffen: 20.01.2019.
- Brands, G., & Roellgen, C. B. (2016). *Sichere Kommunikation*. https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj5jx3_zFAhVCK-VAKHbtmB1EQFjAAegQICBAC&url=http%3A%2F%2Fgilbertbrands.de%2Fblog%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F04%2FSichere-Kommunikation-Gilbert-Brands.pdf&usq=AOvVaw3LFnkcR7pzjtwRpA-5Jj7EG. Zugegriffen: 20.01.2019.
- BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2019). *Messengerdienste beliebt aber nicht unbedenklich*. www.bsi-fuer-buerger.de. Zugegriffen: 20.01.2019.
- Greve, S., & Wedde, P. (2014). *Social-media-guidelines – Betriebs- und Dienstvereinbarungen*. Frankfurt am Main: Bund Verlag.
- Kruse-Brandao, T., & Wolfram, G. (2018). *Digital Connection. Die bessere Customer Journey mit smarten Technologien – Strategie und Praxisbeispiele*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Schwarz, K. (2018). *Hacker erklären, welche Messenger-App am sichersten ist*. <https://motherboard.vice.com/de/article/7xea4z/hacker-erklaren-welche-messenger-app-am-sichersten-ist>. Zugegriffen: 21.01.2019.
- Statista 2018 (Hrsg.). *Instant Messenger Statista Dossier, study ID 21661*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/873176/umfrage/nutzung-von-facebook-messenger-bots-durch-marketingverantwortliche-weltweit/>. Zugegriffen: 13.02.2019.
- Weitz, L. (2015). *WhatsApp & Co. Datenschutz bei Smartphone-Messengern*. <https://www.uni-muenster.de/Jura.itm/hoeren/itm/wp-content/uploads/Vortrag-Datenschutz-bei-Smartphone-Messengern.pdf>. Zugegriffen: 20.01.2019.
- Zeit-online (2017). *Verbraucherschützer verklagen WhatsApp*. www.zeit.de/digital/datenschutz/2017-01/verbraucherzentrale-klage-whatsapp-datenweitergabe-facebook. Zugegriffen: 20.01.2019.
- Datenschutzbeauftragter.info (2015). *WhatsApp und Datenschutz – Antworten auf die wichtigsten Fragen*. www.datenschutzbeauftragter-info.de/whatsapp-und-datenschutz-antworten-auf-die-wichtigsten-fragen/. Zugegriffen: 20.01.2019.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“)
- 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes
- 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)

2.4.1 Prozessplanung mit cyber-physischen Systemen (CPS)

■ **Stichwörter:** ERP, Gefährdungen, MES, Prozessplanung, Ressourcen, Teilprozesse, Wertschöpfungsprozess

› Warum ist das Thema wichtig?

In cyber-physischen Systemen (CPS)¹ ist es möglich, dass die intelligente Software² mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) Prozesse in allen Anwendungsbereichen³ beinahe in Echtzeit ganz oder teilweise plant, steuert und kontrolliert. Diese cyber-physische Prozessplanung (Smart Planning Process – SPP) ermöglicht

durch die wirkungsvollere Nutzung aller zur Verfügung stehenden Informationen eine schnellere Reaktion auf die aktuellen Gegebenheiten und Anforderungen im Arbeitsprozess. Dabei werden alle Daten der beteiligten Arbeitsmittel, Verfahren, Materialien und Beschäftigten sowie Daten von Kunden mitberücksichtigt, die zur Ver-

besserung der Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit beitragen können. Damit die Prozesse produktiv ablaufen, ist eine präventive Gestaltung erforderlich, die zum Beispiel eine gesundheitsgerechte Organisation, die Sicherstellung des Datenschutzes und die Reflexion über die Rolle der Beschäftigten beinhaltet.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Cyber-physische Prozessplanung (SPP) – MES – ERP

Die **cyber-physische Prozessplanung** (SPP – Smart Planning Process/Cycle)⁴ ist ein System zur effizienten Steuerung der Produktion beziehungsweise der Dienstleistungserbringung. Sie verbindet autonome, digitale Komponenten mit klassischer Prozessplanung und ermöglicht es, auf Basis von Echtzeitdaten, Arbeits- und Wertschöpfungsprozesse ganz oder teilweise zu planen und zu steuern. Es entstehen flexible, vernetzbare, skalierbare Module für Produktions- oder Dienst-

leistungsprozesse. Die Basis ist in der Regel eine intelligente Software (inkl. KI), die sich im Rahmen von CPS an Systemen, wie Manufacturing Execution System (MES) oder vergleichbaren Systemen orientiert.

MES – Manufacturing Execution System ist ein Fertigungsmanagementsystem, das in der Produktion angewendet wird und das die Produktion führt, lenkt, steuert und kontrolliert, um kurzfristig auf konkrete Informationen zu reagieren. Dadurch ist es möglich, eine größere Variantenvielfalt anzubieten und die Effizienz in der Produktion zu erhöhen. Es kann

ERP-Systeme ergänzen.

Ein **ERP – Enterprise-Resource-Planning**⁵ ist ein betriebswirtschaftliches IT-System, das im optimalen Fall Bestandteil des SPP ist.⁶ Es vernetzt Module beispielsweise der Bereiche Beschaffung, Produktion, Vertrieb, Anlagenwirtschaft, Personal-, Finanz- und Rechnungswesen miteinander und wird eingesetzt, um Teilprozesse der strategischen Planung, Produktion/Dienstleistung und Distribution bis hin zur Auftragsabwicklung und zum Bestandsmanagement zu steuern und zu beobachten.⁷

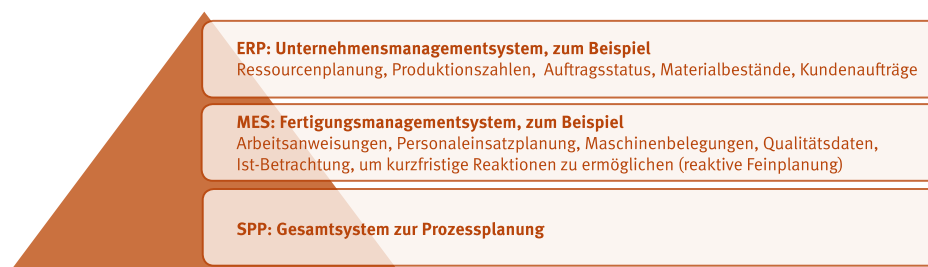


Abbildung 1: Mögliche Elemente cyber-physischer Prozessplanung (eigene Darstellung)

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁴ Bauernhansl 2014, S. 19f.

⁵ ZVEI 2010, S. 6

⁶ Vogel-Heuser 2014, S. 39

⁷ ZVEI 2010, S.20

Eine cyber-physische Prozessplanung mit 4.0-Technologien⁸ zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass sie direkt an die Betriebsprozesse angebunden ist und die ganze oder teilweise Steuerung und Kontrolle der Fertigung beziehungsweise der Dienstleistung beinahe in Echtzeit (Realzeit) ermöglicht.

Der Fokus liegt dabei auf einer durchgängigen Prozessunterstützung und dem zwischen- und überbetrieblichen Austausch von Daten und Informationen. Möglich ist es, Daten beliebiger Plattformen (Big Data) einzusetzen, um beispielsweise Muster erkennen zu können, einzelne Prozesse zu individualisieren und flexibel zu priorisieren.⁹ Durch die SPP werden auch Daten erfasst, die eine direkte Auswirkung auf den Ablauf der Fertigung beziehungsweise den Dienstleistungsprozess haben. Dazu gehören in Produktionsprozessen beispielsweise Betriebsdaten, Materialflussdaten, Maschinendaten, Zeitwirtschaft oder Kundendaten.

Beispielsweise kann Tracking in die Prozessplanung integriert werden, um den „Weg“ von Arbeitsmitteln, Waren und Personen zu verfolgen.¹⁰ Es werden betriebsinterne Daten der Arbeitsaufgabe, beteiligten Personen, der Arbeitsmittel, der Arbeitsstoffe, der Arbeitsverfahren und der Arbeitsumgebung beinahe in Echtzeit berücksichtigt. Es können auch betriebsexterne, zum Beispiel kundennindividualisierte Fertigungs- beziehungsweise Dienstleistungsschritte, integriert werden.

Die Funktionen der cyber-physischen Prozessplanung decken die drei Phasen einer Produktion beziehungsweise einer Dienstleistung ab:¹¹

- Planung (prognostischer Aspekt)
- Durchführung (aktueller Aspekt)
- Analyse und Bewertung inklusive Verbesserung (historischer Aspekt)

Die SPP beantwortet im Wesentlichen Fragen zu:¹²

- Ressourcenmanagement (Was,

wo, wann und wer kann ...?)

- Spezifikationsmanagement (Wie soll ...?)
- Feinplanung, Ausführungsmanagement (Was wird wo und von wem ...?)
- Datenerfassung, Analyse (Welche Daten wann, wo und von wem ...?)
- Verfolgung, Verbesserung (Wie wurde ...?)

Die Module der cyber-physischen Prozessplanung können sich auf einen Einzelprozess¹³ (zum Beispiel Arbeitsplatz, Betrieb, segmentierter Wertschöpfungsprozess) oder auf einzelne Teilprozesse beziehen, als Insellösungen ausgeführt sein oder den kompletten Produktions- und Dienstleistungsprozess umfassen.

Es sind mehrere Modelle einer cyber-physischen Prozessplanung möglich. So können beispielsweise die Daten von einzelnen Modulen von einer eher zentralen intelligenten Steuerungssoftware (inkl. KI) zusammengefasst werden oder die

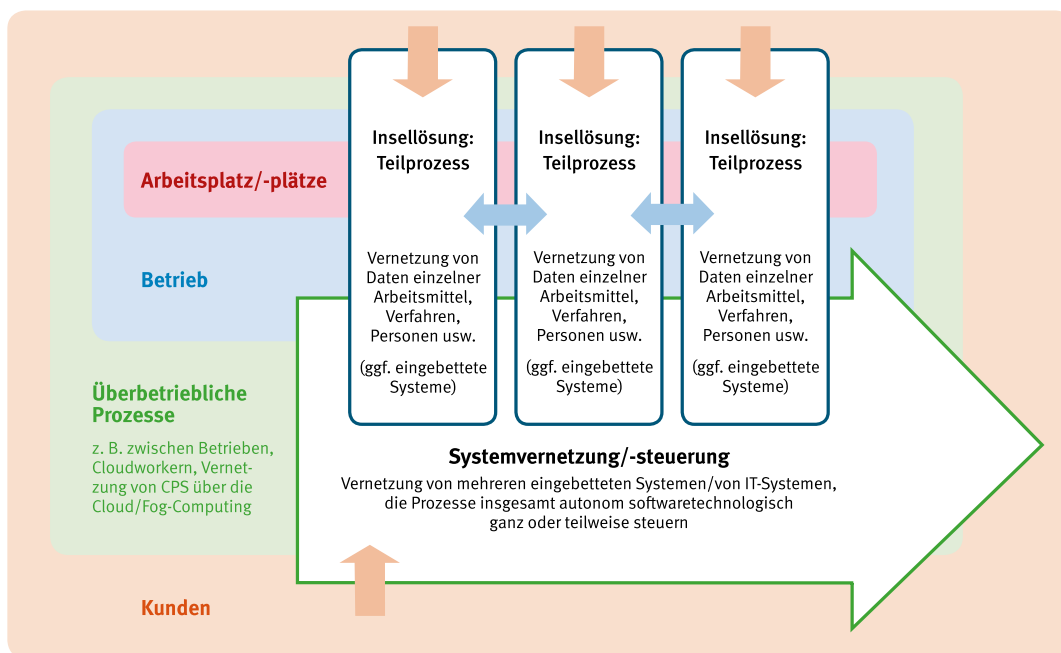


Abbildung 2: Elemente und Wirkungsebenen einer cyber-physischen Prozessplanung (eigene Darstellung)

⁸ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen etc., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁹ Bauernhansl 2014, S. 20

¹⁰ Bauernhansl 2014, S. 19f.

¹¹ in Anlehnung an ein MES laut VDI-Richtlinie 5600

¹² ZVEI 2010, S.11

¹³ Bauernhansl 2014, S. 19f.

einzelnen Module kommunizieren untereinander ohne zentrale Steuerungssoftware. Es gibt verschiedene

Kombinationsmöglichkeiten, die beispielhaft in *Abbildung 2* dargestellt sind. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.6*

Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Eine cyber-physische Prozessplanung (Smart Planning Process – SPP) bietet die **Chancen**, alle Prozesse einer Arbeitsaufgabe so zu gestalten, dass unter anderem

- vorhandene Kapazitäten besser ausgeschöpft und Ressourcen wirkungsvoller und flexibler genutzt werden,
- Abläufe standardisiert werden, um die Qualität des Prozesses zu sichern, was die Führungskräfte und Beschäftigten entlasten kann,
- eine permanente Anpassung und Optimierung der Prozesse an die tatsächlichen Gegebenheiten stattfindet,
- eine direkte Anpassung der Prozesse an die Kundenwünsche, -bedarfe und -profile stattfindet,
- personalisiert hergestellte Produkte und stark individualisierte Dienstleistungen termingerecht umgesetzt werden,
- die Prozesse beinahe in Echtzeit verbessert und Fehler vermieden oder schneller behoben werden,
- sämtliche Prozessschritte lückenlos dokumentiert werden,
- die Beschäftigten die Möglichkeit über eine SPP haben, ihre Erfah-

rungen und Verbesserungsideen direkt einzubringen und umsetzen zu können (Beteiligung beinahe in Echtzeit),

- eine Gefährdungsbeurteilung und eine Risikobewertung der Prozesse bei der Arbeitsplanung berücksichtigt und die Maßnahmen beinahe in Echtzeit auf Wirksamkeit überprüft werden sowie entsprechende Maßnahmen umgehend eingeleitet werden können,
- die Aspekte der Gesundheit und Sicherheit beider Arbeit in der Prozessplanung integriert sind, zum Beispiel Ergonomie und Handlungsspielräume oder
- die Beschäftigten über Prozessschritte oder Maßnahmen des Arbeitsschutzes informiert (unterwiesen) werden und im Arbeitsprozess lernen können.

Die **Gefahren** von SPP bestehen unter anderem darin, dass

- eine Fülle von irrelevanten Daten erhoben und ausgewertet werden und dadurch die Konzentration auf die Kernprozesse erschwert wird,
- relevante Aspekte der Sicherheit und Gesundheit im Arbeitsprozess

vernachlässigt werden, weil diese Aspekte nicht in der Entwicklung beziehungsweise Anschaffung der intelligenten Software (inkl. KI) der cyber-physischen Prozessplanung berücksichtigt worden sind,

- personenbezogene Daten von Beschäftigten und Personen erhoben und verarbeitet werden, ohne dass dies mit den Betroffenen vereinbart wurde. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen,*
- beteiligte Beschäftigte keine Informationen über die Wirkmechanismen und die Entscheidungskriterien der cyber-physischen Prozessplanung besitzen und somit Unsicherheit und Misstrauen im Umgang mit der intelligenten Software (inkl. KI) entstehen,
- standardisierte Abläufe belastend wirken, da beispielsweise sinnvolle Handlungsspielräume eingeschränkt werden, das Einbringen neuer Ideen verhindert wird oder Aufgaben und Tätigkeiten monoton werden oder
- das Erfahrungswissen der Beschäftigten nicht mehr in den Planungsprozess einfließt.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Die cyber-physische Prozessplanung (Teilprozesse oder Gesamtprozess) führt trotz aller Flexibilität zu standardisierten Arbeitsabläufen mit allen Vor- und Nachteilen. Um eine möglichst den Anforderungen entsprechende und flexible cyber-physische Prozessplanung zu gestalten, sollten unter anderem folgende Gestaltungsgrundsätze beachtet werden:¹⁴

- Leistungs- und Produktionsfluss nach Arbeitsablauf und wertschöpfungsorientierte Anordnung
- Transparenz im Leistungs- und Produktionsfluss für alle Beteiligten, um ausreichende Informationen

zur Realisierung der Arbeitsaufgabe zu haben

- An den Bedarf der Produktion/Leistung und der Beschäftigten angepasster Personaleinsatz
- Sichere und gesundheitsgerechte Arbeitsabläufe, um Gefährdungen zu vermeiden (Integration der Gefährdungsbeurteilung in SPP)
- Durchgängige Information an alle Beteiligten über Arbeitsfluss und Arbeitseinsatz
- Realisierung von Verbesserungsvorschlägen beinahe in Echtzeit (nach einem zuvor festgelegten Verfahren)
- Festlegung von Kriterien zur Inte-

gration von Kundenwünschen im Leistungs-/Produktionsprozess

Da (im reifen 4.0-Stadium) fast alle Produkte und Leistungen, Arbeitsmittel, Materialien, Arbeitsstoffe, aber auch Personen und Prozesse Daten produzieren, die durchgehend identifizierbar sind, sollte von Beginn an Sorge getragen werden, dass diese Daten durchgehend codiert sind, damit sie von der cyber-physischen Prozessplanung verarbeitet werden können. Die Daten aller Dinge müssen kompatibel mit der intelligenten Steuerungssoftware (inkl. KI) sein, sodass keine Schnittstellenprobleme auftreten.

¹⁴ Soder 2014, S. 88f.

ten. Um fehlerfreie Prozesse zu ermöglichen, ist empfehlenswert, bei der Anschaffung mit dem Hersteller die Fragen der Vernetzung bestehender IT-Systeme zwischen Betrieb und Hersteller (inklusive der Vernetzung und Koppelung von Applikationen) zu klären und festzulegen. Dabei sollte auch vereinbart werden, wie die Standards und Referenzarchitekturen¹⁵ eingehalten werden beziehungsweise sie dem Betrieb nachgewiesen werden¹⁶ sowie die Frage nach Gewährleistung, Pflege, Verantwortung.

Bei der Planung der Prozesse durch CPS wird empfohlen, aus Sicht der präventiven Arbeitsgestaltung folgende Aspekte zu berücksichtigen.

Ressourcenmanagement

Welche Informationen über Ressourcen sollten zur Realisierung der Arbeitsaufgabe berücksichtigt werden?¹⁷

- Erforderliche **Kapazität**, Belegung und (auch perspektivische) Verfügbarkeit von Personal, Räumen und Arbeitsmitteln
- Erforderliche Anforderungen an **Arbeitsmittel** (zum Beispiel Art, Qualität, Sicherheit, Ergonomie)
- Qualität und Ausführung von **Arbeitsmaterialien und -stoffen**, zum Beispiel bezüglich der Gefahrstoffe Prüfung von Ersatzstoffen, die weniger gesundheits- und umweltschädlich sind
- Anforderungen an Personal (zum Beispiel Qualifikation, Kenntnisse, Zertifikate und Zulassungen, Erlaubnisscheine, Führerscheine, Sachkunde-Nachweise, arbeitsmedizinische Vorsorge)
- Ressourcen für **Instandhaltungsarbeiten** beziehungsweise -aufträge, zum Beispiel Hilfsmittel, Spezialwerkzeuge, eigenes und fremdes Personal, Dokumentationen, Ersatzteile, Betriebsstoffe
- Anforderungen an den **Einsatzort** (auch Arbeitsraum/Ergonomie), Zugänglichkeit, Verfügbarkeit, erwartete Nutzung

- **Materialbestand** und Materialbewegungen, Bestandsgrößen (Soll-Ist-Vergleich)
- Art und Funktionsweise sowie Verfügbarkeit und Pflege der **Assistenzsysteme**, benötigte Kompetenzen
- Auswirkung direkter Einbindung von **Kundenbedarfen und -wünschen** auf die Beschäftigten (Belastungen und Realisierbarkeit)
- Integration der **Gefährdungsbeurteilung** in die Prozesse der Arbeitsvorbereitung mit Berücksichtigung der sich daraus ergebenden Maßnahmen für die Teilprozesse und den Gesamtprozess

Spezifikationsmanagement

Welche Informationen über Eigenschaften, Handlungsanweisungen, Vorschriften und Anforderungen sollten für die Realisierung der Arbeitsaufgabe berücksichtigt werden?¹⁸

- Informationen über die **Qualität** der Produkte und Dienstleistungen
- Arbeitsablauf und daraus erforderliche Informationen über den **Herstellungs- beziehungsweise Dienstleistungsprozess** (je nach Arbeitsaufgabe zum Beispiel Herstellungs-/Dienstleistungsregeln, Rezepte, Standard Operating Procedures, Standard Operating Conditions, Transport- und Montagefolgen, Dienstleistungsabläufe)
- **Arbeitsanweisungen** mit Informationen zur Realisierung der Arbeitsaufgabe (Maßnahmen aus der Gefährdungsbeurteilung mitberücksichtigen)
- **Unterweisungen** zu Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen für die Umsetzung der Arbeitsaufgabe sollten in Betriebs-/Arbeitsanweisungen integriert sein (zum Beispiel Persönliche Schutzausrüstungen, Nutzung von Schutzeinrichtungen, Verhaltenshinweise, Verhalten im Notfall)
- Kriterien für die **Qualitätsprüfung** und Kontrolle der Arbeitsaufgabe (auch zum Beispiel Einhaltung von

Arbeitsschutz-/Umweltschutzanforderungen, Toleranzangaben für Material und Ressourcen)

- **Lager- und Transportanweisungen**, zum Beispiel für Materialien, Lagerbestände, lagerbezogene Kenngrößen (Auslastung), Ein- und Auslageranweisungen

Feinplanung, Ausführungsmanagement

Welche Informationen über die Feinplanung der Prozesse sollten für die konkrete Realisierung der Arbeitsaufgabe berücksichtigt werden?¹⁹

- **Einsatz der Arbeitsmittel, Hilfsmittel** (auch für die Dienstleistungen), unter Berücksichtigung von Betriebssicherheit, Leistungsumfang bei Dienstleistungen, Losgrößen bei industrieller Fertigung, Rüstzeiten, Auslastung, Verfügbarkeit der Ressourcen, Kommunikations- und Pausenzeiten
- Konkrete Maßnahmen der **Gefährdungsbeurteilung** für die sichere und gesundheitsgerechte Umsetzung der Arbeitsaufgabe
- Detaillierte Planung des **Personaleinsatzes** möglichst mit konkreten Arbeitszeiten, Berücksichtigung von Über- beziehungsweise Unterbelastung, Beteiligung bei der Einsatzplanung, Handlungsspielräumen von Personen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes.*
- Wege der **Information und Unterweisung** der Beschäftigten über die Arbeitsaufgabe sowie das sichere und gesundheitsgerechte Arbeiten
- Planung von **Qualitätsprüfungen**, innerhalb oder außerhalb des Dienstleistungs-/ Produktionsprozesses, Verfügbarkeit von Personal und gegebenenfalls Testsystemen, Vorgaben aus der Gefährdungsbeurteilung, Vorbereitungszeiten, Zeiten für Feedbackschleifen, Fehler und Störungen
- Prüfung der **Instandhaltungsanforderungen**, die zeitliche Einbindung der Instandhaltungsaktivitäten in

¹⁵ Diese Standards werden zum Beispiel durch den Standard der ISA (Instrumentation, Systems and Automation Society) „ANSI/ISA S95“ zur MES und IT-/ERP-Vernetzung in der Prozessindustrie, die den Datenfluss zwischen unterschiedlichen Systemen beschreiben, geregelt.

¹⁶ Pötter, Folmer & Vogel-Heuser 2014, S. 166

¹⁷ ZVEI 2010, S. 13f.

¹⁸ ZVEI 2010, S. 14

¹⁹ ZVEI 2010, S. 15f.

den betrieblichen Produktionsablauf, Anforderungen aus der Produktions-/ Dienstleistungsplanung (Produktwechsel, geplante Stillstandzeiten/Besonderheiten beim Kunden)

- Prüfung der **Abläufe im Lager** hinsichtlich korrekter Lager-, Transport- und Personalressourcen, Einhaltung der Lager-, Transportvorschriften, Qualitätsstandards und Statusberichte, Ergänzung und Abrechnung der Lagerbestände

Datenerfassung, Analyse

Welche Daten sollten wann, wo und von wem für die Realisierung der Arbeitsaufgabe erfasst werden?

Die Daten werden von allen beteiligten Personen, Prozessen, Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Arbeitsmaterialien/-stoffen, Räumen und/oder Lagerbereichen/-beständen erfasst und fließen in die Prozessplanung ein.²⁰ Unter anderem gehören dazu:

- **Produktions-/Dienstleistungsdaten**, die für die Erstellung des Produktes beziehungsweise die Erbringung der Leistung relevant sind, wie Sensorwerte und Statusinformationen, Ergebnisse aus der Abarbeitung von relevanten Transaktionen (zum Beispiel Daten von Personen, Qualifikationen, Arbeitsmitteln, Produkten, Dienstleistungsabläufen, benötigten Zeiten, Fehlerhäufigkeiten, Einhaltung der Arbeits-/Umweltschutzvorgaben)

- Bei der Erfassung von **personenbezogenen Daten** die Datenschutzvorschriften sowie die Betriebsvereinbarungen zum Umgang mit personenbezogenen Daten berücksichtigen

- Daten für und aus der **Qualitätsprüfung** der Arbeitsprozesse, der Produkte und Leistungen, über Personaleinsatz in der Qualitätsprüfung und gegebenenfalls Ergebnisse der Testsysteme, Umsetzung der Maßnahmen aus der Gefährdungsbeurteilung und aus Zeitkontrollen, Einbindung des eingesetzten Personals mit Feedbackschleifen

- Daten über **Instandhaltung**, Ausführung von Instandhaltungsaufträgen, Zustand der Arbeitsmittel und der Wartung, erfolgter Aufwand in Zeit und Kosten, Vergleich zwischen Schätz- und Ist-Aufwand, Dokumentation der anlagenspezifischen Instandhaltungshistorie

- Daten über **Lageraktivitäten und verarbeitetes Material**, Produkt-/Serviceverfolgung (Tracking), wie Lagerbestand, Lagerbedingungen, genutzte Ausrüstungen, Ersatzteilbestand

Verfolgung, Verbesserung

Welche Informationen aus den Prozessen sind für Wirksamkeits- und Erfolgskontrollen von Maßnahmen, Produkten und Dienstleistungen zu berücksichtigen?²¹

- Verfolgung des konkreten **Produktions-/Dienstleistungsprozesses**

(Tracking), wie Aufrechnung und Auswertung von Informationen über genutzte Ressourcen wie Personal, Arbeitsmittel, Materialverbrauch, Arbeitsstoffe, Kosten, Zeitumfänge, Einhaltung der Maßnahmen aus der Gefährdungsbeurteilung

- **Kontinuierliche Qualitätsprüfung** (gegebenenfalls beinahe in Echtzeit) mit der Analyse von Qualitätsabweichungen, Abweichungen von festgelegten Standards, Problemen der Ressourcenauslastung, zur Ermittlung von Trends für (kritische) Entwicklungen, Ursachenanalysen bei Qualitätsproblemen, Ableitung von Empfehlungen für deren Behebung und Verbesserungsprozesse

- Verfolgung der **Instandhaltungsanalysen** zur Ermittlung von Aufwendungen von Personal, Ersatzteilen, Hilfsmitteln, direkten und indirekten Kosten sowie den organisatorischen Abläufen in Instandhaltungsprozessen

- Verfolgung der Daten aus der **Lageranalyse** über Materialeingang inklusive Lieferqualität und Termintreue, Lagerverluste sowie Materialbewegungen bezogen auf Speicherort, Ausrüstung und Schicht, Analysen zur Verfolgbarkeit von Materialflüssen und zur Historie von Lagerressourcen, Informationen über Lagerbewegungen, die Historie und Trends (Lagerindikatoren)

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

ANSI/ISA S95:2000, *Enterprise Control System Integration – Teil 1: Models and Terminology*. Hier werden die grundlegende Terminologie und Modelle vorgestellt, mit denen die Schnittstellen zwischen den Geschäftsprozessen und den Prozess- und Produktions-Leitsystemen definiert werden können.

ANSI/ISA S95:2001, *Enterprise Control System Integration – Teil 2: Object Model Attributes*. Hier werden in Verbindung mit Teil 1 die Schnittstelleninhalte zwischen den Steuerungs-

funktionen in der Produktion und der Unternehmensführung definiert.

ANSI/ISA S95, *Enterprise Control System Integration – Teil 3: Models of Manufacturing Operations Management*. Hier werden detaillierte Definitionen der Hauptaktivitäten von Produktion, Wartung, Lagerhaltung und Qualitätskontrolle beschrieben.

Bauernhansl, T. (2014). Die Vierte industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma. In T. Bauernhansl, M. ten Hompel, & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), *Industrie 4.0 in*

Produktion, Automatisierung und Logistik (S. 5–33). Wiesbaden: Springer Verlag.

Büttner, K.-H., & Brück, U. (2014). Use case Industrie 4.0-Fertigung im Siemens Elektronikwerk Amberg. In T. Bauernhansl, M. ten Hompel, & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik* (S. 121–144). Wiesbaden: Springer Verlag.

Pötter, T., Folmer, J., & Vogel-Heuser, B. (2014). Enabling Industrie 4.0 – Chancen und Nutzen für die Prozessin-

²⁰ ZVEI 2010, S. 16

²¹ ZVEI 2010, S. 16f.

dustrie. In T. Bauernhansl, T., M. ten Hompel, & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik* (S. 159–171). Wiesbaden: Springer Verlag.

Sode, J. (2014). Use Case Production: Von CIM über Lean Production zu Industrie 4.0. In T. Bauernhansl, M. ten Hompel, & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik* (S. 85–101). Wiesbaden: Springer Verlag.

VDI Richtlinie 5600, *Manufacturing Execution Systems/Fertigungsmanagementsysteme*.

Vogel-Heuser, B. (2014). Herausforderungen und Anforderungen aus Sicht der IT und der Automatisierungstechnik. In T. Bauernhansl, M. ten Hompel, & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik* (S. 34–48). Wiesbaden: Springer Verlag.

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik und

Elektronikindustrie e. V. Fachverband Automation (Hrsg.). (2010). *Manufacturing Execution Systems (MES) – Branchenspezifische Anforderungen und herstellerneutrale Beschreibung von Lösungen*. https://www.proleit.de/fileadmin/user_upload/Deutsch/Downloads/Broschueren/Loesungen/ZVEI_MES_Brosch__re_DE_2011.pdf. Zugegriffen: 31.07.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen
- 1.5.2 Diversity in 4.0-Prozessen
- 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes
- 2.6.3 Personalbeurteilung und CPS
- 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding

2.4.2 Building Information Modeling (BIM)



■ **Stichwörter:** Bauvorhaben, Baustelle, gewerkeübergreifendes Arbeiten, Produktivitätssteigerung, E-Vergabe

› Warum ist das Thema wichtig?

Building Information Modeling (deutsch: Bauwerksdatenmodellierung, BIM) hat in Teilen des Baugeschäftes für große Produktivitätssteigerungen gesorgt.¹ Mit dieser durch intelligente Software² gesteuerten Werkzeugen können Bauprojekte und wesentliche Teile der Wertschöpfungskette Bau komplett abgebildet und

abgewickelt werden, die Planung und Bauausführung, aber auch die Nutzung, Bewirtschaftung und der Rückbau der Bauwerke kann effizienter gestaltet und, richtig eingesetzt, können die Beschäftigten entlastet werden. Für kleine und mittlere Betriebe sowie Handwerk kann die Nutzung von BIM (als cyber-physisches System – CPS³)

die Wettbewerbsfähigkeit erhalten. Auf der anderen Seite geraten die, die sich der neuen Technologie verschließen, in Gefahr, technologisch abgehängt zu werden. Für die Zukunft wird eine verpflichtende Einführung des Building Information Modeling im Rahmen öffentlicher Bauvergaben diskutiert.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Building Information Modeling (BIM)

BIM ist eine Arbeits- und Projektsteuerungsmethode zur Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden und anderen Bauwerken. BIM erfasst, kombiniert und vernetzt in seiner Software alle relevanten Bauwerksdaten digital. Durch die umfassend verfügbaren Daten können alle ein Bauprojekt betreffenden Daten über den kompletten Lebenszyklus eines Bauprojekts zentral abgebildet werden und für alle Projektbeteiligten zugänglich sein. Beispielsweise können im dreidimensionalen Modell eines Einfamili-

enhauses aktuelle Informationen über Architektur, Materialien, Mengen, Termine, Sicherheitsanforderungen, Lieferanten und Kosten eingesehen werden. Erstellt wird ein solches Modell mithilfe dreidimensionaler, bauteilorientierter Softwaresysteme (entwickelter CAD-Systeme). Das Gesamtmodell setzt sich zusammen aus den Zielvorstellungen des Bauherrn, den Modellen des beteiligten Planers (zum Beispiel Architektur-BIM, Tragwerk-BIM, Haustechnik-BIM) sowie den Planungen der Bauunternehmen. So betten Elektriker die Struktur der Verkabelung ein, der Sanitär-Heizung-Klimabetrieb speist die Verrohrung und notwendi-

gen Anschlüsse ein, Bodenleger mit den unterschiedlichen Aufbauhöhen betten ihre Daten in die 3-D-Sicht ein. Anforderungen und Prozesse der Sicherheit und der Koordination sind integriert. Auch Materialien und Arbeitsstoffe, beispielsweise für den Trockenbau, Bestellmengen für Putze und Beschichtungsmaterialien für Innenräume und Fassaden lassen sich mittels der computererrechneten Quadratmeterzahl feststellen und werden durch die skizzierte Raumaufteilung berechnet. Auch werden weitere Informationen zum Beispiel zu Kosten, Abläufen oder Lieferstatus als Plan- und Ist-Daten hinterlegt.

Das Konzept des BIM existiert in seinen Grundzügen schon seit den siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts.⁴ Jedoch ermöglichen erst die 4.0-Technologien⁵ den am Projekt beteiligten Akteuren, auf dieselben und aktuellen Planungsdaten zuzugreifen. Da die Dinge selbst die Daten teilwei-

se einbringen können und verbunden mit Cloudtechnologie kann die Widerspruchsfreiheit zu den verschiedenen Arbeitsschritten erhöht werden: Die Daten von gewerkbezogenen Teilprojekten, Materialien, Arbeitsstoffen und Werkzeugen sowie die am Projekt beteiligten Akteure können mitein-

ander vernetzt sein. Sie gelangen zu einer zentralen objektbasierten Verwaltung von Informationen, die logische Planungsfehler eher vermeiden hilft.⁶ So können mittels dieser Informationen automatisch Mengenermittlungen für Baustoffe und Materialien inklusive ihrer Sicherheitsanforderun-

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Borrmann et al. 2015

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt Intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

⁴ Eastman et al. 2011

⁵ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁶ Ludewig & Rahm 2017, S. 69

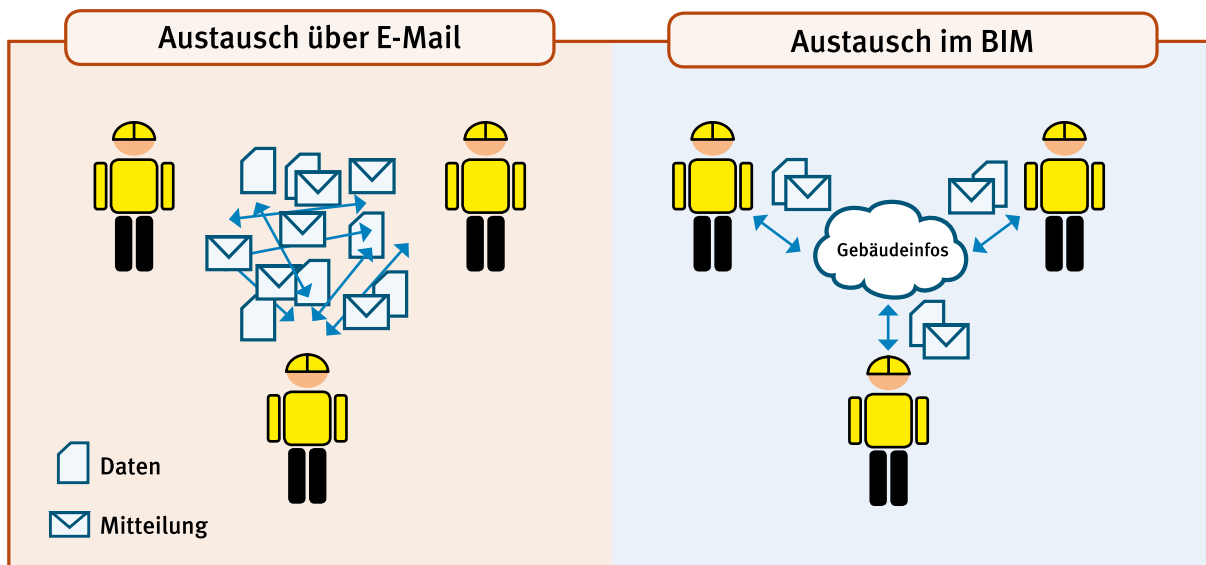


Abbildung 1: Zentralisierung der Kommunikation (eigene Darstellung)

gen erfolgen und Kostenauswirkungen sowie Terminabläufe dargestellt werden. Das bringt eine fundamentale Veränderung der bisherigen Arbeitslogik mit sich.⁷

Im virtuellen 3-D-Modell des Bauwerkes wird jede Änderung, wie Bauabschnitte, durchgeführte Arbeitspakete, stetig in das Modell eingespeist. So wird bei BIM die 3-D-Darstellung des Bauwerkes mit Informationen zum zeitlichen Ablauf durch einen Terminplan (4-D) und den Kosten (5-D) verknüpft.⁸ Anhand der Abhängigkeiten berechnet die intelligente Software (inkl. KI) automatisch, wie die Änderungen sich auf die benötigten Materialien, Zeitplanung und Kosten auswirken. Alle Beteiligten (Bauherr, Planer, Handwerker, Dienstleister) können dies jederzeit mit dem BIM-Viewer einsehen und mit einem BIM-Filter die für sie wichtigen Informationen herauslesen, da die Datenbasis zentral abgelegt wird – siehe Abbildung 1.

Ziel ist eine integrierte, partnerschaftliche Arbeitsweise aller am Bau Beteiligten über den gesamten Le-

benszyklus von Bauwerken hinweg. So kommt BIM im Rahmen der Entwurfs-, Planungs-, Ausführungs- und Betriebsphase (Facility Management) sowie beim Um- und Rückbau zum Einsatz.

BIM funktioniert für alle Beteiligten allerdings nur dann reibungslos, wenn Datentransparenz (die Open-BIM-Methode) den leichten Zugang und den Einblick in die Projektinformationen ermöglicht, auch wenn diese nicht direkt bearbeitet werden können. Dazu sind offene Schnittstellen und Standards erforderlich, wie sie mit dem IFC (Industry Foundation Classes)⁹ vorliegen (unter ISO 16739 als internationaler Standard registriert).⁹ In diesem Zusammenhang kann es passieren, dass ein Unternehmen, aber auch ein Planer als Subunternehmer abhängig von Softwareanwendungen seines Auftraggebers wird. Dies lässt sich dann kaum vermeiden, der Problematik sollte sich der Betrieb allerdings bewusst sein und eventuelle Alternativen vorbereiten beziehungsweise parat haben (wie zum Beispiel alternative Softwarelösungen, die ge-

nutzt werden können).

Auf Unternehmensebene erfordert die Einführung von BIM eine Ausrichtung auf eine neue Arbeitsweise in der Projektabwicklung. Folgende neue Anforderungen wurden beispielsweise identifiziert:¹¹

- Für die Menschen: Die beteiligten Personen und Beschäftigten müssen kontinuierlich diszipliniert und strukturiert mit der BIM-Software arbeiten und sie entsprechend mit Daten füttern. Gefordert wird ein höheres Fachwissen bei gleichzeitig höherer Aufgeschlossenheit gegenüber der neuen Technik. Dies stellt Anforderungen an Erfahrungen, Wissen und Qualifizierung der Beteiligten mit der neuen Technologie sowie an die neuen Formen der Zusammenarbeit und Kommunikation, an der verstärkt die technischen Systeme beteiligt sind.
- An die Organisation:¹² Im BIM-Prozess entstehen neue Aufgabenbereiche sowie neue Verantwortlichkeiten und Haftungsfragen. Von übergreifender und organisatorischer Bedeutung ist die Rolle

⁷ Ludewig & Rahm 2017, S. 70

⁸ Ludewig & Rahm 2017, S. 69

⁹ DIN SPEC 91400

¹⁰ www.buildingsmart.de/bim-knowhow/standardisierung

¹¹ Egger et al. 2013, S. 22

¹² Egger et al. 2013, S. 30f.

eines BIM-Verantwortlichen im Bauprojekt (BIM-Manager). Er erstellt und vereinbart die BIM-Strategie mit dem Bauherrn und dem Planer, definiert die vertraglichen Anforderungen und gewährleistet die Einhaltung und ständige Weiterentwicklung der BIM-Projektstandards an die momentane Leistungsphase. Zusätzlich ist ein BIM-Koordinator zu empfehlen, der den Arbeitsablauf zum Austausch von (Modell-)Daten und Informationen beschreibt. Dieser koordinierte Ablauf ist unerlässlich für eine effiziente gemeinsame Nutzung von Daten während der Zusammenarbeit im Projekt. Hierbei sollten auch die Planer und der Baustellenkoordinator (SiGeKo) eingebunden werden, um die inhaltlichen Anforderungen an die Arbeitsablaufplanung berücksichtigen zu können.

- An die Technologie: Die Softwareanforderungen werden höher. Zu bewältigen sind Aspekte der offenen Schnittstellen und der Koordinationsprozesse, des Datenaustauschs, des Datenmanagements, der Datenqualität, des BIM-Controllings (4-D [Zeit], 5-D [Kosten], Leistungsmeldung, Nachtragsmanagement) oder auch der Art der Visualisierung.
- Für die Prozesse: Durch die zentrale BIM-Verwaltung von Informationen verändern sich die Prozesse vor allem in der Kommunikation und Zusammenarbeit. Enge Koordinationskorsetts werden im Rahmen des Informationsmanagements definiert. Sie dienen dazu, die vorhandene Qualität der eingegebenen Informationen zu untersuchen und die Koordination untereinander regelmäßig zu prüfen. Die Anforderung nach Integration von Sicherheit und Gesundheit in die Prozesse von Beginn an bleibt auch bei BIM eine Aufgabe.
- Für Vereinbarungen untereinander:

Für eine Zusammenarbeit sind gemeinsame Ziele und die Regeln für die Zusammenarbeit zu vereinbaren. Dazu zählen die Klärung des (geistigen) Eigentums der zentral verfügbaren Informationen und die Haftung für die Richtigkeit der jeweiligen Modelle vor deren Weitergabe. All diese Punkte sind vor Beginn des Projektes zu klären und vertraglich zu verankern.

- Für die Dokumentation: Es sollte zu Beginn des Bauprojektes festgelegt werden, welche Prozesse wie dokumentiert werden müssen (unter anderem wegen Controlling, Verbesserungsprozess, Schnittstellen, Kommunikationswegen, Übergabe/Haftung). Außerdem sollten die Anforderungen an die Bauwerksdokumentationen festgelegt werden (Planungsunterlagen, technische Nachweise, Instandhaltungsplan, Unterlage für spätere Arbeiten [RAB 32], Hausakte/Gebäudepass).

Die BIM-Arbeitsmethode definiert einen Kulturwandel im Bauwesen, der einen Kontrast zur traditionellen Herangehensweise bildet. Hierbei fällt das „Wir“ zunehmend ins Gewicht. Folgende Aspekte beschreiben diesen Wandel:¹³

- BIM fordert und fördert die Zusammenarbeit und Partnerschaft aller am Bau Beteiligten, wenn diese einen für sie einfachen Zugang zur BIM-Plattform haben.
- Die über Daten dokumentierte BIM-Lebenszyklusbetrachtung von Projektbeginn an gewinnt an Bedeutung und bietet die Chancen, Aspekte der Sicherheit und Gesundheit von Beginn an berücksichtigen zu können und die Daten für erforderliche Planungen und spätere Dokumentationen zu nutzen (zum Beispiel für den Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan – SiGePlan [nach RAB 31] oder für die „Unterlage für spätere Arbeit“ [nach RAB 32]).

ten“ [nach RAB 32]).

- Eine gemeinsam vertraglich geregelte Zieldefinition und eine abgestimmte Vorstellung über die Bauqualität und Bauabläufe können über BIM kontinuierlich besser gemeinsam kontrolliert werden.
- Der offene, transparente Umgang mit Problemen und Schwächen kann gefördert werden, wenn die Beteiligten in der Lage sind, mit dem BIM umzugehen und die Möglichkeiten des BIM nutzen.
- Strategische Projektvorbereitung sowie ausführliche Planung der Baudurchführung, wenn alle am Bau Beteiligten die Möglichkeiten des BIM systematisch nutzen.

Gelingt es, die Aspekte der sicheren und gesundheitsgerechten Arbeitsgestaltung und Instrumente des Arbeitsschutzes früh einzuplanen und ins BIM zu integrieren, ermöglicht das BIM die prozessbezogene Integration von Sicherheit und Gesundheit in die Abläufe, ohne dass kontinuierlich daran erinnert und darauf geachtet werden muss. So können beispielsweise die von der BG BAU entwickelten Muster zur Gefährdungsbeurteilung¹⁴ genutzt werden oder die von der Offensive Gutes Bauen konzipierten Praxishilfen wie der „Gutes Bauen: Unternehmenscheck“¹⁵ für Betriebe, „KOMKO-bauen“¹⁶ zur Kommunikation der am Bau Beteiligten oder der GDA-ORGCheck¹⁷ zum Arbeitsschutz. Hilfreich sind auch die umfassenden Hilfen des Gefahrstoff-Informationssystems der BG BAU (GISBAU)¹⁸, das seine Daten in einem 4.0-kompatiblen Format anbietet und so beispielsweise Informationen zum sicheren Umgang mit Gefahrstoffen beinahe in Echtzeit zur Verfügung stellen kann.

Ein noch weitgehend unerschlossener Markt in Bezug auf eine Durchführung von Bauvorhaben unter Anwendung der BIM-Methode sind private Bauherren. Dies stellt Anforderungen an die Software.

¹³ Egger et al. 2013, S. 23

¹⁴ www.bgbau-medien.de/handlungshilfen_gb/

¹⁵ www.offensive-gutes-bauen.de/check-gutes-bauen

¹⁶ www.komko-bauen.de/

¹⁷ www.gda-orgacheck.de/

¹⁸ www.bgbau.de/gisbau

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen bei der Nutzung von BIM können unter anderem sein:

Bei der Durchführung von Bauprojekten gibt es die zentralen Angelpunkte Kosten, Zeit, Sicherheit und Qualität. BIM ermöglicht die Überwachung und Dokumentation der Qualität und Sicherheit und damit die Reduktion von Fehlern. Es führt zu detaillierterer Vorplanung und Anpassung der Planung beinahe in Echtzeit, damit zu Kosteneinsparung sowie besserer Terminkalkulation und -einhaltung. Die Verwendung von BIM führt dazu, dass in einem früheren Stadium als vorher klare Entscheidungen getroffen werden (sollen) und systematischer geplant wird.¹⁹

Die digital vernetzte Sicht auf 3-D (Bauwerk), 4-D (Zeit) und 5-D (Kosten) ermöglicht den Beteiligten einen kontinuierlichen Aufbau von Informationen. Potenzielle Konflikte und Risiken können einfacher, früher und präziser erkannt werden.²⁰ Jede Änderung der Planung wird in ihrer Konsequenz für das gesamte Vorhaben dargestellt, dabei erhöht sich die Informationsqualität und sorgt für Transparenz und verbesserte Koordination aller Beteiligten.²¹

Mit BIM können die autonomen und selbstlernenden Softwaresysteme (inkl. KI) zu wichtigen Werkzeugen werden. Durch Fortschreibung, Pflege

und Synchronisation der Daten können im Rahmen von BIM Datenkonsistenz gesichert und so Medienbrüche beim Datenaustausch vermieden werden. Auch Mehrfacheingaben von Daten können reduziert und eine redundante und fehleranfällige Datenerhaltung vermieden werden.

BIM kann eine Hilfe bei der Koordination von Sicherheit und Gesundheit auf der Baustelle sein, durch eine abgestimmte Ablaufplanung (SiGi-Plan)²² die gegenseitigen Gefährdungen wirkungsvoll reduzieren und zur Information aller Beteiligten – teilweise sogar beinahe in Echtzeit – auch über sicheres und gesundheitsgerechtes Arbeiten beitragen.

Gefahren bei der Nutzung von BIM können unter anderem sein:

An erster Stelle ist hier die Frage der Kompatibilität der von den einzelnen Beteiligten verwendeten intelligenten Software (inkl. KI) zu nennen. Hier ergeben sich oft verschiedene Formate. Unzureichend aufeinander abgestimmte Schnittstellen führen zu Medienbrüchen und Verzögerungen im Bauablauf beziehungsweise einem unterschiedlichen Informationsstand. Ein reibungsloser und vollständiger Austausch von Informationen ist nur bei einer genauen Definition der Software-Schnittstellen der Beteilig-

ten möglich. Hier stellt sich die Frage nach einer Standardisierung und Homogenisierung der verwendeten intelligenten Software (inkl. KI).

Die Nutzung von BIM erfordert Wissen im Umgang mit Softwaresystemen. Fehlt dieses Wissen, kann dies schnell zur Desinformation, zur Verunsicherung und zur Beeinträchtigung der Leistungsbereitschaft der Führungskräfte und Beschäftigten führen.

Die Nutzung von BIM kann mit der Notwendigkeit zur Prüfung betrieblicher Prozesse einhergehen: Die betriebsinternen Prozesse sowie Schnittstellen nach außen müssen klar strukturiert und auch dokumentiert sein, um so jede Phase des Bauprojektes nachvollziehbar abbilden zu können. Als Risiko ist vor diesem Hintergrund auch die Unterschätzung der Aufwandsverlagerung zu nennen.

Die Sicherheit und Gesundheit der beteiligten Personen können gefährdet werden, wenn das Thema Arbeitsschutz sowie Sicherheits- und Gesundheits-Koordination nicht von Beginn an in die BIM-Prozesse integriert wird. Dies kann zu Unfällen, Fehlzeiten, Störungen und zusätzlichen Kosten führen und die Motivation der Führungskräfte und Beschäftigten negativ beeinflussen.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Einführung des BIM

Bei der Einführung des BIM ist unter anderem zu beachten:

- Es wird empfohlen, dass sich die Führungskräfte **Zeit nehmen und sich informieren**, welche Möglichkeiten des BIM es für ihren Betrieb gibt (sich von mehreren unterschiedlichen Quellen beraten lassen bei Kammern, Verbänden, Herstellern; Seminare und Messen besuchen).
- Mit der Einführung von BIM (und dem Profitieren von dessen Vor-

teilen) ist eine neue Arbeitsweise notwendig. Dabei sollten vor allem die Auswirkungen der technisch zentrierten BIM-Prozessplanung auf Management- und Führungsaufgaben sowie Anforderungen an Beteiligte, Planungsprozesse und -abläufe, Kommunikation und Koordination oder Änderungen von Verantwortlichkeiten beachtet werden. Abstraktion und Komplexität nehmen zu. Die Führungskräfte sollten überlegen und festlegen, wie sich die **Planungs- und Ar-**

beitsabläufe mit BIM verändern

und welche Maßnahmen dies im Betrieb zur Folge hat (zum Beispiel kontinuierlich diszipliniertes und strukturiertes Arbeiten, Verlagerung von Arbeitsplanung in frühere Planungsphasen, um Abläufe effizienter und sicherer zu gestalten und Risiken zu reduzieren).²³

- Es wird empfohlen zu klären und festzulegen, in welchen Bereichen das BIM-Programm und in welchen die Führungskräfte/Beschäftigten Entscheidungen im Bauprozess

¹⁹ Ludewig und Rahm 2017, S. 69f.

²⁰ vgl. Ludewig & Rahm 2017, S. 69; Egger et al. 2013, S. 39

²¹ vgl. Ludewig & Rahm 2017, S. 69f.; Borrmann et al. 2015

²² siehe RAB 31. Der SiGePlan ist der Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan, der der Bauherr unter bestimmten Bedingungen erstellen lassen muss.

²³ vgl. Ludewig & Rahm 2017, S. 70; Egger et al. 2013

treffen können. Auch die Möglichkeiten der Intervention von Führungskräften/Beschäftigten in das BIM-Programm sollten festgelegt werden. Zusätzlich sollte geklärt werden, wie eine mögliche Übergabe von Entscheidungen vom BIM-Programm an die Führungskräfte/Beschäftigten stattfindet, damit diese die Möglichkeit haben, angemessen zu reagieren.

- Es ist zu empfehlen, eine **Gefährdungsbeurteilung** durchzuführen, um zu überprüfen, welche Gefährdungen durch die Einführung von BIM entstehen. Darauf basierend können systematisch Maßnahmen festgelegt werden, um Gefährdungen und Störungen durch die Einführung von BIM so gering wie möglich zu halten (zum Beispiel Integration von Arbeitsschutz in die Planungsphase von BIM, Qualifizierung von Führungskräften und Beschäftigten, Einbindung von Führungskräften und Beschäftigten in die Einführungsphase).
- Für eine erfolgreiche Einführung ist die **Akzeptanz der Führungskräfte und Beschäftigten** elementar. Es ist sinnvoll festzulegen, wie die Führungskräfte und Beschäftigten zukünftig ihr Wissen in die technisch verwalteten BIM-Prozesse einbringen können, welche Tätigkeiten sie zukünftig ausführen werden und welche Möglichkeiten die BIM-Nutzung bringt.²⁴ Führungskräfte und Beschäftigte im Umgang mit den BIM-Systemen qualifizieren, trainieren und unterweisen.
- Betriebe können durch BIM nicht unmittelbar und sofort profitieren. Vielmehr sollten zuerst die Planungsinformationen bereitgestellt und Erfahrungen im Umgang mit dem System gesammelt werden. Daher **erfordern der Einstieg und die Umsetzung von BIM Zeit**. Vor diesem Hintergrund ist für den Betrieb wichtig, nicht gleich zu viel zu erwarten, sondern sich die BIM-Anwendung Schritt für Schritt anzueignen. Ist das nicht möglich, weil

der Auftraggeber einen direkten Einstieg fordert, sollte ein Zeitfenster vereinbart werden, in dem sich alle Beteiligten im Betrieb mit der neuen Anwendung vertraut machen können. Auch ist es sinnvoll, entsprechende Qualifizierungen und Trainings einzuplanen. Dies sollte mit dem Auftraggeber vereinbart werden.

- Um BIM erfolgreich zu implementieren, ist die **Datenkompatibilität** elementar: Vorab sollte in Erfahrung gebracht werden, wie Daten erstellt und welche Dateiformate zum Austausch genutzt werden.²⁵ Grundlage für eine funktionierende und einheitliche „Sprache“ der vernetzten Komponenten ist die **Standardisierung** digitaler Prozesse (IFC Standard). Schnittstellen müssen passen, Formate der Daten kompatibel sein.
- Kriterien für die **Qualität der verwendeten Daten** formulieren und festlegen, wie diese Qualität erreicht werden kann.
- Überprüfen, ob auch **personenbezogene Daten** von BIM verwendet werden. Wenn dies der Fall ist, sollten die Beschäftigten darüber informiert werden und mit ihnen vereinbart werden, wie mit diesen Daten umgegangen wird.
- Vom Hersteller kurze und verständliche Informationen einfordern, welche Daten das BIM-System erfasst, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer Zugriff auf die Daten hat. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*
- Für eine reibungslose Einführung und einen sicheren Betrieb von BIM ist ein **BIM-Verantwortlicher**²⁶ (BIM-Manager) für das Bauprojekt (oder im Betrieb generell) zu benennen. Die Aufgaben sind zum Beispiel: BIM-Strategie mit Beteiligten abstimmen (wie Ziel der Nutzung von BIM, was soll damit erreicht werden, Standards, Kommunikation im Projekt), Einhaltung und ständige Weiterentwicklung der BIM-Pro-

jektstandards an die momentane Leistungsphase, Kompatibilität und Konformität der generierten Daten sicherstellen. Außerdem sollte ein **BIM-Koordinator** für das Bauprojekt benannt werden (kann in kleinen Betrieben die/der BIM-Verantwortliche sein); die Aufgaben sind zum Beispiel: Detaillierte Festlegung und Überwachung der Informationsflüsse und Schnittstellen, Koordination und Anpassung der Abläufe, Einbindung des SiGeKo.

- Um die Software- und Datenkompatibilität im BIM-Prozess und innerhalb des Einzelbetriebes zu erleichtern, bieten sich angepasste **Cloud-Lösungen und Cloud-Services** an. Dabei wird Betrieben auch geraten, sich nicht von einem Software-Produkt abhängig zu machen, hieraus können Beeinträchtigungen erwachsen, wenn dieses für ein folgendes Vorhaben nicht kompatibel ist.²⁷ Nur sichere und zertifizierte Clouds nutzen (zum Beispiel solche mit einem Trusted-Cloud-Zertifikat).

Nutzung des BIM

Bei der Nutzung des BIM ist unter anderem zu beachten:

- Die BIM-Software liegt meist bei der koordinierenden Instanz (zum Beispiel Architekt, Planer) oder bei dem Bauherrn (bei großen Bauherren). Es sollte möglichst früh in Erfahrung gebracht werden, welche Daten, vor allem betriebs- und personenbezogene, erhoben und wie sie verwendet werden. Bei der Anschaffung der intelligenten Software (inkl. KI) sollen bereits Inhalte der präventiven Arbeitsgestaltung integriert werden (etwa die baustellenbezogene Gefährdungsbeurteilung).²⁸
- Die **Zusammenarbeit** zwischen Unternehmen und Gewerken verändert sich mit BIM. Dies macht für eine Zusammenarbeit unter anderem die **Definition gemeinsamer Ziele und Regeln** erforderlich (Eigentumsklärung zentral verfügbarer Daten, die Richtigkeitshaftung für die jeweili-

²⁴ Ludewig & Rahm 2017, S. 70

²⁵ Ludewig & Rahm 2017, S. 70

²⁶ vgl. Ludewig & Rahm 2017, S. 70; Egger et al. 2013, S. 31

²⁷ Die IFC ist das primäre Datenmodell für Bauwerksmodelle und offizieller ISO-Standard (ISO 16739:2013) sowie eine Lösung, um die Schnittstellenproblematik zu umgehen.

²⁸ Schröter 2015d

gen Modelle vor deren Weitergabe). Es wird empfohlen, dies vor Beginn eines Bauprojektes zu klären und vertraglich zu dokumentieren.²⁹

- Zu Beginn des Bauprojektes wird empfohlen festzulegen, welche Prozesse wie **dokumentiert** werden müssen (unter anderem wegen Controlling, Verbesserungsprozess, Schnittstellen zwischen Gewerken, Kommunikationswegen, Entscheidungsbefugnissen intelligente Software (inkl. KI) – Mensch – Übergabe/Haftung, Bauwerksdokumentationen).
- Die **Zuständigkeiten** aller am Bau

Beteiligten klar regeln und die Arbeit immer lückenlos dokumentieren, damit für alle ein einheitlicher aktueller Stand verfügbar ist. Dies erfordert Disziplin, für den Bauverlauf ist dies aber von elementarer Bedeutung.³⁰ Auch hier sollte der Sicherheits- und Gesundheitskoordinator (SiGeKo) hinzugezogen werden.

- Es wird empfohlen, Führungskräfte und Beschäftigte beim ersten Einführungs- und Nutzungsprozess von BIM zu begleiten und sie zu unterstützen (wie Trainings, Coachings, Mentoring). Außerdem sollten ihre

Erfahrungen und Ideen für den wirkungsvollen Einsatz oder auch ihre Vorbehalte erfragt und berücksichtigt werden. Im gemeinsamen Auswerten der Erfahrungen und im gemeinsamen **Verbessern der Prozesse** entsteht eine Akzeptanz für die neue Technologie und die mit ihr verbundenen neuen Form der sequenziellen und parzellierten Bearbeitung von Projekten. Nur so entsteht Schritt für Schritt ein Umgang mit BIM (eine neue BIM-Kultur), der die Potenziale der neuen Technologie nutzt.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Borrmann, A., König, M., Koch, C. & Beetz, J. (Hrsg.). (2015). *Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- DIN SPEC 91400:2017-02 *Building Information Modeling (BIM) – Klassifikation nach STLB-Bau*.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. Hoboken, New Jersey: Wiley.
- egger, M., Hausknecht, K., Liebich, R., & Przybylo, J. (2013). *BIM-Leitfaden für Deutschland – Information und Ratgeber*. http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bim-leitfaden-deu.pdf?__blob=publicationFile. Zugriffen: 23.07.2018.
- Handwerkskammer Dresden (2016). *Building Information Modeling (BIM)*. <http://www.hwk-dresden.de/Portals/0/PDF/BIT/Building%20Information%20Modeling.pdf>. Zugriffen: 23.07.2018.
- Liebich, T., Borrmann, A., Elixmann, R., Eschenbruch, K., Hausknecht, K., Häußler, M., Hochmuth, M., & König, M. (2018). *Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau – Handlungsempfehlungen*. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/wissenschaftliche-begleitung-anwendung-bim-infrastrukturbau-2018.pdf?__blob=publicationFile. Zugriffen: 23.07.2018.
- Ludewig, J., & Rahm, N. (2017). *Gemeinsam bauen – Building Information Modeling BIM verändert die Baubranche*. Organisationsentwicklung, Nr. 2, S. 69–73.
- RAB 31 – *Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen „Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan – SiGePlan“* vom 12.11.2003
- Schröter, W. (2015a). *Entscheidungshilfe Arbeit 4.0. Building Information Modeling (BIM)*. https://www.offensive-mittelstand.de/fileadmin/user_upload/pdf/mittelstand_40/Entscheidungshilfe_12_1911.pdf. Zugriffen: 23.07.2018.
- Schröter, W. (2015b). *Entscheidungshilfe Arbeit 4.0. Building Information Modeling als Dienstleistung*. https://www.offensive-mittelstand.de/fileadmin/user_upload/pdf/mittelstand_40/Entscheidungshilfe_13_0604.pdf. Zugriffen: 23.07.2018.
- Schröter, W. (2015c). *Entscheidungshilfe Arbeit 4.0. Building Information Modeling in der Planung – Orientierung für Bauherren*. https://www.offensive-mittelstand.de/fileadmin/user_upload/pdf/mittelstand_40/Entscheidungshilfe_14_0604.pdf. Zugriffen: 23.07.2018.
- Schröter, W. (2015d). *Entscheidungshilfe Arbeit 4.0. Prozesse der Arbeitsgestaltung durch Building Information Modeling*. https://www.offensive-mittelstand.de/fileadmin/user_upload/pdf/mittelstand_40/Entscheidungshilfe_15_0604.pdf. Zugriffen: 23.07.2018.
- VDI (2017). *Building Information Modeling VDI-Richtlinien zur Zielerreichung*. https://www.vdi.de/fileadmin/user_upload/VDI-Agenda_BIM_01-2017.pdf. Zugriffen: 23.07.2018.
- von Both, P., Koch, V., & Kindsvater, A. (2013). *BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag. <http://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/PDF/bim-potentiale-hemmnisse-und-handlungsplan,property=pdf,bereich=md,sprache=de,rwb=true.pdf>. Zugriffen: 23. Jul. 2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud
- 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen

²⁹ Schröter 2015d

³⁰ Ludewig & Rahm 2017, S. 70f.

2.4.3 Mobiles Arbeiten mit cyber-physischen Systemen (CPS)



■ **Stichwörter:** Arbeitgeberattraktivität, Crowdfunding, Flexibilisierung, Handlungs- und Entscheidungsspielräume, Mobilität, Work-Life-Balance

› Warum ist das Thema wichtig?

Cyber-physische Systeme (CPS)¹ und 4.0-Prozesse² verändern sowohl die Inhalte als auch die Formen mobilen Arbeitens von Personen. So ermöglichen es 4.0-Technologien³, mobile Arbeiten orts- und zeitunabhängig mit betrieblichen Prozessen zu verbinden und mobile Arbeiten wirkungsvoller in betriebliche Arbeitsprozesse zu integrieren. Intelligente Software⁴ kann mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) viele Indikatoren und Para-

meter der mobilen Tätigkeit beinahe in Echtzeit erfassen, analysieren, bewerten und mobile Arbeit ganz oder teilweise steuern. Die 4.0-Technologien schaffen auch die Voraussetzung, Tätigkeiten mobil auszuführen, die bisher stationär stattfinden mussten. Damit können Formen mobilen Arbeitens für Betriebe weiter an Bedeutung gewinnen. Zudem können über die neuen Möglichkeiten des mobilen Arbeitens auch neue Beschäftigtengrup-

pen gewonnen werden (zum Beispiel Personen, die Kinder betreuen, Angehörige pflegen).

Zusätzlich wird bei 4.0-Prozessen eine neue Form mobilen Arbeitens realisiert: Die Arbeit selbst wird mobil. Dabei steuert und kontrolliert intelligente Software (inkl. KI) ganz oder teilweise betriebsübergreifend über Clouds Arbeitsprozesse, Arbeitsmittel sowie Fahrzeuge oder verkettete Anlagen und Arbeitsmittel.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Mobiles Arbeiten

Unter dem Begriff „Mobiles Arbeiten“ werden hier das mobile Arbeiten von Personen und das mobile Arbeiten von CPS verstanden.

Mobiles Arbeiten von Personen:

Unter mobilem Arbeiten von Personen wird hier das Arbeiten außerhalb der Betriebsstätte bezeichnet. Es umfasst die Arbeit von zu Hause aus (Telearbeit, alternierende Telearbeit oder Crowdfunding), beim Kunden (zum Beispiel Service, Vertrieb, Handwerk, Beratung), von

unterwegs (zum Beispiel Fahrzeuge, Flugzeug, Zug, Hotelzimmer), im Rahmen von Dienstreisen (zum Beispiel Kundenbesuche, Messen, Kongresse) und in Coworking Spaces⁵ oder vergleichbaren Orten. Im Kern ermöglichen digitale Technologien, dass viele Tätigkeiten zunehmend räumlich und zeitlich außerhalb der gewohnten Betriebsstätte stattfinden können.⁶ Eine Differenzierung, ob die Arbeit online oder offline vollzogen wird, erfolgt hier nicht.

Mobiles Arbeiten von CPS: Un-

ter mobilem Arbeiten von CPS wird hier verstanden, dass CPS Arbeitsprozesse betriebsübergreifend und losgelöst von der Betriebsstätte steuern und realisieren können und Dinge, zum Beispiel smarte Arbeitsmittel oder Personen, räumlich und zeitlich ungebunden verketteten (Electronic Mobility⁷) können. Intelligente Software (inkl. KI) kann dabei außerhalb des Betriebes liegen (Cloud/Plattformen). Durch 4.0-Technologien wird die Arbeit mobil, nicht der Mensch.⁸

Mobile Arbeit von Personen

Zunehmend mehr Beschäftigte arbeiten dort, wo sie sich gerade auf-

grund von Kundenterminen, Meetings, Teamzusammensetzungen, Arbeitsaufgaben oder auch familiären Grün-

den befinden.⁹ Bereits seit Beginn der 1990er-Jahre werden die positiven und negativen Aspekte des mobilen Arbei-

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) – autonome technische Systeme: Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁵ Coworking Spaces sind feste Büros, die von unterschiedlichen Personen (zum Beispiel Freiberufler, Angestellte, Belegschaften von Start-ups) temporär genutzt werden können (Bürogemeinschaften).

⁶ vgl. u. a. Altun 2017; Arnold et al. 2015; Deutscher Bundestag 2017, S. 5; Hupfeld et al. 2013; Prümper et al. 2016

⁷ Schröter 2007

⁸ nach Schröter 2007; Breisig et al. 2013, S. 6

⁹ Prümper et al. 2016, S. 4–17

tens diskutiert, wie beispielsweise die zunehmende Entgrenzung der Arbeit, die Erhöhung der Arbeitsintensität und Selbstausbeutung oder die ständige arbeitsbezogene Erreichbarkeit. Aber auch die Erhöhung der Leistungsfähigkeit, die zunehmende Flexibilisierung, die Erweiterung der Handlungs- und Gestaltungsspielräume oder die bessere Vereinbarkeit von Beruf und Familie sind Themen, mit denen man sich bereits vor Jahrzehnten auseinandersetzt.¹⁰

Mobile Tätigkeiten und 4.0-Prozesse

Mit der digitalen Durchdringung aller Arbeits- und Lebensprozesse mit

4.0-Technologien erweitern sich auch die Möglichkeiten des mobilen Arbeitens. Die neue Qualität des mobilen Arbeitens durch 4.0-Technologien wird deutlich, wenn die unterschiedlichen Formen und die Entwicklungsstränge mobiler Arbeit betrachtet werden. Im Folgenden werden traditionelle und neue Formen der mobilen Arbeit vorgestellt – *siehe Abbildung 1*:

- Mobile Tätigkeit in Handwerk und Technik
- Mobile Tätigkeiten in Wissensarbeit, Dienstleistung und Management
- Mobile Tätigkeiten im traditionell

stationären Bedienen und Steuern von Anlagen und Arbeitsmitteln

■ **Crowdworking**

Diese Formen mobiler Arbeit werden im Folgenden erläutert:

- **Mobile Tätigkeit in Handwerk und Technik:** Tätigkeiten in den Bereichen Handel und Handwerk oder auch Fahrer, Monteure oder Kundenservice waren schon vor der Digitalisierung mobil. Zwar gaben Arbeitgeber oder Kunden Arbeitsorte und Arbeitszeiten vor. Dennoch zeichnete sich diese Form der mobilen Tätigkeiten durch

Beispiele für die Entwicklung mobiler Tätigkeiten von Personen				
CPS	<p>Tätigkeit – Beispiele: in CPS integriert, Fernwartung, -steuerung oder -kontrolle</p> <p>Auswirkung – Beispiele: zielgenaue Information Assistenz/Übernahme von Prozessen, permanente Kontrolle, steigende Komplexität, weniger Handlungsspielraum und Entscheidungsfreiheit</p>	<p>Tätigkeit – Beispiele: Unterstützung durch CPS-Steuerung, vernetzter Zugriff auf Daten, Arbeitsprozesse von Raum und Zeit entkoppelt, Führen auf Distanz</p> <p>Auswirkung – Beispiele: direktere Verfügbarkeit von Experten, höheres Arbeitstempo, Arbeitsverdichtung, zunehmende Komplexität</p>	<p>Tätigkeiten – Beispiele: CPS steuert ehemals stationäre Arbeiten ortsunabhängig, Fern-einrichtung, -steuerung und -wartung, Fehleranalyse in Echtzeit, Prozesskontrolle</p> <p>Auswirkung – Beispiele: körperliche Entlastung, Work-Life-Balance, zunehmende Komplexität, Handlungsträgerschaft durch CPS, geringerer Handlungsspielraum</p>	<p>Tätigkeiten – Beispiele: durch CPS weiter intensiviert – über Plattformökonomie, CPS-Steuerung und Kontrolle in Echtzeit</p> <p>Auswirkung – Beispiele: wirkungsvollere Arbeitskoordination, Gewinn an Flexibilität, weltweite Akquise, Unsicherheit, Zeit- und Leistungsdruck, globaler Wettbewerb, Selbstausbeutung</p>
digital	<p>Tätigkeit – Beispiele: Unterstützung durch Internet, mobile Telefone und Laptop</p> <p>Auswirkung – Beispiele: zeitnahe Information, Arbeitsintensität steigt, Innovationsgeschwindigkeit wächst</p>	<p>Tätigkeiten – Beispiele: rechnergestützte Arbeit, Homeoffice, Nutzung des Internets, mobile Telefone</p> <p>Auswirkung – Beispiele: zunehmende Flexibilisierung, Arbeitsintensität, ständig erreichbar, Work-Life-Balance, Gestaltungsspielräume</p>	<p>Tätigkeiten – Beispiele: einfache Befehle zur Bedienung, Steuerung, Kontrolle von Anlagen aus der Ferne, Internetnutzung, Videoüberwachung</p> <p>Auswirkung – Beispiele: Flexibilisierung, Work-Life-Balance, engerer Handlungsspielraum</p>	<p>Tätigkeiten – Beispiele: über Internet globale Einbindung von Zuarbeitern und Experten in Projekte</p> <p>Auswirkung – Beispiele: Gewinn an Flexibilität, weltweite Akquise, Selbstausbeutung, beginnender globaler Wettbewerb um Aufträge</p>
analog	<p>Tätigkeiten – Beispiele: Händler, Fahrer, Instandhalter, Monteure, Handwerker</p> <p>Auswirkung – Beispiele: Anforderungsvielfalt, soziale Interaktion, Ganzheitlichkeit, Entscheidungsfreiheit „vor Ort“</p>	<p>Tätigkeiten – Beispiele: Beratung, Vertrieb, Außendienst, Kundenbesuche, Kongresse, Veranstaltungen, Heimarbeitsplätze</p> <p>Auswirkung – Beispiele: Transport (Papier), Zeitelastizität (Telefon, Fax, Pager), soziale Interaktion</p>	<p>mobile Arbeit kaum möglich</p>	<p>nicht existent</p>
	Mobile Tätigkeit in Handwerk und Technik	Mobile Tätigkeiten in Wissensarbeit, Dienstleistung, Management	Stationäre Bedienung/ Steuerung von Anlagen	Crowdworking

Abbildung 1: Beispiele für die Entwicklung mobiler Arbeit (eigene Darstellung)

¹⁰ vgl. Arnold et al. 2015; Kratzer 2003, S. 15; Malone 1993; Oertel et al. 2002; Reichwald et al. 1998; Voß 2010

einen hohen Grad an Entscheidungs- und Handlungsfreiheit aus, da die Beschäftigten unterwegs weitgehend auf sich gestellt waren. Bei diesen Tätigkeiten findet ein nahtloser Übergang von der „nachholenden“¹¹ Digitalisierung zu CPS und 4.0-Prozessen statt.

Gleichwohl verändern 4.0-Technologien auch diese mobilen Tätigkeiten, indem sie mobil arbeitenden Menschen jederzeit die Möglichkeit bieten, auf Server, Daten und Informationen im Unternehmensnetzwerk zuzugreifen und Unterstützung bei ihrer Aufgabe zu erhalten. So können Handwerker oder Kundendienste zum Beispiel Montageanleitungen einsehen oder Fachkollegen online hinzuschalten, um ein Problem gemeinsam zu lösen. Kundenberater haben beispielsweise Zugriff auf Kundendaten, Verträge oder andere Unterlagen.

Möglich wird auch eine exakte Kontrolle beinahe in Echtzeit beispielsweise durch Trackingsysteme. Zum Beispiel kann ein Kurierfahrer vom Arbeitgeber detailliert und beinahe in Echtzeit verortet werden, oder Kunden, die auf ihr Paket warten können die Wege des Pakets verfolgen. Damit kann bei den mobil Tätigen ein Gefühl der ständigen Beobachtung einhergehen. Die kleinteilige Kontrolle kann zu einem zusätzlichen Arbeitsdruck führen. Sie kann aber auch schnelle Hilfe in Notfällen ermöglichen.

Intelligente Software (inkl. KI) kann auch die Wegeplanung und die Kommunikation mit dem Kunden übernehmen oder die Arbeitsprozesse und den Personaleinsatz steuern. Dies kann Arbeitsprozesse effektiver machen und Stressoren, wie Wartezeiten in Staus, reduzieren. Zugleich kann es aber auch zu einem Gefühl der Fremdbestimmung führen und den Handlungsspielraum eingrenzen.

■ **Mobile Tätigkeiten in Wissensarbeit, Dienstleistung und Management:** Seit Beginn der 1990er-Jahre

haben mobile Telefone, Laptops und das Internet die Wissens-, Dienstleistungs- und Managementarbeit zunehmend mobilisiert. Die mobilen Tätigkeiten waren mit viel Entscheidungsfreiheit, Handlungsspielraum und Zeitsouveränität ausgestattet. CPS eröffnen bei diesen Tätigkeiten neue Handlungsoptionen, schränken jedoch auch bestehende Gestaltungsmöglichkeiten ein.

Durch vernetzten Zugriff auf Daten, jederzeit und überall, werden Arbeitsprozesse zunehmend von Raum und Zeit entkoppelt. Rein quantitativ nehmen die technisch vermittelten Kommunikationen über digitale Medien zu (zum Beispiel Messenger-Dienste, intelligente Informationsagenten). Dies kann den Informationsstand verbessern und entlastend sein. Die technisch vermittelte Kommunikation kann aber auch die Komplexität steigern und Unsicherheiten erzeugen. Ebenso kann sie virtuelle Identitäten und Bilder von Personen erschaffen, die nicht mit der Identität auf Grundlage persönlicher Kommunikation übereinstimmen können (zum Beispiel Profile auf Social Media).

Die technisch vermittelte Kommunikation kann mobil tätige Menschen ständig erreichbar machen und damit die Grenzen zwischen Arbeit und privatem Leben weiter verschwimmen lassen. Mithilfe der Kommunikationstechnologien können mobil Tätige sich besser abstimmen und koordinieren. Auch stehen ihnen Informationen aus Arbeitszusammenhängen immer und überall zur Verfügung. Dies erfordert von den Personen eine Gratwanderung zwischen Informationsüberflutung und Selektion wichtiger Informationen. Die technisch vermittelte Kommunikation kann aufgrund fehlender persönlicher Interaktion eher zu Missverständnissen führen.¹²

Die mobile Arbeit unter 4.0-Bedingungen stellt Führungskräfte vor neue Herausforderungen, weil

zum Beispiel persönliche Kontakte weniger werden oder ganz fehlen. Gleichzeitig bieten ihnen die 4.0-Technologien über die technisch vermittelte Kommunikation vielfältige Möglichkeiten zur Führung von mobil Tätigen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams.*

Auch bei mobilen Tätigkeiten in Wissensarbeit, Dienstleistung und Management kann intelligente Software (inkl. KI) Arbeitsprozesse, Personaleinsatz oder Kommunikationsprozesse teilautonom oder autonom steuern und kontrollieren. Dies kann mit allen Formen der Entlastung und Belastung verbunden sein, wie sie auch für stationär tätige Beschäftigte beim Umgang mit CPS gelten. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI); 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI); 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI); 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation.*

■ **Mobile Tätigkeiten im traditionell stationären Bedienen von Arbeitsmitteln:** CPS kann dazu führen, dass bisher ortsgebundene Arbeit beim Bedienen und Steuern von Arbeitsmitteln und Anlagen mobil wird. Beispielsweise ermöglicht die Vernetzung durch CPS die Fernwartung oder -steuerung von industriellen Maschinen oder Anlagen entweder durch Personen oder durch autonome technische Systeme. Über 4.0-Technologien können Fehler von Arbeitsmitteln und Anlagen frühzeitig erkannt und entsprechende Maßnahmen über Personen oder das autonome technische System selbst eingeleitet werden, bevor es zu Störungen kommt. Zusätzlich ermöglichen CPS zum Beispiel das Zuschalten von Experten an jeden erdenklichen Ort. Mithilfe von Datenbrillen können externe

¹¹ Schröter 2018

¹² Krummheuer 2010

Experten genau die Perspektive des Beschäftigten vor Ort einnehmen und Handlungsanweisungen oder Ratschläge geben. Das kann zur Entlastung der Bedien- und Instandhaltungspersonen oder auch zur Früherkennung von Fehlern führen. Ebenso können Personen in die Bedienung, Steuerung und Wartung eingebunden werden, die nicht permanent vor Ort anwesend sein müssen. Auch Wege- und Reisebelastungen fallen weg. Gleichzeitig nehmen die Komplexität der Informationen und die damit verbundene Informationsüberflutung zu. Das Gefühl der Fremdsteuerung durch CPS kann aufkommen oder der Handlungsspielraum geringer werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.4.1 Prozessplanung mit CPS; 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS; 3.1.6 Smarte Formen der Instandhaltung von Arbeitsmitteln.*

- **Crowdworking:** Die Arbeitsform des Crowdworking wird durch CPS vermutlich weiter forciert. Cloud- und Plattformtechnologien fördern zunehmend das zeit- und ortsunabhängige Arbeiten der Crowdworker. Eine extreme Form der Crowdworker sind „digitale Nomaden“: Sie nutzen die ortsunabhängige Arbeitsweise und reisen durch die Welt, während sie gleichzeitig online arbeiten. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.6.4 Einsatz von externem Crowdworking.*

Einige Auswirkungen von 4.0-Technologien auf mobile Arbeit

Mobile Arbeit von Personen kann mithilfe von 4.0-Technologien zunehmende Handlungsspielräume und Selbstverantwortung ermöglichen – im Rahmen der Arbeitsaufgabe und der vorhandenen und vereinbarten Ressourcen. Voraussetzung dafür ist die selbstbestimmte und flexible Entscheidung über Lage und Verteilung der Arbeitszeit innerhalb der Fristen des Arbeitsauftrags.¹³ Damit eröffnen sich Chancen, individuelle Ansprüche besser realisieren zu können und die Zufriedenheit und das Engagement der Beschäftigten sowie gesundheits-

gerechtes Arbeiten zu fördern.

Umgekehrt können Handlungs- und Entscheidungsspielräume durch CPS bei mobilen Arbeiten eingeschränkt werden, wenn CPS die nächsten Arbeitsschritte sehr konkret vorgeben. Reglementierungen und Standardisierungen von CPS ganz oder teilweise gesteuerten Prozessen mobiler Arbeit können das Gefühl der Fremdbestimmung erzeugen und die Motivation einschränken. Diese Effekte werden umso eher eintreten, je weniger die beteiligten Führungskräfte und Beschäftigten die Kriterien kennen, nach denen die intelligente Software (inkl. KI) entscheidet.

Zusätzlich werden über 4.0-Technologien Kontrollen der mobilen Arbeit einfacher, kleinteiliger und beinahe in Echtzeit möglich. Dauer, Lage und Verteilung der Arbeitszeit können mit CPS leichter erfasst, dokumentiert und kontrolliert werden. Sind die Kriterien für die Kontrolle vereinbart und bekannt, wird diese technologische Möglichkeit zur Verbesserung der Arbeitssituation genutzt werden können. Sind sie nicht bekannt, kann bei den Führungskräften und Beschäftigten Misstrauen entstehen und das Gefühl der Überwachung hervorgerufen werden.

Der Umgang mit den erfassten personenbezogenen Daten sollte auch für das mobile Arbeiten betrieblich vereinbart werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen in 4.0-Prozessen; 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*

Die Anforderungen an und die Möglichkeiten des mobilen Arbeitens werden individuell sehr unterschiedlich gesehen und bewertet. Abhängig ist dies von den Kompetenzen und weiteren persönlichen Ressourcen des Einzelnen. Es hängt auch mit der beruflichen Position sowie der privaten und familiären Lebenssituation zusammen, ob und inwiefern mobiles Arbeiten als belastend oder als unterstützend wahrgenommen wird.

Mobile Arbeit von CPS

Bisher wurden in dieser Umset-

zungshilfe die Auswirkungen von CPS auf mobil arbeitende Personen betrachtet. CPS führen aber auch dazu, dass die Arbeitsprozesse mobil werden, ohne dass Menschen dabei mobil sein müssen.¹⁴ Diese mobile Arbeit von CPS ist charakteristisch für alle autonomen technischen Systeme, in denen intelligente Software (inkl. KI) Arbeitsprozesse autonom und selbstlernend steuert und kontrolliert sowie teilweise oder ganz die Handlungsträgerschaft übernimmt. Die Führungskraft oder der Beschäftigte wird vom CPS vor Ort je nach Bedarf der Arbeitsaufgabe eingesetzt beziehungsweise informiert. Im Folgenden einige Beispiele:

- Die CPS stellt einen Fehler in einem Anlagensystem eines Kunden fest und fordert eine Fernwartung an.
- Das CPS eines Sanitärbetriebes überprüft und steuert die Heizungs- und Klimaanlage eines Betriebes auf Grundlage der Nutzungsgewohnheiten und Befindlichkeiten der Personen, die sich in den Räumen aufhalten. Diese Dienstleistung hätte der Sanitärbetrieb auch bei längeren Analysen vor Ort ohne CPS nicht anbieten können.
- Die Prozess-CPS eines Betriebes übernimmt die Personaleinsatzplanung bei einem Projekt und setzt Crowdworker und Beschäftigte auf Grundlage ihrer Verfügbarkeit und Fähigkeiten ein.

Bei allen Beispielen steigert die Software nicht die Mobilität von Personen, sondern sie ersetzt teilweise den mobil tätigen Menschen und erschafft sowohl neue Formen der raum- und zeitunabhängigen Arbeitsprozessgestaltung als auch neue Dienstleistungen.

Diese neue Form mobilen Arbeitens durch CPS ist Bestandteil von fast allen Themen der Umsetzungshilfen „Arbeit 4.0“. Entsprechend finden sich dort je Themenschwerpunkt die jeweiligen Hintergrundinformationen, Chancen und Gefahren sowie die zu empfehlenden Maßnahmen. ▶ *Siehe alle Umsetzungshilfen „Arbeit 4.0“.*

¹³ Vogl 2013, S. 10

¹⁴ Schröter 2007, S. 18ff.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen der mobilen Arbeit von Personen unter Nutzung von 4.0-Technologien können unter anderem sein:

- Schnellere Problemlösung durch virtuelles Hinzuziehen von Experten
- Höhere Kundenzufriedenheit durch zeitnahe und bedarfsgerechte Hilfe (raum- und zeitunabhängig)
- Zugriff beinahe in Echtzeit auf alle erforderlichen Daten der mobilen Tätigkeit
- Flexibler Einsatz der Beschäftigten
- Erweiterung der Handlungs- und Entscheidungsspielräume
- Erhöhung der Leistungsfähigkeit, Motivation und Zufriedenheit sowie Stärkung der Gesundheit der Beschäftigten, da diese durch Fle-

xibilisierung ihre Interessen besser wahrnehmen können

- Mobile Arbeit ermöglicht mehr Personen den Zugang zur Arbeit

Gefahren der mobilen Arbeit von Personen unter Nutzung von 4.0-Technologien können unter anderem sein:

- Fremdbestimmte Arbeitsabläufe durch CPS, die keine Intervention zulassen
- Arbeitsverdichtung durch enge, „effiziente“ Taktung, die zu Überforderung führen kann
- Soziale Isolation der Beschäftigten durch zunehmende mobile Tätigkeit
- Fehlende Informationen über Abläufe im Betrieb

■ Einschränkung der Handlungs- und Entscheidungsspielräume

- Nicht abgestimmte Kriterien der Kontrolle der mobilen Arbeit beinahe in Echtzeit können Misstrauen und das Gefühl der Überwachung hervorrufen
- Ungleichbehandlung der Beschäftigten, die keine Möglichkeit zur mobilen Arbeit haben
- Zunahme der Selbstausbeutung (auch unbezahlte Arbeitszeit, „interessierte Selbstgefährdung“)
- Entgrenzung von Arbeit und Vermischung von Arbeit und Privatleben
- Arbeiten unter schlechten ergonomischen Arbeitsbedingungen unterwegs

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Neben den allgemeinen Maßnahmen zur Gestaltung mobiler Arbeit (zum Beispiel Arbeitsorganisation, Arbeitszeit, Kompetenzen im Selbstmanagement, Datenschutz, Ergonomie)¹⁵ ist beim Einsatz von CPS bei mobiler Arbeit von Personen unter anderem Folgendes zu empfehlen:

- Überprüfen, welche Möglichkeiten durch CPS für mobile Arbeit gegeben sind, zum Beispiel welche Tätigkeiten, Bereiche, (bestehende und neue) Personengruppen oder Arbeitsabläufe.
- Überprüfen, welche 4.0-Technologien für das mobile Arbeiten vorhanden und gegebenenfalls erforderlich sind, wie zum Beispiel mobile Zeiterfassungssysteme, Integration von mobilen Arbeitsformen in autonome Prozesssoftware zur digitalen Personaleinsatzplanung, Steuerungssoftware von Anlagen und Geräten.
 - › *Siehe Umsetzungshilfen 2.4.1 Prozessplanung mit CPS; 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes.*

■ Festlegen, welche Daten und Informationen von mobil Tätigen benötigt werden, und mögliche Zugriffsrechte regeln (dabei auch den Umgang mit sensiblen Betriebs- und Kundendaten berücksichtigen).

- Klären, ob mit privaten Endgeräten (BYOD, „Bring Your Own Device“) gearbeitet werden darf beziehungsweise unter welchen Bedingungen (zum Beispiel virtuelles privates Netzwerk [VPN]; keine Speicherung auf der privaten/lokalen Festplatte, Zugriffsrechte).
 - › *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses.*
- Feststellen, welche Daten (auch personenbezogene) die autonomen Systeme bei Organisation und Ausübung der mobilen Arbeit erheben, speichern und verarbeiten.
- Mit den Führungskräften und Beschäftigten vereinbaren, wie mit den erhobenen Daten verfahren wird.
 - › *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen; 2.3.4 Betriebs- und Dienstver-*

einbarungen zu 4.0-Prozessen.

- Gefährdungsbeurteilung für die Tätigkeiten der mobil arbeitenden Beschäftigten aus dem eigenen Betrieb durchführen, in der auch die 4.0-Gefährdungen berücksichtigt werden.
 - › *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0.*
- Führungskräfte und Beschäftigte, die mobil tätig sind, im Umgang mit den 4.0-Technologien und den neuen Formen der mobilen Arbeit qualifizieren und unterweisen (zum Beispiel Zeit- und Selbstmanagement)¹⁶.
- Führungskräfte auf die neuen Formen der Führung bei mobilen Arbeiten vorbereiten.
 - › *Siehe Umsetzungshilfe 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams.*
- Kostenregelungen vereinbaren (zum Beispiel private/betriebliche Smartphones, Software, Datenvolumen). Regeln, wie private und dienstliche Geräte gewartet und repariert werden.

¹⁵ vgl. u. a. Bretschneider-Hagemes & Michael 2011; DGUV Information 211-034, 2012; Hess 2010; Vogl 2013, S. 10ff.

¹⁶ Fergen 2016, S. 26

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Altun, U. (2017). *Mobiles Arbeiten*. Düsseldorf: Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V. (ifaa). https://www.arbeitswissenschaft.net/fileadmin/user_upload/Downloads/Factsheet_Mobiles_Arbeiten_4.pdf. Zugegriffen 30.06.2018.
- Arnold, D., Steffes, S., & Wolter, S. (2015). *Mobiles und entgrenztes Arbeiten*. BMAS-Forschungsbericht 460. Berlin: BMAS.
- Breisig, T., Grzech-Sukalo, H., & Vogl, G. (2013). *Mobile Arbeit gesund gestalten – Trendergebnisse aus dem Forschungsprojekt prentimo – präventionsorientierte Gestaltung mobiler Arbeit*. <http://www.prentimo.de/assets/Uploads/prentimo-Mobile-Arbeit-gesund-gestalten.pdf>. Zugegriffen 20.07.2018.
- Bretschneider-Hagemes, M. (2011). *Belastungen und Beanspruchungen bei mobiler IT-gestützter Arbeit – Eine empirische Studie im Bereich mobiler, technischer Dienstleistungen*. IFA – Institut für Arbeitsschutz, Sankt Augustin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV).
- Davidow, W. H., & Malone, M. S. (1993). *Das virtuelle Unternehmen*. Frankfurt am Main. New York: Campus Verlag.
- Deutscher Bundestag (2017). *Telearbeit und Mobiles Arbeiten. Voraussetzungen, Merkmale und rechtliche Rahmenbedingungen*. Sachstand WD 6 – 3000 – 149/16. Berlin: Deutscher Bundestag.
- DGUV Information 215-410 (2015). *Bildschirm- und Büroarbeitsplätze. Leitfaden für die Gestaltung*. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV). Berlin.
- DGUV Information 211-034 (2012). *Belastungen und Gefährdungen mobiler IKT-gestützter Arbeit im Außendienst mobiler Servicetechnik*. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin: DGUV.
- Hess, K. (2010). Gestaltung mobiler Arbeit. In C. Brandt (Hrsg.), *Mobile Arbeit – gute Arbeit?* (S. 17–32). Berlin: verdi.
- Hupfeld, J., Brodersen, S., & Herdegen, R. (2013). iga.Report 25. *Arbeitsbedingte räumliche Mobilität und Gesundheit*. Berlin: iga.
- Kratzer, N. (2003). *Arbeitskraft in Entgrenzung. Grenzenlose Anforderungen, erweiterte Spielräume, begrenzte Ressourcen*. Berlin: edition sigma.
- Krummheuer, A. (2010). *Interaktion mit virtuellen Agenten? Realitäten zur Ansicht: Zur Aneignung eines ungewohnten Artefakts*. Stuttgart: Lucius & Lucius.
- Oertel, B., Scheermesser, M., Schulz, B., Thio, S. L., & Jonuschat, H. (2002). *Auswirkungen von Telearbeit auf Gesundheit und Wohlbefinden*. Dortmund: BAuA.
- Prümper, J., Lorenz, C., Hornung, S., & Becker, M. (2016). „Mobiles Arbeiten“. *Kompetenzen und Arbeitssysteme entwickeln*. Abschlussbericht.
- Reichwald, R., Möslein, K., Sachenbacher, H., Engelberger, H., & Oldenburg, S. (1998). *Telekooperation*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Schröter, W. (2007). *Electronic Mobility – Wenn Arbeit losgelöst vom Menschen mobil wird*. In E. Baacke, I. Scherer, & W. Schröter (Hrsg.), *Electronic Mobility in der Wissensgesellschaft. Wege in die Virtualität* (S. 9–28). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.
- Vogl, G., & Nies, G. (2013). *Mobile Arbeit*. Frankfurt am Main: Bund Verlag.
- Voß, G. (2010). Mobilisierung und Subjektivierung. Und: Was würde Odysseus zum Thema Mobilität beitragen? In I. Goetz, K. Lehnert, B. Lemberger, & S. Schondelmayer, (Hrsg.) *Mobilität und Mobilisierung* (S. 95–136). Frankfurt a. M., New York: Campus Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen in 4.0-Prozessen
- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS
- 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding
- 3.1.6 Smarte Formen der Instandhaltung von Arbeitsmitteln

2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)



■ **Stichwörter:** Kaizen, Lean Management, Lean Production, Qualitätsmanagement

> Warum ist das Thema wichtig?

Die digitale Transformation ermöglicht es, Daten, die bisher aufgrund des dazu erforderlichen Erhebungs- oder Analyseaufwands nicht verfügbar waren (zum Beispiel über autonome technische Systeme, Big Data, Data-Mining, Tracking, Worklogging) für den betrieblichen Verbesserungsprozess zu nutzen. Anhand von Sensoren können Daten über Arbeitsmittel, Arbeitsprozesse, Gegenstände und das Arbeitsverhalten von Perso-

nen erfasst und in cyber-physischen Systemen¹ mit ihrer intelligenten Software² für alle Anwendungsbereiche³ verarbeitet werden. Diese erweiterte und verbesserte Datengrundlage sowie die Möglichkeiten der Modelle künstlicher Intelligenz (KI) der intelligenten Software erleichtern es, Verbesserungspotenziale und Einflussgrößen zu identifizieren.

Ein KVP kann als 4.0-Prozess⁴ nur auf Basis einer gelebten KVP-Kultur

wirksam sein, die Führungskräfte und Beschäftigte motiviert, ihre Ideen in den Verbesserungsprozess einzubringen. Nur dann können die Potenziale der 4.0-Technologie sowie die der Führungskräfte und Beschäftigten gleichermaßen wirkungsvoll in den KVP einfließen. Ein so gestalteter KVP kann dann auch die bedarfsgerechte Einführung und Integration digitaler Technologien im Unternehmen fördern.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Kontinuierlicher Verbesserungsprozesses (KVP) und Qualität

Der **KVP** entstand aus dem japanischen Managementansatz Kaizen, das Organisationen beim Wandel (kai) zum Besseren (zen) durch laufende Produkt- und Prozessverbesserungen unterstützt.⁵ Unter KVP wird hier ein Prozess verstanden, der über Analyse und Risikobewertung, Maßnahmenplanung und -durchführung sowie Wirksamkeitskontrolle⁶ zur Vereinfachung, Erleichterung, Beschleunigung oder qualitativen Verbesserung der betrieblichen Abläufe führt. Dies soll im Ergebnis zu geringeren Kosten, höherer (Pro-

dukt- und Prozess-)Qualität sowie zur Sicherung des Unternehmenserfolgs beitragen.⁷ Die Intention des KVP ist es, die Erfahrung und Kreativität der Beschäftigten zur Verbesserung der betrieblichen Abläufe⁸ einzubinden. Der KVP kann zum Beispiel darauf abzielen, den Anteil der Wertschöpfung in allen Prozessen zu erhöhen, Verschwendungen zu reduzieren oder die Motivation und Leistungsfähigkeit der Beschäftigten zu steigern. Ein umfassender KVP bezieht auch die Verbesserung des Arbeitsschutzes ein.⁹ Gleichzeitig ist KVP Bestandteil von Qualitäts-, Arbeitsschutz- und Umweltmanagementsystemen¹⁰ oder

auch der Gefährdungsbeurteilung.¹¹

Unter **Qualität** wird hier verstanden: die Beschaffenheit eines Produktes oder eines Prozesses bezüglich der Eignung, die Qualitätsanforderungen zu erfüllen. Qualität ergibt sich demnach aus den

■ Eigenschaften (inhärenten Merkmalen), die ein Produkt oder ein Prozess erfüllen muss (rechtlichen Anforderungen, des Standes der Wissenschaft/Technik), sowie den

■ Qualitätsvorstellungen und Maßstäben des Kunden.¹²

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud) **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁴ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁵ Imai 2002

⁶ Schlick et al. 2010, S. 467

⁷ Marks 2016, S. 41

⁸ Schat 2005, S. 9

⁹ DGQ 2014; Schat 2005, S. 9

¹⁰ DIN-ISO 9001:2015; DIN EN ISO 14001; DIN ISO 45001:2018-06

¹¹ §§ 3 bis 6 ArbSchG

¹² DIN 55 350 Teil 11, S. 3, Nr. 5, DIN-ISO 9001:2015; DGQ 2009, S. 55

Digitale Technologien – Sensoren, Aktoren, cyber-physische Systeme, Big Data, Internet der Dinge und Dienste – und auf diesen 4.0-Technologien¹³ basierende cyber-physische Systeme verändern die Unternehmensorganisation und Arbeitsplätze sowie betriebsübergreifende Wertschöpfungsprozesse. Diese Veränderungen wirken sich auch auf den KVP aus. Der KVP ist vom Ursprung her ein Prozess, der eigentlich nur von Menschen realisiert werden kann und nicht von Prozessen, die durch intelligente Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden. Die digitale Transformation ermöglicht es jedoch, 4.0-Technologien für die kontinuierliche Verbesserung sowie für neue Gestaltungsprinzipien der Arbeit zu nutzen.¹⁴

CPS bieten neue Potenziale für KVP

Cyber-physische Systeme beeinflussen und verändern den kontinuierlichen Verbesserungsprozess, indem sie den Umfang und die Qualität der verfügbaren Daten zu den Arbeits- und Organisationsabläufen erheblich erweitern. Oftmals konnten bisher keine Verbesserungen abgeleitet oder nicht die richtigen Einflussgrößen zur Verbesserung identifiziert werden, weil kein ausreichendes und insbesondere kein aktuelles Wissen über die Prozesse vorhanden war oder weil keine hinreichende Prozesstransparenz herrschte.¹⁵ Mithilfe einer vertikalen und horizontalen Vernetzung von Daten aus dem Arbeitsprozess und Arbeitsumfeld erhöht sich die verfügbare Datenmenge und es erweitern sich die Möglichkeiten zur Visualisierung von Prozessen. Darauf aufbauend können Zusammenhänge, Muster und Trends durch die Analyse großer Datensätze mittels Mustererkennung sowie mathematischer Verfahren erkannt (Data-Mining) und gezielt Verbesserungsvorschläge für betriebliche Abläufe abgeleitet werden. Zudem wird es möglich, Prozessdaten echtzeitnah zu erfassen und dem KVP ent-

sprechend schnell bereitzustellen, um betriebliche Abläufe zu verbessern.¹⁶

Ein Praxisbeispiel findet sich in der Instandhaltung von Maschinen und Anlagen. In digital vernetzten Maschinen oder Anlagen werden Fehlerzustände über Sensoren automatisiert erkannt und zusammen mit den Wartungs- und Instandhaltungstätigkeiten der Beschäftigten digital dokumentiert, zum Beispiel in einer Datenbank in der Plattform (Private Cloud) des Maschinen- oder Anlagenbetreibers. Eine Data-Mining-Analyse und Visualisierung dieser Daten ermöglicht es beispielsweise zu erkennen, welche Prozessschritte vermehrt zu Fehlern geführt haben. Dabei können auch zuverlässiger Fehlerursachen entdeckt werden, die mit herkömmlichen Methoden und ohne ausreichende Daten(qualität) nicht zeitnah erkannt werden. Diese identifizierten Prozessschritte und die Fehlerursachen können dann im Rahmen des KVP gezielt adressiert werden beziehungsweise die autonomen Systeme können direkt eine Verbesserung einleiten.

Stufen der Unterstützung des KVP durch CPS

Die autonomen technischen Systeme können KVP auf unterschiedlichen Stufen unterstützen beziehungsweise eigenständig umsetzen:

- **Erfassen von Prozessen:** CPS können Daten über die Qualität von Arbeitsmitteln, Prozessen und Personen erfassen (Datenschutz vorausgesetzt) und somit die Wirksamkeit der eingeleiteten Maßnahmen überprüfen. Autonome technische Systeme ermöglichen auch Verbesserungsvorschläge der beteiligten Personen und die Einbindung von Vorstellungen der Kunden in den Entwicklungs- und Arbeitsprozess.
- **Analyse der Prozesse und Information:** Autonome technische Systeme können über Data-Mining-Analysen Muster über Fehler, Störungen oder immer wieder

auf tretende Probleme sowie über die Verbesserungsvorschläge von Personen und Kunden liefern und Auswertungen vornehmen.

- **Lösungsvorschläge für Verbesserungen:** Autonome technische Systeme können auf Grundlage von Data-Mining-Analysen und selbstlernenden CPS Lösungsvorschläge liefern, die von Führungskräften oder den Teams im KVP berücksichtigt werden können, zum Beispiel als Entscheidungsgrundlage für die Priorisierung von Verbesserungsmaßnahmen.
- **Teilautonome Steuerung des KVP (hybrider KVP):** Autonome technische Systeme können Verbesserungsprozesse teilweise selbst einleiten, organisieren, durchführen und die Wirksamkeit überprüfen. Hier sollten Führungskräfte und Beschäftigte die Aufgabe übernehmen, den teilweise autonom gesteuerten Part des KVP zu überprüfen und den Gesamtprozess zu planen. Außerdem sollten die Teams die Funktion übernehmen, die komplexen und intuitiven Erfahrungen und Vorstellungen der Beteiligten sowie die Innovationaspekte und strategischen Überlegungen in den KVP einzubringen. Beim hybriden KVP kommt es unter anderem darauf an, die Schnittstellen zwischen Personen und autonomen technischen Systemen im KVP festzulegen sowie die Interventionsmöglichkeiten in den von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuerten Prozessen.
- **Autonome Steuerung des KVP (autonomer KVP):** Denkbar ist auch eine weitgehend autonome Steuerung des KVP durch 4.0-Technologie. Der Vorteil liegt darin, dass umfassende Datenmengen über den Arbeitsprozess sowie die Arbeitsumgebung verarbeitet und Verbesserungen beinahe in Echtzeit im Prozess eingebracht werden können.

¹³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

¹⁴ Bauernhansl 2007, S. 15; Jeske 2016

¹⁵ Anders 2016, S. 71

¹⁶ Bauernhansl 2007, S. 15

Themen des KVP und autonome technische Systeme (CPS)		Tabelle 1
Themen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) – Beispiele (nicht berücksichtigt: die Überprüfung der Strategie)	Unterstützung durch autonome technische Systeme (CPS) – idealtypische Beispiele (Datenschutz vorausgesetzt)	
Thema des Verbesserungsprozesses: Arbeitsorganisation		
Arbeitsaufgaben festlegen (inklusive Anforderungen und Merkmale zur Umsetzung)	Arbeitsaufgaben werden von Führungskräften/Teams festgelegt. CPS können im laufenden Prozess Anforderungen und Merkmale zur Umsetzung modifizieren (zum Beispiel Arbeitstempo, Arbeitsrhythmus, Freiheitsgrade erhöhen, keine unnötigen Wiederholungen). ▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.4.1 Prozessplanung mit CPS.	
Standardisierung von Abläufen und Wirksamkeit überprüfen	Standardisierung erleichtert Einsatz von CPS. CPS können Wirksamkeit standardisierter Abläufe überprüfen und aus Mustern vergleichbarer Abläufe Verbesserungen vorschlagen/vornehmen.	
Verantwortlichkeiten festlegen und überprüfen	Festgelegte Verantwortlichkeiten können anhand von festgelegten Parametern überprüft werden (vor allem quantitative Daten wie Anzahl der Eingriffe, Rückmeldungen von Kunden/Beschäftigten).	
Personaleinsatz festlegen und Wirksamkeit überprüfen	CPS-(teil-)gesteuerte Personaleinsatzplanung ▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes.	
Notwendige materielle Ressourcen festlegen und Nutzung kontrollieren (Material, Materialfluss, Räume, Zulieferer)	CPS können Materialfluss, -einsatz-, -planung, Zuliefererprozesse sowie Raumnutzung überprüfen und ganz oder teilweise steuern sowie aus Mustern vergleichbarer oder vorgegebener Abläufe Verbesserungen vorschlagen/vornehmen.	
Wirksamkeit der geplanten Arbeitsprozesse (Qualität, Termine, Über-/Unterproduktion)	CPS können Termine, Unter-/Überproduktionen, die Qualität der Produkte und in Ausschnitten auch die Qualität der Dienstleistungen überprüfen und Verbesserungen vorschlagen/vornehmen. ▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.4.1 Prozessplanung mit CPS.	
Wirksamkeit der Gefährdungsbeurteilung	CPS können die Wirksamkeit der Umsetzung von vielen Schutzmaßnahmen aus der Gefährdungsbeurteilung überprüfen und auf Mängel (teilweise präventiv) hinweisen. ▶ Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0.	
Fehler, Nacharbeiten, Störungen, Unfälle	CPS können Fehler, Nacharbeiten, Störungen, Unfälle (teilweise vor Eintritt des Problems) erfassen und aus Mustern vergleichbarer oder vorgegebener Abläufe Verbesserungen vorschlagen/vornehmen.	
Effektivität der einzelnen Arbeitsschritte/Abläufe (wie unnötige Bewegungen, Transportwege, Wartezeiten, Leerstände)	CPS können die Effektivität der Arbeitsabläufe erfassen und Verbesserungen vorschlagen/vornehmen (zum Beispiel Körperhaltung, Hand-Arm-Stellung, Logistik, Arbeitseinsatzplanung).	
Abfolge der einzelnen Arbeitsschritte (Schnittstellen, Koordination)	CPS können Schnittstellenprobleme und fehlende Abstimmungen erfassen und aus Mustern vorgegebener Abläufe Verbesserungen vorschlagen/vornehmen.	
Transport, Logistik, Lagerung (von Arbeitsmitteln, -stoffen)	CPS können die Lagerung und den Transport planen, ganz oder teilweise steuern und überwachen sowie Verbesserungen vorschlagen/vornehmen.	
Qualität der Kommunikation überprüfen (Anzahl und Qualität der Besprechungen, Wirksamkeit)	CPS können inhaltliche und quantitative Aspekte der betrieblichen Kommunikation erfassen, bewerten und aus Mustern vergleichbarer oder vorgegebener Abläufe Verbesserungen vorschlagen/vornehmen.	
Ordnung überprüfen (Umlauf, unnötige Arbeitsmittel, Nutzung fehlerhafte Teile, Sauberkeit)	CPS können über Sensorik fast alle Aspekte der Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz überprüfen und aus Mustern vergleichbarer oder vorgegebener Abläufe Verbesserungen vorschlagen/vornehmen (zum Beispiel über Robotik).	
Einbindung der Beschäftigten (Art der Einbindung, Verbesserungsvorschläge, Erfahrungen festhalten und für Verbesserungen nutzen)	CPS ermöglichen es, die Vorschläge der Führungskräfte und Beschäftigten zu Verbesserungen direkt zu kommunizieren und zeitnah umzusetzen (nach einem festzulegenden Verfahren).	
Einbindung der externen Anbieter (wie Lieferanten)	CPS ermöglichen es, die Wirksamkeit der Zusammenarbeit mit externen Anbietern zu überprüfen, Schwachstellen zu identifizieren und nach vorgegebenen Mustern Verbesserungen vorzuschlagen/vorzunehmen.	

Themen des KVP und autonome technische Systeme (CPS)		Tabelle 1
Themen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) – Beispiele (nicht berücksichtigt: die Überprüfung der Strategie)	Unterstützung durch autonome technische Systeme (CPS) – idealtypische Beispiele (Datenschutz vorausgesetzt)	
Thema des Verbesserungsprozesses: Arbeitsorganisation		
Einbindung der Kundenvorstellungen	CPS ermöglichen es, Kundenwünsche und Bedarfe direkt und zeitnah in die Arbeitsprozesse einzubinden.	
Kundenzufriedenheit	CPS ermöglichen es, die Kundenzufriedenheit über Feedbacktools zu erfassen und die Vorstellungen der Kunden systematisch darzustellen.	
Verfolgen der Produkte und Dienstleistungen	CPS können Produkte und den Umgang mit diesen verfolgen – zum Beispiel „Taggen“ der Produkte über Auto-ID-Verfahren – sowie teilweise die Wirkung von Dienstleistungen erfassen – zum Beispiel Zufriedenheitsmessung, Abläufe erfassen.	
Dokumentation der Abläufe und der Verbesserungsvorschläge	CPS erfassen und dokumentieren alle Abläufe, Maßnahmen, Wirksamkeitskontrollen und Verbesserungsvorschläge des KVP weitgehend eigenständig.	
Thema des Verbesserungsprozesses: Mensch		
Einhalten der vereinbarten Arbeitsstandards (Abläufe, Ergebnisse)	CPS können überprüfen, ob Arbeitsstandards eingehalten wurden – wie Bewegungsabläufe, Zeiten, Nutzung von Sicherheitseinrichtungen und Persönlicher Schutzausrüstung, Arbeitsweisen.	
Arbeitseffizienz, Produktivität	CPS können die Produktivität einzelner Führungskräfte und Beschäftigter erfassen und auswerten (Arbeitsleistung/-ergebnis im Verhältnis zur Zeit). Aus dem Abgleich mit vergleichbaren Profilen können Verbesserungen vorgeschlagen werden.	
Ergonomische Abläufe und Bedingungen	CPS können die Ergonomie von Abläufen und Zustände erfassen, kontrollieren und aus Mustern vergleichbarer oder vorgegebener Abläufe Verbesserungsvorschläge machen (zum Beispiel Körperhaltung, Hand-Arm-Stellung, Bewegungsabläufe, Raumklima, Lärm, Beleuchtung).	
Qualifikation, Kompetenzen	CPS können überprüfen, ob die Kompetenzen für die Arbeitsaufgabe ausreichen (zum Beispiel anhand personenbezogener Fehler, Unsicherheiten im Bewegungsablauf, Qualifikationstests, Feedback bei digitaler Einweisung/Unterweisung).	
Arbeitszufriedenheit	CPS können die Arbeitszufriedenheit über Feedbacktools erfassen, auswerten und aus vergleichbaren Abläufen und/oder vorgegebenen Mustern Verbesserungen vorschlagen/vornehmen (zum Beispiel zeitnahe und ausreichende Informationen zur Arbeitsaufgabe geben).	
Verbesserungsvorschläge	CPS können Verbesserungsvorschläge von Beschäftigten auch direkt aus dem Arbeitsprozess aufnehmen und auswerten (zum Beispiel direkt an Führungskraft weiterleiten und Abstimmungsprozess anstoßen). CPS können Verbesserungsvorschläge Personen zuordnen und in Gesamtprofile einfließen lassen.	
Schnittstellenprobleme Mensch – Maschine – intelligente Software (inkl. KI)	CPS können Schnittstellen und Bedienprobleme erfassen und direkt Hilfen anbieten (zum Beispiel Software 4.0 [inkl. KI] stellt sich auf die Art der Benutzung durch unterschiedliche Personen ein).	
Kommunikation mit Kunden	CPS können die Kommunikation von Beschäftigten mit Kunden erfassen, auswerten und aus wiederkehrenden Mustern Verbesserungen vorschlagen/vornehmen.	
Beschwerden der Kunden	CPS können die Beschwerden der Kunden erfassen, teilweise beantworten und direkt in die Arbeitsprozesse weiterleiten.	
Physische Belastungen der Beschäftigten (wie Klima, Temperatur, Lärm, Heben/Tragen, Beleuchtung)	CPS können die physischen Beanspruchungen der Beschäftigten erfassen und auswerten sowie aus Mustern vergleichbarer oder vorgegebener Abläufe Verbesserungen vorschlagen/vornehmen (zum Beispiel Raumtemperatur ändern, Takt von Arbeitsgriffen ändern).	
Psychische Belastungen der Beschäftigten	CPS können die psychischen Beanspruchungen der Beschäftigten erfassen und auswerten sowie aus Mustern vergleichbarer oder vorgegebener Abläufe Verbesserungen vorschlagen/vornehmen (zum Beispiel Erinnerung an regelmäßige Pausen).	

Themen des KVP und autonome technische Systeme (CPS)		Tabelle 1
Themen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) – Beispiele (nicht berücksichtigt: die Überprüfung der Strategie)	Unterstützung durch autonome technische Systeme (CPS) – idealtypische Beispiele (Datenschutz vorausgesetzt)	
Thema des Verbesserungsprozesses: Arbeitsmittel		
Erfüllung der Arbeitsanforderungen	CPS können erfassen, wie die Arbeitsmittel ausgelastet und bedient werden und ob sie die Anforderungen der Arbeitsaufgabe erfüllen (zum Beispiel unnötige Eingriffe beim Bedienen/Überwachen, ungeplante Eingriffe, unkontrolliert bewegte oder wegfliegende Gegenstände, Stäube, Dämpfe oder Rauche, unkontrolliertes Austreten gefährlicher Stoffe oder optischer Strahlung, Lärm, Vibration); CPS können diese Daten auswerten und aus Mustern vergleichbarer oder vorgegebener Abläufe Verbesserungen vorschlagen/vornehmen.	
Produktivität der Arbeitsmittel	CPS können Produktivität über Material-, Zeit-, Ergebniskontrolle erfassen und auswerten sowie Verbesserungen vorschlagen/vornehmen (zum Beispiel optimale Einrichtung einer Maschine an andere Maschinen weitergeben – verkettete Arbeitsmittel).	
Nutzung und Zustand der Schutzeinrichtungen	CPS können den Zustand und die Nutzung der Schutzeinrichtungen erfassen und auswerten (zum Beispiel Manipulation von Schutzeinrichtungen, Funktionsverlust von sicherheitsrelevanten Einrichtungen) sowie aus Mustern vergleichbarer oder vorgegebener Abläufe Verbesserungen vorschlagen/vornehmen.	
Ergonomische Nutzung der Arbeitsmittel	CPS können Bewegungsfreiraum, Arbeitstempo und Arbeitsrhythmus der Arbeitsmittel an die unterschiedlichen Körpermaße anpassen und die Lage der Zugriffstellen ergonomisch gestalten.	
Störungen, technische Fehler, Mängel, Unfälle	CPS können Fehler und Störungen erfassen, auswerten und aus Mustern vergleichbarer oder vorgegebener Abläufe Verbesserungen vorschlagen/vornehmen (zum Beispiel benötigte Arbeitsmittel gut erreichbar, besserer Materialfluss, optimalere Bewegungsabläufe).	
Zustand der Instandhaltung, Inspektion	CPS können Teilbereiche von Instandhaltungsarbeiten auch ortsunabhängig eigenständig durchführen und dokumentieren.	
Schnittstellenprobleme Arbeitsmittel – intelligente Software	CPS können Schnittstellen und Bedienprobleme erfassen und direkt Hilfen anbieten (zum Beispiel durch Bereitstellung von Informationen, Anpassung an individuelle Voraussetzungen des Bedieners, individuelle Auslegung von Signalen, Anzeigen).	

Funktionen von CPS in KVP

Die grundlegende methodische Systematik, die dem KVP (und vielen auf dem KVP basierenden Managementsystemen) zugrunde liegt, ist der PDCA-Zyklus: Planen (**p**lan) – Durchführen (**d**o) – Überprüfen (**c**heck) – Verbessern (**a**ct).¹⁷ Der PDCA-Zyklus sollte auch Grundlage eines KVP sein, der mithilfe von autonomen technischen Systemen (oder eine vergleichbare methodische Systematik) erfolgt. Diese Zyklus-Systematik sollte bereits bei der Anschaffung der Systeme beziehungsweise ihrer Programmierung berücksichtigt werden. Dies gilt für alle Anwendungsbereiche und Stufen eines CPS-gestützten KVP.

In der Tabelle 1 sind in der linken Spalte die möglichen einzelnen Themen eines KVP zu finden und in der rechten Spalte idealtypische Beispiele, wie autonome technische Systeme den KVP unterstützen können. Deutlich wird hier, dass die autonomen technischen Systeme vor allem im Bereich der Wirksamkeitskontrolle der festgelegten Maßnahmen unterstützen können.

Einführung und Integration von CPS-unterstütztem KVP

Es gibt unter anderem zwei Wege, wie KVP als Bestandteil von autonomen technischen Systemen eingeführt werden kann:

- **Spezielle KVP-Anwendung:** Der Betrieb überlegt, ob ein Dienstleister ein spezielles Tool/App anbietet, mit dem der KVP durch autonome technische Systeme unterstützt wird, indem das KVP-Tool auf andere autonome technischen Systeme zurückgreifen und die Daten entsprechend auswerten kann (zum Beispiel auf die Daten verketteter Arbeitsmittel, autonome Personaleinsatzplanung).
- **Integrierte KVP-Anwendung:** Der Betrieb achtet darauf, dass in anzuschaffende autonome Systeme beziehungsweise in selbst zu programmierende Systeme ein KVP integriert ist beziehungsweise wird.

¹⁷ vgl. u. a. Deming 1986, S. 88f., Imai 1993, S. 32ff.; Sommerhoff 2013, S. 41f.; Zink 1995, S. 130

Bei beiden Möglichkeiten sind die speziellen Maßnahmen zu beachten, die bei Einführung autonomer Systeme generell gelten. ▶ *Siehe unten aufgeführte Umsetzungshilfen.* Auch für einen CPS-unterstützten KVP gilt, dass die Kultur der kontinuierlichen Verbesserung eine wesentliche Voraussetzung ist, um einen wirkungsvollen Verbesserungsprozess zu gestalten, um das Unternehmen an veränderte Rahmenbedingungen in einem schwierigen, volatilen Marktumfeld kontinuierlich anzupassen und eine erfolgreiche Transformation in ein digitales Unternehmen zu bewirken.¹⁸

Da die Umsetzung des KVP durch kleine Innovationsschritte, kurze

Planungsdauer und geringe Investitionen gekennzeichnet sein sollte, ist zu empfehlen, den CPS-unterstützten KVP schrittweise zu entwickeln und einzuführen.¹⁹ Begonnen werden kann auf Basis vorhandener 4.0-Technologie. Mittlerweile halten mobile Endgeräte, wie Smartphones, Tablets oder auch Smartwatches, verstärkt Einzug in die Unternehmen oder können zu geringen Kosten bereitgestellt werden. Mithilfe dieser mobilen Endgeräte und entsprechender Software (Apps) können Beschäftigte unterstützt werden, ihr Ideenpotenzial bestmöglich auszuschöpfen und ihr Wissen schneller in Verbesserungsideen zur Optimierung der

betrieblichen Abläufe und Prozesse umzuwandeln.²⁰ Verbesserungsvorschläge können von jedem Beschäftigten direkt am jeweiligen Arbeitsplatz meist intuitiv und mit geringem Aufwand erfasst und an die für den KVP verantwortliche Stelle weitergeleitet werden. Die Erfassung der Verbesserungsvorschläge kann durch Aufnahme multimedialer Daten, wie zum Beispiel Bild, Sprache oder Video, ergänzt werden. Verbesserungsprozesse können mithilfe der intelligenten Software (inkl. KI) zudem automatisch eingeleitet und die Maßnahmenumsetzung kontinuierlich überwacht und ganz oder teilweise gesteuert werden.

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen eines CPS-unterstützten KVP sind unter anderem:

- Identifikation und Hebung zusätzlicher Verbesserungspotenziale durch Nutzung einer umfassenden Datengrundlage von hoher Qualität.
- Geringerer personaler Aufwand, um Schwachstellen und Fehler sowie Verbesserungspotenziale zu identifizieren und umzusetzen.
- Sehr schnelle Umsetzung der Verbesserungen beinahe in Echtzeit.
- Konsequente Nutzung des KVP für alle Prozesse im Unternehmen.
- Schnellere Nutzung und Einbindung von Vorschlägen und Erfahrungswissen von Führungskräften und Beschäftigten in den Arbeitsablauf.
- Schnellere Nutzung und Einbindung von Vorschlägen und Bedarfen von Kunden in der Produktentwicklung und der Erbringung der Dienstleistungen.
- Schnellere Ermittlung von Kunden- und Mitarbeiterzufriedenheit.
- Führungskräfte und Beschäftigte erzielen mit einer in der Arbeitswelt 4.0 konsequent fortgeführten

Strategie des KVP diverse Vorteile; sie erkennen Verschwendung, verbessern die Wertschöpfung in ihrem eigenen Arbeitsbereich, reduzieren damit meist auch Belastungen, steigern ihre Einflussmöglichkeit auf die Prozesse und verschaffen sich somit auch Erfolgserlebnisse.²¹

Gefahren eines CPS-unterstützten KVP sind unter anderem:

- Bei unstrukturiertem Vorgehen können unübersichtliche Datenmengen entstehen, deren Auswertung sich immer weiter erschwert.
- Die Qualität der Daten ist nicht ausreichend und es werden keine zuverlässigen Ergebnisse geliefert.
- CPS lernen in die „falsche Richtung“ und setzen Verbesserungsvorschläge um, die die Prozesse gefährden.
- Es werden von den Systemen personenbezogene Daten der Führungskräfte, Beschäftigten und Kunden erfasst, ohne dass der Datenschutz geregelt ist.
- Das autonome technische KVP-System ist anfällig für Angriffe

Dritter, wenn die Datensicherheit nicht gewährleistet ist.

- Die Akzeptanz der Führungskräfte und Beschäftigten für den CPS-gestützten KVP ist nicht gegeben, wenn die Einführung nicht erläutert wird und die Kompetenz im Umgang mit den Systemen nicht vorhanden ist.
- Die Kompatibilität des CPS-unterstützten KVP mit den bestehenden Softwareanwendungen ist nicht gegeben. Dies führt zu Störungen und Belastungen.
- Kreativitätsprozesse und Innovationen können unterbunden werden, wenn ein durch intelligente Software (inkl. KI) strukturierter KVP zu stark standardisiert und formalisiert wird. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.4 Organisation von Wissen in 4.0-Prozessen.*
- Durch eine zu starke (Teil-)Steuerung mittels autonomer technischer Systeme können Möglichkeiten verloren gehen, da das Erfahrungswissen von Führungskräften und Beschäftigten zu wenig berücksichtigt wird.

¹⁸ Isaak 2015

¹⁹ Eilermann 2015

²⁰ Fraunhofer 2019

²¹ Marks 2016, S. 42

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Bei der Einführung eines CPS-unterstützten KVP sollten unter anderem folgende Maßnahmen berücksichtigt werden › *siehe Umsetzungshilfe 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation:*

- Festlegen, in welchem Anwendungsbereich und in welchen Themenbereichen der CPS-unterstützte KVP eingeführt werden soll (Gesamtprozess/Teilprozesse, Themenbereiche, geschlossene Betriebsanwendungen/offene Anwendungen).
- Festlegen, welche Funktionen und Stufen der CPS-unterstützte KVP realisieren soll: Erfassen, Analysieren, Lösungsvorschläge unterbreiten, teilautonome Steuerung (hybrider KVP), autonome Steuerung.
- Festlegen, welche Verbesserungen durch den CPS-unterstützten KVP erzielt werden sollen (Ziele).
- Festlegen, wie die Führungskräfte und Beschäftigten in den CPS-unterstützten KVP eingebunden werden, und sicherstellen, dass Erfahrungswissen und Zufriedenheit der Führungskräfte und Beschäftigten erhalten bleiben.
- Führungskräfte und Beschäftigte bei der Einführung des CPS-unterstützten KVP einbeziehen und beteiligen beziehungsweise gesetzliche Interessenvertretungen (Betriebs- und Personalrat) entsprechend ihrer jeweiligen Aufgaben beteiligen. Beteiligungsorientierte Lösungen schaffen meistens gute Ergebnisse.
- Die Rahmenbedingungen festlegen wie zum Beispiel: Ist-Zustand dieses Bereichs oder Prozesses erfassen, Herausforderungen zur Erreichung des Zielzustands identifizieren sowie konkrete Maßnahmen zur Zielerreichung festlegen, Zeitraum festlegen, in dem die Maßnahmen umgesetzt, Ergebnisse erzielt und gegebenenfalls der Zielzustand erreicht werden sollen.
- Die Qualität der Daten entscheidet über die Zuverlässigkeit der Ergebnisse, die die autonomen

technischen Systeme für den KVP liefern. Analysieren, welche Daten für Zwecke des KVP zur Verfügung stehen beziehungsweise welche dazu benötigt werden. Dabei auch die Daten zu einer präventiven Arbeitsgestaltung berücksichtigen (Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, Risikoabwägung). › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*

- Die Anforderungen an die Muster der Auswertung (Data-Mining) und die „Lernrichtung“ der intelligenten Software (inkl. KI) beschreiben beziehungsweise mit Anbieter/IT-Experten abklären.
- Überlegen, welche Daten das autonome System benötigt, um verlässliche Ergebnisse liefern zu können. Falls diese Daten nicht zur Verfügung stehen beziehungsweise nicht erhoben werden können, sollte das autonome System für den KVP nicht verwendet werden.
- Mit Führungskräften, Beschäftigten und Kunden vereinbaren, wie mit den personenbezogenen Daten umgegangen werden soll. Dazu gehören auch die Daten, die einen Rückschluss auf die Person zulassen und die Weiterverarbeitung personenbezogener Daten (Rekontextualisierung wie Nutzung von Daten für andere Anwendungen, für die sie ursprünglich nicht erhoben wurden). Personenbezogene Daten müssen von den betroffenen Personen wieder zu löschen sein (Datensouveränität). › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebs- und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*
- Nur 4.0-Dienstleistungen (zum Beispiel Clouds, Tools, Plattformen) verwenden/beauftragen, die sichere, verlässliche und qualitätsgesicherte (möglichst zertifizierte) Leistungen garantieren, sodass gesundheitsgerechte und zuverlässige Arbeitsabläufe möglich sind (auch Notfallmanagement zum Beispiel bei Ausfall der Systeme). Überprüfen, ob Open-Source-An-

wendungen möglich sind – auch hier die Vertraulichkeit überprüfen. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud.*

- Die Führungskräfte und Beschäftigten können aus eigener Souveränität in den CPS-unterstützten KVP eingreifen, wenn es ihnen erforderlich erscheint. Dazu sind Verfahren vereinbart, die die wirtschaftlichen Bedingungen und personalen Rechte berücksichtigen sowie die technischen Voraussetzungen sicherstellen.
- Bei hybriden und autonomen CPS-gesteuerten KVP ist festgelegt und nachvollziehbar, wer jeweils die Handlungsträgerschaft besitzt (Mensch/autonome Systeme mit intelligenter Software). › *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).*
- Das CPS dokumentiert und speichert, an welchen Stellen und wie (Zeitpunkt und Zugriffsregelungen) in einem 4.0-Prozess die Software beziehungsweise der Mensch die Entscheidungen trifft und zuständig ist (Verantwortung besitzt), auch um eventuelle Haftungsfragen im Nachhinein klären zu können.
- Den am KVP beteiligten Führungskräften und Beschäftigten den Sinn und die Vorgehensweise der kontinuierlichen Verbesserung sowie die Wichtigkeit von Standards erklären.
- Sowohl Zeit für die Entwicklung, den Austausch von Ideen einplanen als auch Diskussionsmöglichkeiten oder KVP-Workshops zeitlich, thematisch und räumlich begrenzen (auch bestehende Teambesprechungen nutzen).
- Führungskräfte und Beschäftigte bei Bedarf schulen oder trainieren, unter anderem zur Nutzung der Instrumente (Verbesserungskarten, Arbeitstabeln, Problemfindung, Moderation von Workshops, Beobachten vor Ort, Diskussionskultur).

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Anders, J. (2016). *Gut, besser, ständig verbessert: KVP-Kongress in Neckarsulm*. QZ Qualität und Zuverlässigkeit, 61(3), S. 70–72.
- ArbSchG – Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG) (1996).
- BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. (2002). *Leitfaden für Arbeitsschutzmanagementsysteme*. Dortmund: BAuA.
- Bauernhansl, T. (2017). Die Vierte Industrielle Revolution: Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma. In B. Vogel-Heuser, T. Bauernhansl, & M. Ten Hompel (Hrsg.), Springer Reference Technik. *Handbuch Industrie 4.0 Bd.4. Allgemeine Grundlagen* (2. Aufl., S. 1–31). Berlin: Springer Vieweg.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*; Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, (2. Aufl., S. 88).
- DGQ – Deutsche Gesellschaft für Qualität. (2014). *KVP – Der Kontinuierliche Verbesserungsprozess*. München: Hanser Verlag.
- DGQ – Deutsche Gesellschaft für Qualität. (2009). *Managementsysteme – Begriffe*. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag.
- DIN 55350-11:2008-05: *Begriffe zum Qualitätsmanagement – Teil 11*. Berlin: Beuth Verlag.
- DIN EN ISO 9001:2015-11: *Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen*. Berlin: Beuth Verlag.
- DIN EN ISO 14001:2015-11: *Umweltmanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung*. Berlin: Beuth Verlag.
- DIN ISO 45001:2018-06: *Arbeitsschutzmanagementsysteme – Anforderungen mit Leitlinien zur Anwendung*. Berlin: Beuth Verlag.
- Eilermann, B. (2015). *KVP Moderation und Industrie 4.0: Notwendigkeit von erweiterten Fähigkeiten beim KVP Moderator im Kontext von Industrie 4.0*. KVP Institut GmbH Gesellschaft für Beratung und Weiterbildung. KVP Kongress, Neckarsulm. <http://www.kvp.de/kvp-kongress/veranstaltungsarchiv/programm-2015/>. Zugegriffen: 02.02.2019.
- Fraunhofer (2019). *KVP-APP*. <http://www.fraunhofer.at/de/software---tools/fraunhofer-kvp-app.html>. Zugegriffen: 02.02.2019.
- Imai, M. (1993) *Kaizen: Der Schlüssel zum Erfolg im Wettbewerb*. 9. Aufl. München: Wirtschaftsverlag Langen Müller Herbig.
- Isaak, W. (2015). *KVP – Können, Tun und Wollen? Denkstrukturen oder KVP Prozesse verändern?* KVP Institut GmbH Gesellschaft für Beratung und Weiterbildung. KVP Kongress, Neckarsulm. <http://www.kvp.de/kvp-kongress/veranstaltungsarchiv/programm-2015/>. Zugegriffen: 02.02.2019.
- Jeske, T. (2016). *Digitalisierung und Industrie 4.0*. Leistung & Entgelt. Nr. 2, 2016. Bergisch-Gladbach: Joh. Heider Verlag GmbH.
- Marks, T. (2016). Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)/Kaizen. In ifaa-Edition, *5S als Basis des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses* (S. 41–49). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-48552-1_7. Zugegriffen: 02.02.2019.
- Schat, H.-D. (2005). *Ideen fürs Ideenmanagement: betriebliches Vorschlagswesen (BVW) und kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) gemeinsam realisieren (1. Aufl.)*. Köln: Wirtschaftsverlag Bachem.
- Schlick, C., Bruder, R., & Luczak, H. (2010). *Arbeitswissenschaft*. Berlin: Springer.
- Sommerhoff, B. (2013). *EFQM zur Organisationsentwicklung*. München: Carl Hanser Verlag.
- Zink, K. J. (1995). *TQM als integratives Managementkonzept*. München, Wien: Carl Hanser Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebs- und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud

2.4.5 CPS-gesteuerte Wertschöpfungsketten (smarte Wertschöpfungsprozesse)



■ **Stichwörter:** vertikale Wertschöpfungskette, horizontale Wertschöpfungskette, sich selbst optimierende Wertschöpfungskette, virtuelle Unternehmen, Gestaltungskompetenz

> Warum ist das Thema wichtig?

In immer mehr Unternehmen wird im Bereich der Prozesssteuerung und Prozessorganisation von Fertigungs- und Dienstleistungsabläufen mit neuartigen Einsätzen von cyber-physischen Systemen (CPS)¹ in 4.0-Prozessen² experimentiert. Betriebe versuchen unter Verwendung von intelligenter Software³ mit ihren Modellen künstlicher Intelligenz die

innerbetriebliche (vertikale) Steuerung von Produktions- und Dienstleistungsabläufen zu kombinieren mit zwischenbetrieblichen und betriebsübergreifenden (horizontalen) Wertschöpfungsketten (smarte Wertschöpfungsketten). Dabei werden auch Zulieferer und Kunden in die Wertschöpfungsbeziehungen integriert.⁴ Zukünftig könnten die Entschei-

dungen in Wertschöpfungen nicht mehr primär innerhalb des Betriebes, sondern in übergreifenden Kontexten und Plattformen stattfinden. Dies konfrontiert Führungskräfte und Beschäftigte (beziehungsweise die Interessenvertretung) in naher Zukunft mit weitreichenden, neuen Herausforderungen, auf die sich alle Beteiligten vorausschauend vorbereiten sollten.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: CPS-gesteuerte horizontale Wertschöpfungsketten

In wachsendem Maße werden in den Bereichen Fertigung, Dienstleistung und Verwaltung die Arbeitsabläufe neu organisiert und in 4.0-Prozesse transformiert. Dabei stehen oft vor allem die internen Vorgänge (vertikale Wertschöpfungskette) im Vordergrund. Auf der Basis dieser Neugestaltung von Abläufen können auch die betriebsübergreifenden respektive zwischenbetrieblichen

Wertschöpfungsprozesse (horizontale Wertschöpfungskette) umgebaut werden. Dadurch sollen etwa externe Auftragssetzungen, externe Beschaffungen, externe Logistik- und Montagevorgänge, Beziehungen zu Lieferanten und Servicediensten, Standortintegrationen, Finanzakteure und Finanzverwaltungen, Personaleinsätze, Arbeitszeiten mithilfe von Anwendungen intelligenter Software (inkl. der KI) standortübergreifend erfasst und letztlich beinahe in Echtzeit

ganz oder teilweise gesteuert sowie rechtsverbindlich vollzogen werden. > *Siehe auch Umsetzungshilfen 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI); 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI); 2.1.3 Restrukturierungsprozesse durch 4.0-Prozesse: 2.4.1 Prozessplanung mit CPS; 2.1.4. 4.0-Prozesse und agiles kooperatives Change Management.*

Zu den zentralen Zielen der digitalen Transformation in Produktion, Handwerk, Dienstleistung und Verwaltung zählt auch in kleinen und mittleren Unternehmen die organisatorische und technische Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die vertikalen und horizontalen Prozessabläufe. Dies kann den kompletten Wertschöpfungsprozess be-

treffen (Kernprozesse wie Marketing, Planung/Arbeitsvorbereitung, Personaleinsatz, Leistung/Produktion, Verkauf, aber auch unterstützende Prozesse wie strategische Leitung, Finanzen, Personal, Aufbauorganisation, Beschaffung, Technologieentwicklung/Innovation).⁵ Bei der Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Wertschöpfungspro-

zesse werden die Entscheidungsprozesse von Führung und Beschäftigten nicht nur qualifiziert vorbereitet, sondern es soll erreicht werden, dass immer mehr Entscheidungen durch die intelligente Software (inkl. KI) selbst getroffen werden. > *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen.* Mithilfe von cyber-physischen Systemen und intelli-

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁴ Schröter 2017

⁵ Porter 2000. S. 200

gener Software (inkl. KI) sollen „sich selbst optimierende Wertschöpfungsketten“ entstehen, die sich selbst ganz oder teilweise autonom steuern.

Ein Leitgedanke dabei ist eine weitreichende Flexibilisierung: Beinahe in Echtzeit kann jeder Auftrag eine andere Wertschöpfungskette auslösen. Dabei kann intelligente Software (inkl. KI) als technisches „Gelenkstück“ zwischen den internen und externen Wertschöpfungsbeziehungen fungieren. Dadurch können stärker als bisher Kunden direkt in die Wertschöpfung eingebunden werden. Das ermöglicht die Realisierung von individualisierten, auf Kundenwünsche zugeschnittenen Produkten und Dienstleistungen mit jeweils ad hoc zusammengestellten Wertschöpfungsketten, in denen die Akteure entsprechend den Kundenwünschen von der intelligenten Software ausgewählt werden. Von intelligenter Software (inkl. KI) gesteuerte Wertschöpfungsketten sind aktuell noch selten realisiert, werden jedoch in einer Reihe von Unternehmen und Forschungseinrichtungen vorbereitet und in Sequenzen erprobt.

Ein Messtechnik-Hersteller, der bereits in diesem Feld experimentiert, formuliert seine Erfahrungen folgendermaßen: *Eine von intelligenter Software gesteuerte horizontale Wertschöpfungskette lässt neue Wertschöpfungsnetzwerke entstehen, die sich durch eine verbesserte Zusammenarbeit, Koordination und Transparenz auszeichnen. (...) Dadurch lassen sich nahezu alle Geschäftsprozesse auslagern. Das Ergebnis sind sich verschiebende Unternehmensgrenzen und die Entstehung virtueller Unternehmen.*⁶

Für kleinere Betriebe kann durch die smarten Wertschöpfungsprozesse eine Barriere entstehen, die sie von Aufträgen ausschließt. Die intelligente Software (inkl. KI) will beinahe in Echtzeit wissen, ob etwa Kompetenzen, Kapazitäten, Services, Material, Personal, Arbeitszeit, Verfügbarkeiten für eine umgehend zu erfolgende Auftragserteilung online bereitstehen. Firmen, die diese Daten nicht flexibel bereitstellen können, werden von diesen autonomen Softwaresystemen als nicht existent betrachtet.

Kleine und mittlere Unternehmen sollten daher bereits bei der Integration von 4.0-Technologien darauf achten, dass ihre Daten mit den autonomen Softwaresystemen der Wertschöpfungsketten kompatibel sind. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation.* Die Chancen zum Sammeln von Erfahrungen mit softwaregesteuerten Wertschöpfungsketten steigen für kleine und mittlere Betriebe, wenn sie mit anderen Unternehmen in Unternehmensnetzwerken kooperieren. Derartige Zusammenschlüsse erleichtern das Experimentieren, weil mehr Ressourcen genutzt werden können.

In größeren Unternehmen sollten diese Wertschöpfungsketten zunächst in Experimentierräumen vorbereitet, entwickelt und erprobt werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.4 4.0-Prozesse und agiles kooperatives Change Management.*

Dabei empfiehlt es sich, Beschäftigte und Interessenvertretungen einzubeziehen.⁷

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen von CPS-gesteuerten horizontalen Wertschöpfungsketten sind unter anderem:

- Produktions-, Dienstleistungs- und Verwaltungsabläufe in besonderem Maße zeit-, energie- und materialeffizient zu strukturieren.
- Nach der Implementierung smarter Wertschöpfungsketten kann die Produktivität auch in kleinen und mittleren Unternehmen erhöht werden.
- Direkte Einbindung der Kunden in den Wertschöpfungsprozess.
- Neue Angebote kundennaher personalisierter Produkte und Dienstleistungen, mit denen neue Märkte vorbereitet und erschlossen werden können.

Gefahren von CPS-gesteuerten horizontalen Wertschöpfungsketten sind unter anderem:

- Führungskräfte und Beschäftigte können Sorge haben, dass Teile der Wertschöpfung und Arbeitstätigkeiten verlagert werden.
- Die autonome Auswahl der Geschäftspartner über intelligente Software (inkl. KI) kann dazu führen, dass Kriterien wie Qualität, Nachhaltigkeit, Sicherheit und Gesundheit nicht berücksichtigt werden.
- Die zunehmend von Software dominierte Kommunikation in Wertschöpfungsprozessen kann dazu führen, dass soziale Beziehungen zurückgedrängt werden und somit vertrauensvolle Geschäftsbeziehungen nicht mehr aufgebaut oder gepflegt werden können.
- Durch die Verlagerung von Tätigkeiten außerhalb der Betriebsgrenzen können Kompetenzen

verloren gehen, die dann mittel- und langfristig für Innovationen und ein nachhaltiges Wachstum fehlen.

- In smarten Wertschöpfungsketten kann die Durchschaubarkeit für Führungskräfte und Beschäftigte abnehmen. Es kann schwieriger werden, Prozessabläufe nachzuvollziehen und zu verstehen.
- Fehlende Informationen über und fehlende Kompetenzen im Umgang mit smarten Wertschöpfungsketten können dazu führen, dass Führungskräfte und Beschäftigte die smarten Wertschöpfungsketten weniger akzeptieren.
- Betriebe, die sich nicht mit den smarten Wertschöpfungsketten auseinandersetzen, können Wettbewerbsnachteile haben.

⁶ Experteninterview im BMBF-Verbundprojekt Prävention 4.0.

⁷ FST – Forum Soziale Technikgestaltung 2019

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Den Betrieben wird empfohlen, sich frühzeitig über die Chancen und Möglichkeiten smarter Wertschöpfungsketten Gedanken zu machen. Dabei sind unter anderem folgende Maßnahmen zu empfehlen.

- Person bestimmen, die sich über die Möglichkeiten smarter Wertschöpfungsketten in der Branche informiert, zum Beispiel auf Veranstaltungen der Kammern und Verbände, Fachzeitschriften.
- Führungskräfte sollten in einem Workshop strategisch überlegen, welche Möglichkeiten smarte Wertschöpfungsprozesse für die Arbeitsabläufe bieten. Dabei gegebenenfalls externen Experten hinzuziehen.
- Führungskräfte sollten Qualitätskriterien festlegen, die die smarten Wertschöpfungsprozesse erfüllen sollen, zum Beispiel Nachhaltigkeit, Qualität, Ethik, Sicherheit und Gesundheit. › *Siehe Umsetzungshilfen 4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse; 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)*. Dazu gehört auch die Überlegung, wie Kernkompetenzen im Betrieb gehalten oder geschäftsrelevante Grundlagen bewahrt werden.
- Der Betrieb sollte bei der Einfüh-

rung smarter Wertschöpfungsprozesse die Kriterien kennen und mitbestimmen, nach denen die Software Geschäftspartner auswählt.

- Überprüfen, welche Anforderungen des Datenschutzes, der Datensicherheit und der Datenqualität an die Prozesse der smarten Wertschöpfungskette gestellt werden. › *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen; 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen; 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen*.
- Risiken kennen und bewerten. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen*.
- Bei der Integration sollte überlegt werden, ob die 4.0-Technologien im Betrieb Schnittstellen für segmentierte Wertschöpfungsprozesse besitzen. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation*.
- Überlegen, ob der smarte Wertschöpfungsprozess in einer Experimentierphase getestet werden kann. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.4 4.0-Prozesse und agiles kooperatives Change Management*.
- Überprüfen, ob gemeinsame Ex-

perimentierphasen mit anderen Unternehmen möglich sind, um Ressourcen zu sparen, zum Beispiel gemeinsame IT-Experten nutzen.

- Überlegen, ob Kompetenzen im Umgang mit den smarten Wertschöpfungsketten bei Führungskräften und Beschäftigten aufgebaut sind. Dabei eventuell technische Möglichkeiten nutzen. › *Siehe Umsetzungshilfen 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0; 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen; 1.4.5 Lernformen 4.0*.
- Führungskräfte sollten reflektieren, inwieweit smarte Wertschöpfungsprozesse die Unternehmenskultur positiv oder negativ beeinflussen können. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen*.
- Führungskräfte und Beschäftigte frühzeitig in die Überlegungen einbeziehen und ihre Erfahrungen nutzen. In Betrieben mit Betriebs- oder Personalrat überprüfen, ob mitbestimmungs- oder mitwirkungspflichtige Tatbestände betroffen sind. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.6.2 Mitwirkung und Mitbestimmung in der Arbeit 4.0*.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Bauer, W., & Schlund, S. (2018). Wandel der Arbeit in indirekten Bereichen – Planung und Engineering. In H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann & J. Niehaus (Hrsg.), *Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen* (S. 81–98). Baden-Baden: Nomos.

Born H. J. (2018). Evolutionäre Geschäftsmodelle im Maschinenbau. In H. J. Born (Hrsg.), *Geschäftsmodell-Innovation im Zeitalter der vierten industriellen Revolution*. Wiesbaden: Springer Vieweg.

FST – Forum Soziale Technikgestaltung (2019). *Betriebs- und Personalräte*

könnten „autonome Software-Systeme“ für sich nutzen. URL <http://www.blog-zukunft-der-arbeit.de/betriebs-und-personalraete-koennten-autonome-software-systeme-fuer-sich-nutzen/>. Zugegriffen: 31.01.2019.

HBM-Strategie-Papier (2019). *Zusammenarbeit effizienter gestalten: Horizontale und vertikale Vernetzung zwischen Unternehmen*. <https://www.hbm.com/de/6265/horizontale-und-vertikale-ernetzung-zwischen-unternehmen/>. Zugegriffen: 31.01.2019.

Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Umsetzungsempfehlungen für*

das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V., München.

Kaufmann T., & Forstner, L. (2014). Die horizontale Integration der Wertschöpfungskette in der Halbleiterindustrie – Chancen und Herausforderungen. In Th. Bauernhansl, M. ten Hompel & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung – Technologien – Migration* (S. 359–367). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Porter, M. E. (2000). *Wettbewerbsvorteil-*

le: *Spitzenleistungen erreichen und behaupten* (6. Aufl.) Frankfurt am Main: Campus Verlag.

Schröter, W. (2014). Identität in der Virtualität. In W. Schröter (Hrsg.), *Identität in der Virtualität* (S. 119–136). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.

Schröter, W. (2017). Selbstbestimmung

zwischen „nachholender Digitalisierung“ und „autonomen Software-Systemen“. Wenn Betriebsräte „vorausschauende Arbeitsgestaltung“ erproben. In W. Schröter (Hrsg.), *Autonomie des Menschen – Autonomie der Systeme. Humanisierungspotenziale und Grenzen moderner Technologien*

(S. 187–256). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.

Spath, D., Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., & Schlund, S. (Hrsg.). (2014). *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer-Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams
- 1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 2.1.3 Präventive Aspekte einer Restrukturierung bei 4.0-Prozessen
- 2.1.4 4.0-Prozesse und agiles kooperatives Change Management
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS

2.5.1 Anforderungen an eine Cloud



■ **Stichwörter:** Cloud-Dienstleistungen, Managed Security Services (MSS), Notfallmanagement, Qualitätsstandards, Security as a Service (SecS), Sicherheitsmanagement, Vertragsgestaltung, Zertifizierungen

> Warum ist das Thema wichtig?

Cloud Computing ist eine Basistechnologie¹ der 4.0-Prozesse², ohne die cyber-physische Systeme³ mit ihrer intelligenten Software⁴ nicht funktionieren würden.⁵ Über Clouds können Unternehmensprozesse effizienter

und flexibler gestaltet sowie technische und personelle Ressourcen eingespart werden. Da diese 4.0-Technologie⁶ in der Regel von externen Anbietern zur Verfügung gestellt wird, müssen die betrieblichen Anforderungen mit den Leistungen der Cloud

abgeglichen und vereinbart werden, um zum Beispiel die Datensicherheit gewährleisten, den „Besitz“ der Daten sicherstellen und die Verfügbarkeit garantieren zu können.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Cloud

Clouds ermöglichen eine zentrale Speicherung und Bearbeitung umfangreicher Datenmengen im Internet, die für den ortsunabhängigen und geräteübergreifenden Zugriff

eines großen definierten Teilnehmerkreises zur Verfügung gestellt werden sollen. Dabei werden Daten in der Regel auf den Servern des Anbieters gespeichert und unterliegen damit diesen rechtlichen Rahmenbedingungen

(zum Beispiel Allgemeine Geschäftsbedingungen [AGB], Gesetze zum Datenschutz und weitere Länderrechtsprechungen).

Für Clouds stehen verschiedene Modelle zur Verfügung, zwischen denen die Nutzer je nach Anforderungen wählen können. > *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen.* Die jeweiligen Vorteile der Cloud können dann genutzt werden, wenn nicht ausschließ-

lich auf die technische Lösung und den wirtschaftlichsten Cloud-Anbieter geschaut wird, sondern wenn auch die Effektivität, Sicherheit und Wirkung der Arbeits- und Betriebsprozesse, die von dem Cloud-Angebot abhängen, beachtet werden. Hier spielt die präventive Gestaltung der Cloud-Prozesse eine

wichtige Rolle, um störungsfreie und gesundheitsgerechte Arbeitsprozesse zu haben, die die Motivation der Beschäftigten fördern und gleichzeitig effizient und produktiv sind. > *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen.*

> Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Wer Cloud Computing gezielt und systematisch sowie unter Berücksichtigung aller Sicherheitsaspekte nutzt, kann alle Vorteile der Cloud-Dienstleistungen ausschöpfen

und die Effektivität und Effizienz der Prozesse verbessern:

■ Arbeits- und Unternehmensprozesse können unternehmensintern und entlang der Wertschöpfungs-

kette besser vernetzt werden.

■ Es werden Zeit- und Kostengewinne erzielt, zum Beispiel durch die Reduzierung von personellen, finanziellen und zeitlichen Aufwänden

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Appelrath et al. 2014

² Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

³ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

⁴ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁵ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁶ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

für Serverwartung und -bereitstellung. Clouds sind sofort verfügbar.

- Prozesse lassen sich durch schnelle und flexible Zugriffsmöglichkeiten auf benötigte Daten beschleunigen.
- Es entstehen Unterstützungs- und Entlastungsmöglichkeiten, weil beispielsweise den Nutzern eine größere Flexibilität ermöglicht wird.
- Die Speicherkapazität kann dem Bedarf flexibel angepasst werden und steht geräteübergreifend zur Verfügung.
- Der Anbieter ist technisch auf dem neuesten Stand, sodass der Nutzer vom Modernisierungsdruck entlastet wird und dahingehend Investitionen einspart.
- Die Datensicherung wird durch Zuverlässigkeit der Technik verbessert. Der Aufwand für Back-ups verringert sich und erfolgt geräteunabhängig.

Gefahren: Fehlende präventive Überlegungen bei der Beauftragung und Nutzung von Cloud-Dienstleistungen können negative Auswirkungen auf den Betrieb, die Beschäftigten und andere Nutzer haben.⁷ Störungen der Betriebsprozesse und Belastungen der Beschäftigten sowie Nutzer entstehen zum Beispiel durch:

- Ungenügendes Sicherheits- und Notfallmanagement des Cloud-Anbieters – zum Beispiel Datenverlust beziehungsweise Störung des Informationsflusses, Ausfall der Internet- oder Netzverbindung, Fehler in

der Cloud-Administration

- Nicht gebrauchstaugliche Software (Usability) des Cloud-Anbieters, fehlende Interventionsmöglichkeiten oder Fehler in Cloud-Programmen beziehungsweise nicht auf den Arbeitsprozess abgestimmte Programme
- Nutzung von Cloud-Software, die nicht zu den Prozessen im Betrieb passt und ihre Umsetzung erschwer
- Fehlende Aspekte der Sicherheit und Gesundheit in dem Anwendungsprogramm des Cloud-Anbieters
- Verletzung des rechtlichen Rahmens (Compliance) inklusive der Vorschriften zum Datenschutz, Arbeitsschutz und zur Gesundheit im Betrieb
- Verlust der Kontrolle über die Daten und Anwendungen, zum Beispiel durch organisatorische Mängel beim Cloud-Anbieter – etwa durch unzureichendes Informationssicherheits-Management, Fehlen von Sicherheitsrichtlinien, ungenügende Sicherheitsüberprüfung und ungenügende Schulung der Beschäftigten in Sicherheitsfragen, unzureichende Kontrolle des Zugriffs
- Ausfall von Zugriffsmöglichkeiten auf die betrieblichen Daten durch fehlendes Notfallmanagement beim Cloud-Anbieter oder ungenügendes Schnittstellenmanagement zwischen Anbieter und Betrieb, das von den Beschäftigten kurzfristig

ausgeglichen werden muss beziehungsweise das die Prozesse im Betrieb zum Erliegen bringt

- Verlust von Daten durch Fehlfunktion oder Versagen technischer Systeme und Infrastrukturen beim Cloud-Anbieter – zum Beispiel durch Störung interner Versorgungs- und Kommunikationsnetze, fehlerhafte Implementierung von Standards und Standardlösungen, die zu Inkompatibilitäten oder zu neuen Schwachstellen (Hard- oder Softwareschwachstellen) und -fehlern führen, oder durch Ausfall oder Störung vorhandener Sicherheitseinrichtungen bei fehlendem Sicherheitsmanagement oder auch durch vorsätzliche Handlungen – zum Beispiel durch Manipulation von Geräten und Zubehör, Missbrauch von Zugriffsrechten, Datenmanipulation gespeicherter Daten, Hackerangriffe
- Standortferne des Cloud-Anbieters, die den schnellen persönlichen Notfallservice erschwert beziehungsweise Betriebsdaten unter ausländisches Recht stellt und somit die Sicherheit von Prozessabläufen im Betrieb einschränkt
- Anteilige Bereitstellung von Cloud-Dienstleistungen für verschiedene Kunden oder Bereitstellung verschiedener Programme für einen Kunden bergen die Gefahr unzureichender Trennung von Anwendungen (isolation failure) oder Ausfall von Schnittstellenfunktionalitäten

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Für die Qualität der Cloud-Dienstleistungen gibt es umfassende Qualitätsstandards und Zertifizierungen, die einen detaillierten Rahmen für die Cloud-Anbieter beschreiben.⁸ Diese Standards enthalten eine Vielzahl von präventiven Aspekten, wie sorgfältige Planungen nach Qualitätsprozessen (ISO 9001), ein umfassendes Sicherheits- und Notfallmanagement sowie Informationspflichten gegenüber dem Kunden und Interventionsmöglich-

keiten für den Kunden. Diese Qualitätsstandards und Zertifizierungen richten sich jedoch an Cloud-Anbieter und können für Cloud-Nutzer, darunter auch kleine und mittlere Betriebe, schwer verständlich sein. Im Folgenden werden deswegen einige wesentliche Kriterien für die Cloud-Nutzung für kleine und mittlere Betriebe aus Perspektive der Prävention zusammengefasst.

Vorüberlegungen und Planung des Betriebes

- Welche Leistung des Cloud-Anbieters benötigen wir im Detail (Funktionen, Datenvolumen, Programme, Schnittstellen, Zugriffsmöglichkeiten, Kommunikationswege)?
- Welche Art der Cloud-Lösung ist sinnvoll beziehungsweise auf welche bestehenden Dienste können wir gegebenenfalls zurückgreifen? Welches Bereitstellungsmodell

⁷ BSI 2014a, S. 27ff.

⁸ BSI 2012; BSI 2014a; BSI 2016a; BSI 2016b; Kompetenzzentrum Trusted Cloud 2015; Überblicksstudien: Bernat et al. 2015; Kompetenzzentrum Trusted Cloud 2016

(Private Cloud/Public Cloud/Hybrid Cloud) und welches Dienstleistungsmodell (Speicherplatz/Funktionen/Softwareprogramme) werden gewählt? › *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen.*

- Welchen Schutzbedarf haben wir für unsere Aufgaben in der Cloud (Informationen, Anwendungen, Systeme und Cloud-Services in Schutzbedarfskategorien einteilen)?
- Welche rechtlichen Rahmenbedingungen sind zu beachten (Compliance) (zum Beispiel Datenschutz, Arbeits- und Gesundheitsschutz)?
- Welche Risiken gibt es und wie schätzen wir sie ein (Risikoanalyse/Gefährdungsbeurteilung)?
- Welche spezifischen Sicherheitsanforderungen müssen die Cloud und die über die Cloud geregelten Prozesse erfüllen?
- Können zusätzliche Sicherheitsdienstleister beauftragt werden, die beispielsweise den Weg der Daten verfolgen und/oder Datenverschlüsselungen vornehmen? Dabei stehen zwei Modelle zur Verfügung:
 - › Security as a Service (SecS) = standardisierte Leistung eines Dienstleisters/Providers. Der Dienstleister hält dabei die benötigte Sicherheitstechnik als Service zentral auf seiner Cloud zur Verfügung.
 - › Managed Security Services (MSS) = Dienstleister, der vom Unternehmen vorgegebene Leistungsanforderungen umsetzt und maßgeschneiderte Lösungen anbietet.
- Wurde auf Grundlage der Vorüberlegung und Planung eine Kosten-Nutzen-Abschätzung vorgenommen (zum Beispiel Kosten für Cloud-Nutzung, interner Administrationsaufwand, Qualifizierung der Beschäftigten, neue IT und Netzanbindungen, Kosten für Einführung, Einsparungen)?

- Wie kann die Cloud-Nutzung in den Arbeitsprozess integriert werden?
- Sind die angebotenen Cloud-Dienstleistungen (Programme) kompatibel mit der Software im Betrieb? Welche weiteren Anforderungen bestehen an die Software des Cloud-Anbieters?
- Ist der Einsatz der Cloud von uns ausreichend softwaretechnisch vorbereitet beziehungsweise besitzen wir die erforderlichen Voraussetzungen, damit die Umsetzung in eine Cloud gelingen kann (zum Beispiel Datenformate, Einhaltung von Standards)?
- Wie können die Beschäftigten auf die Cloud-Lösung vorbereitet werden (zum Beispiel Erfahrungen einbinden, an Lösungen beteiligen, Akzeptanz herstellen/motivieren, Kompetenzen erweitern/qualifizieren)?
- Welche Vor- und Nachteile haben geschlossene Betriebsanwendungen und offene Anwendungen? › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen.*

Kriterien für die Wahl des geeigneten Cloud-Anbieters⁹

Zur Überprüfung der Eignung eines Anbieters sollten unter anderem folgende Kriterien berücksichtigt werden:¹⁰

- Standorte, an denen die Informationen verarbeitet und gespeichert werden (möglichst regionale Anbieter mit direktem persönlichen Support)
- Rechtliche Rahmenbedingungen (zum Beispiel geltendes Landesrecht)
- Empfehlungen, Rankings, überprüfbare Referenzen oder Bewertungsmatrizen von (möglichst unabhängigen) Organisationen und Kunden
- Klärung, ob Cloud-Computing das Kerngeschäft des Anbieters ist. Falls nicht, könnte es sein, dass der

Cloud-Dienst rasch eingestellt oder von einem anderen Anbieter übernommen wird

- Möglichkeiten und Erlaubnis auf Zugriffe durch den Dienstanbieter oder durch Dritte
- Angaben zu Subunternehmen und zur Service-Erbringung, um Abhängigkeiten des Cloud-Anbieters beurteilen zu können
- Nachweis von Zertifikaten und Nachweis, ob der Zertifizierungsgegenstand den gesamten angebotenen Cloud-Service enthält und was die wesentliche Aussage des Zertifikats ist

Spezielle **Kriterien zum Sicherheitsmanagement**, die gesondert nachgewiesen werden sollten, sind unter anderem › *siehe Umsetzungshilfe 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit:*

- Hat der Cloud-Anbieter ein definiertes Vorgehensmodell für alle IT-Prozesse¹¹ (zum Beispiel nach bestehenden Standards wie ITIL, COBIT, das Trusted Cloud Label)?
- Besitzt der Cloud-Anbieter ein anerkanntes Informationssicherheits-Managementsystem (zum Beispiel nach BSI-Standard 100-2 [IT Grundsicherheits], ISO 27001)?
- Wird das Informationssicherheitskonzept für die Cloud nachhaltig umgesetzt?
- Ist die Informationssicherheit ausreichend nachgewiesen (zum Beispiel Zertifizierung)?
- Besitzt der Cloud-Anbieter eine angemessene Organisationsstruktur für Informationssicherheit (inklusive Benennung von Ansprechpartnern für Kunden zu Sicherheitsfragen)?
- Sind im Angebot des Cloud-Anbieters die angebotenen Services ausreichend klar und verständlich beschrieben oder lassen sie sich anderweitig klären?
- Liegen Informationen zu Subunternehmen des Cloud-Anbieters und

⁹ BSI 2012, S. 26f.

¹⁰ BSI 2012b, S. 18

¹¹ Trusted Cloud Angebote (www.trusted-cloud.de): Trusted Cloud hat das Ziel, die Nutzenpotenziale von Cloud Services, insbesondere für kleinere und mittlere Unternehmen (KMU), aufzuzeigen und das Vertrauen in Cloud Services zu steigern. Die Trusted-Cloud-Plattform führt Anwender (insbesondere KMU) und Anbieter von Cloud Services, Anbieter von Cloud-Gütesiegeln sowie Anbieter von Cloud-bezogenen Dienstleistungen zusammen. Hier sind vertrauenswürdige Cloud-Angebote gelistet. Das Trusted Cloud Label zeichnet vertrauenswürdige Cloud Services und Cloud-bezogene Dienstleistungen aus, die Mindestanforderungen im Hinblick auf Transparenz, Sicherheit, Qualität und Rechtskonformität erfüllen. Trusted Cloud bietet Informationen für KMU und Qualifizierungsangebote.

den vom Subunternehmer geforderten Sicherheitsstandards vor, um Abhängigkeiten des Cloud-Anbieters beurteilen zu können?

Vertragsgestaltung

In den Angeboten der Cloud-Anbieter sind immer auch vertragliche Bestandteile (AGB) enthalten. Diese sollten überprüft werden, ob sie für den Betrieb, der die Cloud-Dienste nutzen will, tragbar sind.¹² Wie ein Vertrag zur Auftragsvergabe von Datenverarbeitung auszusehen hat, ist rechtlich geregelt (DatenschutzGrundverordnung – DSGVO).

Folgende Punkte sollten mindestens im Vertrag über die Cloud-Dienste enthalten sein¹³:

- Standorte des Cloud-Anbieters (Land, Region), an denen die Kundendaten gespeichert und verarbeitet werden
- Subunternehmer des Cloud-Anbieters, die für die Erbringung der Cloud-Dienstleistungen wesentlich sind
- Verantwortlichkeiten, Aufgaben und Schnittstellen zwischen Kundenbetrieb und Cloud-Anbieter (zum Beispiel geteilte Verantwortlichkeiten, Mitwirkungspflichten, Schnittstellen zum Melden von Sicherheitsvorfällen und Störungen); ebenfalls eventuelle Weisungsbefugnisse des Auftraggebers (Auftragskontrolle)
- Regelungen zu Prozessen, Arbeitsabläufen
- Regelungen zum Sicherheitsmanagement und zum Datenschutz
- Kommunikationswege und Ansprechpartner
- Kontrolle von Zutritt, Zugang, Zugriff, Eingabe und Weitergabe
- Zeitnahe und regelmäßige Unterrichtung über Änderungen (zum Beispiel neue, geänderte oder gestrichene Funktionen, neue Subunternehmer)
- Information, welche Software durch den Cloud-Anbieter aufseiten des Kundenbetriebes installiert wird sowie über die daraus resultierenden Sicherheitserfordernisse/-risiken
- Notfallvorsorge
- Haftungsfragen
- Weg aus der Cloud heraus; Beendigung, Übergabe der Daten und Datenlöschung beim Cloud-Anbieter
- Bereitstellung der Daten im Falle einer Insolvenz des Cloud-Service-Anbieters

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Appelrath, H.-J., Kagermann, H., & Krömer, H. (Hrsg.). (2014). *Future Business Clouds – Ein Beitrag zum Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft*. München: acatech STUDIE.
- Bernnat, R., Zink, W., Bieber, N., Strach, J., Tai, S., & Fischer, R. (2015). *Das Normungs- und Standardisierungsumfeld von Cloud Computing*. München: Hansa Print.
- BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. (2016a). *Anforderungskatalog Cloud Computing Kriterien zur Beurteilung der Informationssicherheit von Cloud-Diensten*. Frankfurt am Main: Zarbock.
- BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. (2016b). *Referenzierung des Anforderungskatalogs Cloud Computing auf internationale Standards*. Bonn.
- BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. (2012). *Eckpunktetpapier: Sicherheitsempfehlungen für Cloud Computing Anbieter – Mindestanforderungen in der Informationssicherheit*. Rheinbach: Moser.
- BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. (2014a). *Sicherheitsprofil für ein SaaS Archivierungssystem*. Bonn.
- BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. (2014b). *Sichere Nutzung von Cloud-Diensten*. Frankfurt am Main: Zarbock.
- Hoffmann, F.J. (2014). Antropomatik schafft revolutionäre Logistik-Lösungen. In Bauernhansl, T., ten Hompel, M., & Vogel-Heuser, B. (Hrsg.), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik* (S. 207–220). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Kompetenzzentrum Trusted Cloud. (2016). *Cloud-Standards und Zertifizierungen im Überblick*. Berlin.
- Kompetenzzentrum Trusted Cloud. (2015). *Trusted Cloud-Datenschutzprofil für Cloud-Dienste (TCDP) – Version 0.9*. Berlin.
- Schröter, W., & Scherer, I. (2015). *E10 Entscheidungshilfe: Arbeit 4.0 – Rechtliche Aspekte der Nutzung von Cloud-Lösungen*. Abgerufen von http://www.offensive-mittelstand.de/fileadmin/user_upload/pdf/mittelstand_40/Entscheidungshilfe_10_0604.pdf. Zugegriffen: 14.12.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen
- 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit
- 2.2.4 Notfallorganisation und 4.0-Prozesse
- 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen

¹² BSI 2014b, S. 19

¹³ BSI 2012, S. 69ff.; BSI 2014b, S. 19; Schröter et al. 2015

2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen

■ **Stichwörter:** Community Cloud, Hybrid Cloud, Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS), Private Cloud, Public Cloud, Software as a Service (SaaS)

› Warum ist das Thema wichtig?

Die Nutzung eines auf die betrieblichen Anforderungen zugeschnittenen Cloud-Modells verbessert die Effizienz und Effektivität von 4.0-Prozessen¹

und kann Kosten einsparen. Damit Betriebe die Möglichkeiten von Cloud Computing bewusst und systematisch nutzen können, sollten

die unterschiedlichen Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen dieser 4.0-Technologie² bekannt sein.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Cloud-Modelle

Cloud Computing ist eine Schlüsseltechnologie von cyber-physischen Systemen³ (CPS)⁴ und intelligenter Software⁵ mit ihren Modellen der

künstlichen Intelligenz (KI).

Bei der Nutzung von Clouds werden unterschiedliche Modelle verwendet. Sie werden unterschieden nach Formen der Bereitstellung für ver-

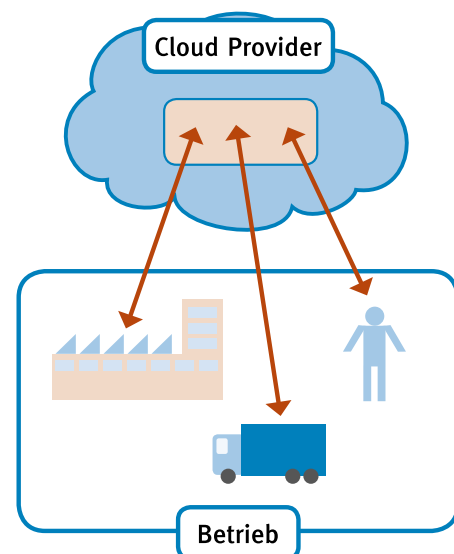
schiedene Zielgruppen (öffentlich, firmenintern) und der angebotenen Dienstleistung (Leistungsumfang, Rechte, Interventionsmöglichkeiten).

Cloud-Modelle der Bereitstellung – Es werden vier Cloud-Modelle der Bereitstellung (Deployment Models) unterschieden⁶:

1. Cloud für eine Institution (Private Cloud)

In einer Private Cloud wird die Cloud-Infrastruktur nur für eine Institution betrieben. Sie kann von der Institution selbst oder einem Dritten organisiert und geführt werden und dabei im Rechenzentrum der eigenen oder einer fremden Institution stehen.

Beispiel: Daten über Gefährdungen bei der Arbeit eines Betriebes (wie Verschleiß von Maschinen, psychische Belastungen, Sicherheit der Ladung) werden in der Cloud gesammelt und es werden beinahe in Echtzeit Hilfen zur Verfügung gestellt, die ortsunabhängig von Beschäftigten genutzt werden können. In der Cloud liegt auch eine CPS-Verwaltungssoftware (System-Verwaltungsschale) für die Gestaltung von Prozessen im Unternehmen.



Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

² 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

³ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

⁴ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

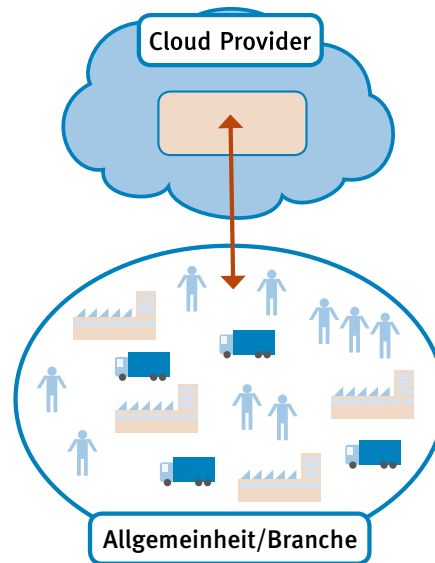
⁵ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁶ National Institute of Standards and Technology (NIST) – BSI 2012, S. 17

2. Cloud für eine große Gruppe/Allgemeinheit (Public Cloud)

Von einer Public Cloud wird gesprochen, wenn die Services von der Allgemeinheit oder einer großen Gruppe, wie beispielsweise einer ganzen Branche, genutzt werden können und die Services von einem Anbieter zur Verfügung gestellt werden.

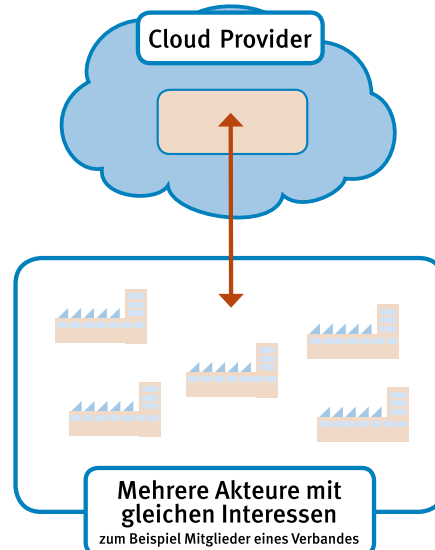
Beispiel: Ein Gefahrstoffsystem stellt Daten über Gefahrstoffe, Sicherheitsdatenblätter, Betriebsanweisungen in der Cloud zur Verfügung, die von Betrieben und Privatpersonen je nach Einsatz (zum Beispiel über Sensoren oder ID-Codes) beinahe in Echtzeit genutzt werden können.



3. Cloud für eine begrenzte Gruppe (Community Cloud)

In einer Community Cloud wird die Infrastruktur von mehreren Institutionen geteilt, die ähnliche Interessen haben. Eine solche Cloud kann von einer dieser Institutionen oder einem Dritten betrieben werden.

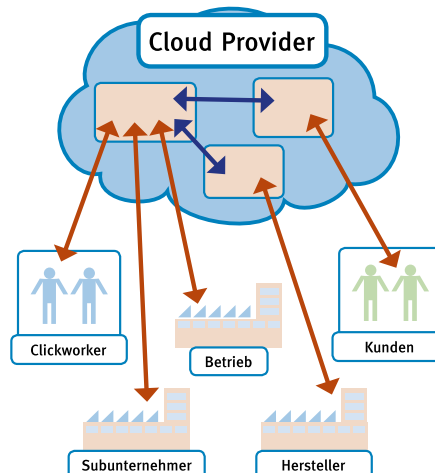
Beispiel: Ein Fachverband stellt seinen Mitgliedsbetrieben Gefährdungsbeurteilungen und Arbeitsanweisungen zur Verfügung, die je nach Bedarf (Impulse über Sensoren) den Führungskräften und Beschäftigten in den Mitgliedsbetrieben über Assistenzsysteme zur Verfügung gestellt werden.



4. Mehrere vernetzte Clouds (Hybrid Cloud)

In einer Hybrid Cloud werden mehrere Cloud-Infrastrukturen, die selbst eigenständig sind, über standardisierte Schnittstellen gemeinsam genutzt.

Beispiel: Das Prozess-CPS eines Betriebes liegt in einer Cloud-Plattform und ist mit Plattformen von Herstellern und Kunden verbunden.



Cloud-Modelle der Dienstleistungen

Auf der Grundlage der beschriebenen Cloud-Modelle der Bereitstellung werden drei Cloud-Modelle der Dienstleistungen (Kategorien von Servicemodellen) unterschieden⁷:

1. Cloud als Datenspeicher und Infrastruktur (IaaS – Infrastructure as a Service)

Hier werden Rechenleistung, Datenspeicher oder Netze als Dienst angeboten (IT-Ressourcen). „Ein Cloud-Kunde kauft diese virtualisierten und in hohem Maß standardisierten Services und baut darauf eigene Services zum internen oder externen Gebrauch auf. So kann ein Cloud-Kunde zum Beispiel Rechenleistung, Arbeitsspeicher und Datenspeicher anmieten und darauf ein Betriebssystem mit Anwendungen seiner Wahl laufen lassen.“⁸

Kontrolle des Kunden: Der Kunde hat die volle Kontrolle über das IT-System, da alles innerhalb seines Verantwortungsbereiches betrieben wird. Seine Verwaltung

(zum Beispiel Wartung, Skalierung) obliegt dem Nutzer.

2. Cloud als Plattform mit zusätzlichen Funktionen (PaaS – Platform as a Service)

Hierbei werden neben Rechenleistung und Infrastruktur zusätzliche Funktionen und Werkzeuge auf der Plattform mit standardisierten Schnittstellen angeboten – wie zum Beispiel für Entwicklung, Vertrieb, Marketing, Service oder Ausbildung im Unternehmen. Der Kunde hat keinen Zugriff auf die darunterliegenden Schichten (Betriebssystem, Hardware), er kann aber auf der Plattform eigene Anwendungen laufen lassen, für deren Entwicklung der Cloud-Anbieter in der Regel eigene Werkzeuge hat.

Kontrolle des Kunden: Der Kunde hat nur Kontrolle über seine Anwendungen, die auf der Plattform laufen. Verwaltungs- und Wartungsarbeiten werden durch die Plattform übernommen (zum Beispiel Wartung, Skalierung).

3. Cloud als Dienstleistung mit zusätzlichen Softwareprogrammen (SaaS – Software as a Service)

Über Clouds werden neben Rechenleistung, Infrastruktur und zusätzlichen Funktionen auch umfassende Anwendungsprogramme angeboten. Anwender nutzen diese Software-Anwendungen direkt über das Internet. Als Beispiele dafür seien Kontaktmanagement, Finanzbuchhaltung, Gestaltungsprogramme oder Kollaborationsanwendungen genannt. In diesen Bereich fallen auch die Verwaltungsprogramme für Steuerungen von Prozessen in Betrieben oder zwischen Betrieben (Verwaltungssoftware/-schale von cyber-physischen Systemen).

Kontrolle des Kunden: Der Provider hat die volle Kontrolle über das IT-System. Eine Installation der Software auf dem PC des Kunden beziehungsweise im Rechenzentrum des Unternehmens ist nicht erforderlich.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Betriebe, die die Modelle der Bereitstellung und der möglichen Dienstleistungen von Cloud-Anbietern kennen, können die Möglichkeiten sowie die Vor- und Nachteile der einzelnen Modelle besser einschätzen und somit verlässliche Entscheidungen zur Nutzung von geeigneten Cloud-Dienstleistungen treffen. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen.* Damit lassen sich die Akzeptanz der Beschäftigten und die betrieblichen Prozesse verbessern. Ein passendes Cloud-Modell ermöglicht

- eine bedarfsgerechte Auswahl von Leistungen,
- ausreichende Interventionsmöglichkeiten,
- die gezielte Entscheidung über Zugänge und Kontrolle der Zugriffsrechte,
- Möglichkeiten der unterschiedlichen Nutzung, zum Beispiel Fir-

men- und private Daten,

- Verbesserungsprozesse beinahe in Echtzeit,
- gleichzeitige Bearbeitung von Dokumenten,
- die Dokumentation der Datenflüsse und damit eine Nachvollziehbarkeit der Bearbeitung.

Gefahren: Wer ohne die Kenntnisse der Modelle, der Bereitstellung und der Dienstleistungen Cloud-Anbieter beauftragt, unterliegt unter anderem der Gefahr, dass er Leistungen einkauft, die

- nicht den Möglichkeiten der neuen Cloud-Technologien entsprechen,
- unnötige Kosten produzieren,
- zu Mehraufwand und Störungen im Arbeitsablauf führen,
- die Führungskräfte und Beschäftigten belasten und Unzufriedenheit bei ihnen erzeugt,
- von den Führungskräften und Be-

schäftigten nicht genutzt werden, dazu führen, dass er die Hoheit über seine Daten teilweise aufgibt oder verliert.

Ein grundsätzliches Risiko bei der Auswahl eines Cloud-Modells ist die Entstehung neuer Abhängigkeiten von Dritten. Dabei ist der Standort des Cloud-Anbieters besonders relevant, weil das Landesrecht den Zugriff auf die Cloud (zum Beispiel durch staatliche Behörden) und die Sicherheit der Daten regelt.

Über bestimmte Cloud-Modelle werden Datenflüsse verfolgbar. Dies ermöglicht die Dokumentation und Auswertung beispielsweise von Bearbeitungszeiten und könnte zum problematischen Umgang mit personenbezogenen Daten von Führungskräften und Beschäftigten führen.

⁷ BSI 2016; Bernat et al. 2015

⁸ BSI 2012, S. 17

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Negative Auswirkungen von Cloud-Dienstleistungen können durch präventive Überlegungen vermieden werden. Sowohl die unterschiedlichen Bereitstellungsmodelle als auch die Nutzungsmodelle der Cloud sowie die Qualität des Cloud-Dienstleisters haben Auswirkungen auf Prozesse im Betrieb.

Vor der Modellauswahl sollten unter anderem folgende Fragen reflektiert werden:

- Für welche Aufgaben benötigen wir die Cloud und welche Anforderun-

gen muss die Cloud erfüllen?

- Welche Art der Cloud-Lösung ist sinnvoll beziehungsweise auf welche bestehenden Dienste können wir gegebenenfalls zurückgreifen?
 - › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen.*
- Welche sind die für den Betrieb wichtigsten Kriterien für die Auswahl des passenden Cloud-Modells?

Folgende Präventionskriterien hel-

fen, die Qualität der Cloud-Dienstleistung zu beurteilen:

- Datensicherung (Sicherheits- und Notfallmanagement)
- Datenschutz (betriebssensibler und personenbezogenen Daten)
- Zugang zu den Daten
- Kontrolle über die Daten und Programme
- Interventions- und Eingriffsmöglichkeiten
- Zugriff auf die Daten durch Dritte
- Abhängigkeit von den Cloud-Anbietern

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Appelrath, H.-J., Kagermann, H., & Krömer, H. (Hrsg.). (2014). *Future Business Clouds – Ein Beitrag zum Zukunftsprjekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft*. München: acatech STUDIE.

Bernnat, R., Zink, W., Bieber, N., Strach, J., Tai, S., & Fischer, R. (2015). *Das Normungs- und Standardisierungsum-*

feld von Cloud Computing. München: Hansa Print.

BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. (2016). *Anforderungskatalog Cloud Computing Kriterien zur Beurteilung der Informationssicherheit von Cloud-Diensten*. Frankfurt am Main: Zarbock.

BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. (2012). *Eckpunktepapier: Sicherheitsempfehlungen für Cloud Computing Anbieter – Mindestanforderungen in der Informationssicherheit*. Rheinbach: Moser.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen
- 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud

2.5.3 Plattformökonomie



■ **Stichwörter:** Clouds, Geschäftsmodelle, Plattformökonomie, Plattfortmtypen, smarte Services, Social Media

› Warum ist das Thema wichtig?

Digitale Plattformen, in der Regel als Cloud Computing, sind ein zentraler Bestandteil von cyber-physischen Systemen (CPS)¹ sowie von fast allen 4.0-Prozessen.² Sensoren und andere Datenlieferanten liefern diesen digitalen Plattformen Daten über Arbeitsmittel, Smartphones, Fahrzeuge, Gebäude, Personen und Prozesse. Die

Plattformen bieten den Betrieben mit diesen Daten über intelligente Software³ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) Dienstleistungen an, die diese für alle Anwendungsgebiete nutzen können.⁴ Digitale Plattformen steuern beispielsweise komplett oder teilweise Maschinen oder Fahrzeuge, organisieren Arbeitspro-

zesse oder den Personaleinsatz, sie informieren Führungskräfte und Beschäftigte oder leiten Lernprozesse ein. Die Formen und die Arten der digitalen Plattformen sind vielfältig. Da digitale Plattformen Grundlage aller autonomen technischen Systeme sind, sollten Betriebe die grundlegenden Funktionsweisen der Plattformen kennen.

Diese Umsetzungshilfe richtet sich an die Nutzer von Plattformen, nicht an die Betreiber. Zu den Themen Crowdfunding und andere plattformbasierte Formen der Arbeit › Siehe Umsetzungshilfen 2.4.5 CPS-gesteuerte Wertschöpfungsketten (smarte Wertschöpfungsprozesse) und 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Digitale Plattform

Unter einer digitalen Plattform wird hier eine Infrastruktur verstanden, die auf 4.0-Technologien⁵ basiert und verschiedene Nutzergruppen zu-

sammenführt zur Durchführung ökonomischer (Kauf/Verkauf) und/oder gesellschaftlicher Prozesse (soziale Medien). Sie bietet den Nutzern vielfältige Möglichkeiten der Suche, Infor-

mation, Kommunikation, Interaktion, Durchführung von Transaktionen und komplette oder teilweise Steuerung von Prozessen.⁶

Neue Möglichkeiten durch digitale Plattformen

Digitale Plattformen bieten neue Möglichkeiten für Geschäftsmodelle⁷ und Dienstleistungen (externe Strategie) sowie für produktive und gesundheitsgerechte Arbeitsprozesse (interne Strategie). › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.1 Externe und interne Strategie in der digitalen Transformation.*

Das folgende Beispiel eines Anlagenherstellers soll deutlich machen, welche neuen Geschäftsmodelle über Plattformen realisiert werden können (externe Strategie des Herstellers) und wie Arbeitsprozesse beim Kunden damit neu gestaltet werden (interne Strategie des Kunden): Eine Serviceplattform eines Anlagenherstellers ermittelt die Prozess- und Sensordaten der Anlage, die Daten werden dort

gesammelt, analysiert sowie nach Mustern überprüft und optimiert. Der Hersteller verfolgt also sein Produkt während des Einsatzes beim Kunden. Die Plattform steuert die Anlage über digitale Modelle ganz oder teilweise und beeinflusst damit interne Arbeitsprozesse beim Kunden. Zusätzlich werden Erfahrungswerte über Anlagen gleichen Typs weltweit erhoben, direkt eingespielt und für Verbesserun-

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁴ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁵ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁶ vgl. BMWi 2017, S. 21; Bundeskartellamt 2015, S. 4

⁷ Müller et al. 2016

gen des Produktes genutzt. Außerdem können daraus neue Dienstleistungen entwickelt werden. Dienstleister und Hersteller nutzen hier also proaktive und präventive Dienste, die auf 4.0-Technologien basieren, und bieten ihr Wissen zum Beispiel in Form von Reports (Schaffung von Transparenz), Empfehlungen (frühzeitige Erkennung sich anbahnender Störungen) bis hin zu einem direkten Eingreifen in die Anlage und ihre Steuerung (Anlagenbetreiber gibt einen Teil seiner Kontrolle über die Anlage ab) an.⁸

Digitale Plattformen verändern die Datennutzung, die Arbeitsprozesse, die Märkte und stellen bestehende Geschäftsmodelle infrage. Auch neue Arbeitsformen und neue Formen der Arbeitsgestaltung entwickeln sich und werden möglich.⁹ ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.4.5 CPS-gesteuerte horizontale Wertschöpfungsketten; 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding.* Durch die digitalen Plattformen sowie die Geschwindigkeit der Entwicklung von 4.0-Technologien (inkl. KI) kommen binnen kürzester Zeit neue Anbieter auf den Markt¹⁰ beziehungsweise vorhandene Anbieter bieten über Plattformen neue Dienstleistungen an.

Die Entwicklung der digitalen Plattformen ist kein uniformer Prozess, sondern sie verläuft diffus und wird in den jeweiligen Branchen weiterhin zu unterschiedlichen Konstellationen führen.¹¹ Im Folgenden werden einige Kriterien vorgestellt, die es erleichtern sollen, sich in der Welt der digitalen Plattformökonomie zurechtzufinden.

Die grundlegenden Elemente von digitalen Plattformen

Die grundlegenden Elemente von Plattformen können idealtypisch folgendermaßen beschrieben werden:¹²

1. Stufe: Smarte Dinge – Daten vernetzter Dinge (wie Arbeitsmittel, Fahrzeuge, Gebäude, technische Assistenzsysteme, Personen).

Es gibt Milliarden smarter „Dinge“ verschiedenster Hersteller in unterschiedlichen Anwendungsgebiete

ten, die während ihres Betriebes mit dem Internet verbunden sind. Die Sensoren und Aktoren mit der sie ganz oder teilweise steuernden intelligenten Software (inkl. KI) erzeugen eine Repräsentanz dieses Dings im Internet und vernetzen sich gleichzeitig mit den anderen smarten Dingen („Internet der Dinge“).

2. Stufe: Intelligente Software (inkl. KI) – autonome und selbstlernende Softwaregrundlagen der Plattformen

Um aus den Daten der Dinge (1. Stufe) intelligente Produkte und Dienstleistungen zu erstellen und intelligente Dinge und ihre Anwender zusammenzubringen, nutzt die Plattform intelligente Software (inkl. KI). Diese autonome und selbstlernende Software verarbeitet in Cloud-Zentren große Datenmengen (Big Data), aus denen nahezu in Echtzeit mit „lernenden“ Algorithmen Informationen extrahiert und zu neuem Wissen verknüpft werden (Smart Data). Die intelligente Software (inkl. KI) steuert dann in der Anwendung ganz oder teilweise Arbeitsabläufe, Personaleinsatz, (verkettete) Arbeitsmittel oder den Betrieb von Gebäuden.

3. Stufe: Smarte Services – Neue Formen der Zusammenarbeit und Wertschöpfungsketten

Die 4.0-Technologien ermöglichen auch neue internetbasierte Geschäftsmodelle, in denen digitale und physische Dienstleistungen dynamisch kombiniert werden. Teilweise werden dazu neue Formen von Wertschöpfungsketten entstehen, in denen einzelne Anbieter und Betriebe modular, netzwerkartig und projektbezogen zusammenarbeiten. Serviceplattformen ermöglichen diese neuen Formen der Zusammenarbeit. Sie stellen für neue Wertschöpfungspartnerschaften Standards, Werkzeuge, Prozesse und Schnittstellen zur Verfügung. Weitere Funktionen können zum Beispiel in der Quali-

tätssicherung oder der Schaffung von Rechtssicherheit bestehen.¹³

Funktionsweisen und Typen digitaler Plattformen

Fast alle digitalen Plattformen basieren auf der Cloud-Technologie und Cloud-Modellen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen.* Sie unterliegen damit auch den Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen an Clouds. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud.*

Bei der Einordnung von digitalen Plattformen werden zwei grundlegende **Funktionsweisen** von Plattformen unterschieden, die in der Praxis oft vermischt und nicht eindeutig trennbar auftreten:¹⁴

■ **Transaktionszentrierte digitale Plattformen:** Sie ermöglichen Interaktion und Kommunikation zwischen unterschiedlichen Akteuren sowie Transaktionen, führen beispielsweise Angebot und Nachfrage zusammen und bieten Informations- und Suchfunktionen an.

■ **Daten- und steuerungszentrierte digitale Plattformen:** Sie ermöglichen auf Grundlage der erhobenen Daten die Realisierung von Aufgaben und steuern diese ganz oder teilweise. Sie bieten den eingebundenen Akteuren eine Aufbereitung, Auswertung, Koordination und Steuerung der Datenströme. Hierzu gehört beispielsweise das autonome Steuern von Fahrzeugen, die autonome Steuerung des Personaleinsatzes oder die Verkettung und Steuerung von Arbeitsmitteln (jeweils ganz oder teilweise).

Im Wesentlichen lassen sich vier **Plattformtypen** unterscheiden. Elemente, Funktionsweisen und Cloud-Modelle greifen in allen Typen ineinander und die Plattformen sind gegebenenfalls untereinander verbunden und vernetzt. Folgende Typisierung von Plattformen hilft beim

⁸ Kagermann et al. 2016, S. 35

⁹ vgl. u. a. Cartensen 2015, S. 91ff.; Mirbach & Breuch 2013, S. 167ff.

¹⁰ BMWi 2016, 9ff.

¹¹ Baums et al. 2014, S. 7

¹² Kagermann et al. 2016, S. 22ff.

¹³ Kagermann et al. 2016, S. 24

¹⁴ Engelhardt et al. 2017, S. 6f.

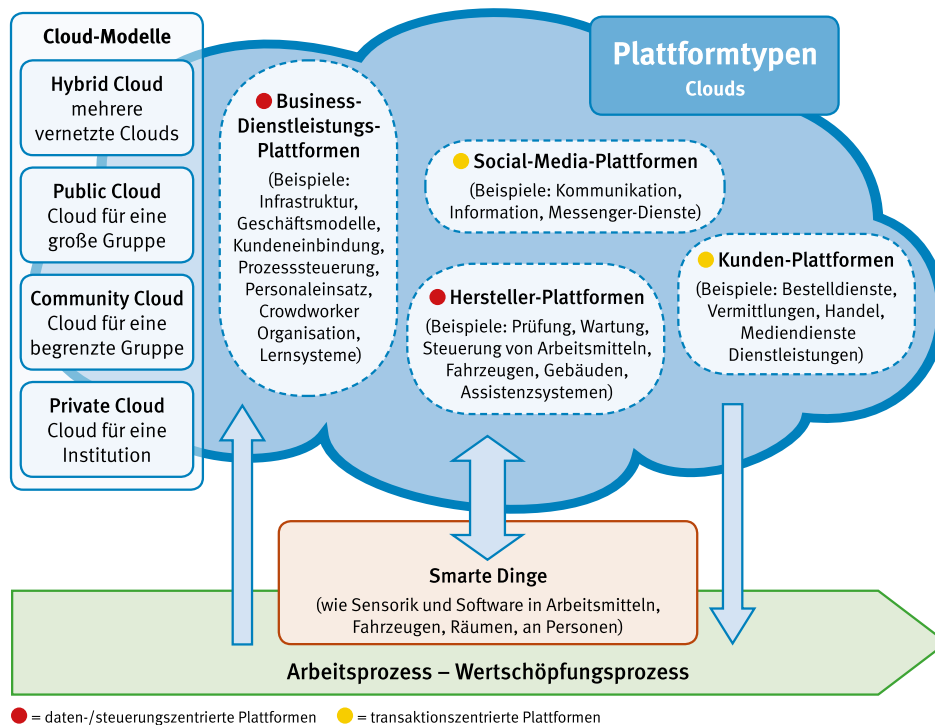


Abbildung 1: Plattfortmtypen (eigene Darstellung)

Umgang mit den Plattfortmtypen – siehe Abbildung 1:

- **Business-Dienstleistungs-Plattformen:** Sie bieten Leistungen für Geschäftskunden an. Dazu gehört die Bereitstellung von Infrastrukturen für Daten aus Arbeitsprozessen. Sie bieten auch Lösungen für neue Geschäftsmodelle, die Einbindung von Kunden in den Wertschöpfungsprozess, die komplette oder teilweise Steuerung von Arbeitsprozessen oder bedarfsbezogene Lernsysteme beinahe in Echtzeit.
 - Siehe Umsetzungshilfen 2.4.1 Prozessplanung mit cyber-physischen Systemen (CPS); 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes; 2.6.4 Einsatz von externem Crowdwor-king.
- **Hersteller-Plattformen:** Sie bieten Leistungen von Herstellern für Geschäfts- wie Privatkunden an. Hierzu gehören Prüfung, Instandhaltung und Steuerung von Arbeitsmitteln, Anlagen und Fahrzeugen, die Wartung und Pflege von Ge-

bäuden oder die Einsatzsteuerung von Assistenzsystemen wie Servicerobotern oder Exoskeletten.

- Siehe Umsetzungshilfen 2.4.1 Prozessplanung mit cyber-physischen Systemen (CPS); 3.2.4 Exoskelette; 3.2.5 Ambient Intelligence, Ambient Assisted Working; 3.2.7 Nutzung von Robotern.

- **Social-Media-Plattformen:** Sie bieten Leistungen zur Information und Kommunikation für private Kunden und zunehmend für Businesskunden an. Zu den Social-Media-Plattformen zählen beispielsweise Beziehungsnetzwerke, Diskussionsforen, interessenbasierte Netzwerke, Media-Sharing-Plattformen, soziale Publikationsplattformen (wie Blogs), Informationsplattformen (wie Wikipedia, Zeitschriften, Wissensdatenbanken).
 - Siehe Umsetzungshilfen 2.3.5 Umgang mit Messengern und sozialen Medien.
- **Kunden-Plattformen:** Hierunter fallen Bewertungs- und Verbraucherportale, Leistungen in den

Bereichen Bestelldienste, Vermittlungen, elektronischer Handel (E-Commerce) oder Informationsangebote von Zeitschriften.

Alle Plattfortmtypen bieten einerseits Dienstleistungen an – oft kostenlos –, erheben aber andererseits auch immer Daten und verwenden diese weiter.

Plattformen können unterschiedliche Ausprägungen hinsichtlich der Machtverteilung zwischen den beteiligten Akteuren annehmen. Die damit verbundenen Rechte können zwischen den Teilnehmern abgestuft sein.¹⁵ Bei Plattformen wie Facebook, Twitter, Airbnb, Uber, Alibaba oder Amazon handelt es sich beispielsweise um zentralistische, geschlossene Systeme, die vom Betreiber vollständig kontrolliert werden. Plattformen, die einem dezentralen und offenen System folgen und auf quell-offener Software basieren (Open Source), wie zum Beispiel Linux,

¹⁵ Baums et al. 2014, S. 17

können auch von Dritten weiterentwickelt, korrigiert und eingesetzt werden.¹⁶ Ein Betrieb sollte immer

auch überlegen, ob er offene oder geschlossene Plattformen auswählt und nutzt. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe*

1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen.

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen der Nutzung von digitalen Plattformen sind unter anderem: Plattformen ...

- ermöglichen neue Geschäftsmodelle mit neuen Dienstleistungen und die direkte Einbindung der Kunden in die Produkte beziehungsweise Dienstleistungsentwicklung.
- ermöglichen eine wirkungsvollere Gestaltung von Wertschöpfungsketten, bei denen Daten eine wichtige Ressource sind. Wertschöpfung findet nicht länger sequenziell und zeitversetzt statt, sondern in einem Geflecht ständig kommunizierender und flexibel aufeinander reagierender Einheiten.
- ermöglichen die effiziente komplette oder teilweise Steuerung von Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Arbeitsprozessen und Personen.
- ermöglichen zeit- und ortsunabhängige Kommunikation sowie den zeit- und ortsunabhängigen Umgang mit Daten.
- ermöglichen Produktivitätssteigerungen, da Verarbeitungsschritte zunehmend gleichzeitig und eng getaktet nahezu in Echtzeit stattfinden können.
- ermöglichen Produktivitätssteigerungen, weil sie Aspekte der präventiven Arbeitsgestaltung wie

bedarfsgerechte Information, ergonomische Arbeitsplatzgestaltung oder Wirksamkeitskontrolle von Schutzmaßnahmen beinahe in Echtzeit berücksichtigen.

- haben die Fähigkeit, Informationen aufgabenbezogen zu sammeln, zu analysieren und in Handlungen im Arbeitsprozess umzusetzen; hierzu gehören auch Aspekte der sicheren und gesundheitsgerechten Gestaltung des Arbeitsplatzes beziehungsweise des Arbeitsprozesses.
- beziehen Daten über technische und gesundheitsgerechte Nutzung von Arbeitsmitteln und Anlagen weltweit ein und bringen sie in Verbesserungsprozesse im Betrieb mit ein.

Gefahren der Nutzung von digitalen Plattformen sind unter anderem: Plattformen ...

- können Abhängigkeiten produzieren, die den Handlungsspielraum des Betriebes einschränken – zum Beispiel Abhängigkeit von Softwaresystemen, Datenzugriffen, Monopolstellung in einem Bereich.¹⁷
- können Handlungsträgerschaft von Prozessen übernehmen (über intelligente Software – inkl. KI), ohne dass der Betrieb ausreichend inter-

venieren kann (Autonomieverlust).

- können autonome und selbstlernende Algorithmen verwenden, deren Funktionsweise dem Betrieb nicht bekannt ist (fehlende Transparenz und Selbstbestimmung).
- können den Zugriff auf Daten erschweren und damit die Datensouveränität einschränken (informationelle Selbstbestimmung des Einzelnen über die Nutzung „seiner“ Daten).¹⁸
- können Prozesse beeinflussen oder gar ganz oder teilweise steuern, ohne dass Aspekte des sicheren und gesundheitsgerechten Arbeitens berücksichtigt sind.
- können technisch nicht sicher und vertrauenswürdig sein und beispielsweise kein ausreichendes Notfallmanagement haben (Datensicherheit).
- können erhobene personenbezogene Daten missbrauchen und an Dritte weitergeben beziehungsweise sie selbst weiterverwenden (Datenschutz).
- können Führungskräfte und Beschäftigte belasten, da sie die Vorgänge der Plattform nicht durchschauen und den Umgang mit ihr nicht beherrschen (fehlendes Wissen und fehlende Akzeptanz).

▶ Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Um digitale Plattformen produktiv, sicher und gesundheitsgerecht zu nutzen, sind unter anderem folgende Überlegungen anzustellen:

Allgemeine Hinweise zum Umgang mit digitalen Plattformen

- Ist nachvollziehbar und offengelegt, nach welchen Kriterien¹⁹ die intelligente Software (inkl. KI) der

Plattform arbeitet – zum Beispiel Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen?²⁰

- Verändert sich durch die Eingriffe der Plattform die Unternehmer-/Herstellerverantwortung mit gegebenenfalls entstehenden Haftungsproblemen?
- Ist die Plattform sicher (Datensicherheit, möglichst zertifiziert,

zum Beispiel Trusted Cloud)?²¹

- Hat der Betrieb jederzeit Zugriff auf seine Daten auf der Plattform?
- Kann der Betrieb seine Daten auf der Plattform jederzeit löschen?
- Ist der Sitz der Plattform in Europa, um rechtlich/gerichtlich eine verlässliche Grundlage zu besitzen?
- Wie ist der Umgang mit den personenbezogenen Daten mit dem

¹⁶ Beining 2017, S. 4

¹⁷ vgl. BMWi 2016, S. 11; Bundeskartellamt 2015, S. 4

¹⁸ BMWi 2017, S. 67

¹⁹ Kriterien, nach denen die Aggregation, Selektion und Präsentation der Inhalte erfolgen, Bundesregierung, 2016, S. 5

²⁰ BMWi 2017, S. 76

²¹ BMWi 2017, S. 71

Plattformbetreiber geregelt (Datenschutz)?

- Muss im Betrieb durch die Plattformnutzung der Umgang mit den personenbezogenen Daten mit den Führungskräften und Beschäftigten neu vereinbart werden?
- Besitzt die Plattform Kompatibilität und Interoperabilität mit anderen Systemen?²² Wie offen ist das Betriebssystem (gegebenenfalls Möglichkeiten von Open-Source-Anwendungen prüfen)?
- Kommt die Plattform den Transparenz- und Informationspflichten für digitale Plattformen unter Berücksichtigung von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen nach?²³ Nach welchen Kriterien kommt zum Beispiel ein Ranking zustande, wie wird über den Zugang und über den Verbleib auf der Plattform entschieden, werden eigene Inhalte oder Inhalte Dritter, mit denen der Anbieter der Plattform in Geschäftsbeziehung steht, bevorzugt?
- Welche Abhängigkeiten entstehen durch die Nutzung der Plattform – zum Beispiel über Verträge, Allgemeine Geschäftsbedingungen, Softwarestandards?
- Ist die Software der Plattform ergonomisch gestaltet, sodass sie effektiv, störungsfrei und gesundheitsgerecht genutzt werden kann?

Die Arbeit mit digitalen Plattformen

- Ist geregelt, in welcher Art der Betrieb die Plattform nutzt und wie mit ihr gearbeitet wird (zum Beispiel Regelungen/Guidelines zur Arbeitszeit, zum Datenschutz, zum Umgang mit den Daten)?
- Sind die Gefährdungen und Belastungen im Umgang mit der Plattform analysiert und sind entsprechende Schutzmaßnahmen zum Umgang mit der Plattform festgelegt? *› Siehe Umsetzungshilfen 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen; 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0.*

- Sind die Führungskräfte und die Beschäftigten über den Umgang mit der Plattform informiert und sind sie in der Nutzung der Plattform eingewiesen und trainiert (gegebenenfalls weiterzubilden)?
- Ist der Umgang mit den personenbezogenen Daten mit den Führungskräften und Beschäftigten vereinbart (in Betrieben mit Betriebsrat per Betriebsvereinbarung)?

Anschaffung smarterer Dinge

Bei der Anschaffung smarterer Dinge (wie Arbeitsmittel, Fahrzeuge, Sensorik für Gebäude, Wearables) sollten unter anderem folgende Aspekte überprüft werden: *› Siehe Umsetzungshilfen 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien; 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*

- Welche Daten werden von den Sensoren der smarten Dinge erhoben?
- Welche Qualität und Aussagekraft besitzen diese Daten für unsere Frage-/Aufgabenstellung?
- Sind die Softwaresysteme der Plattform kompatibel mit den im Betrieb verwendeten Systemen?
- Werden auch personenbezogene Daten erhoben?
- Werden Daten zum sicheren und gesundheitsgerechten Arbeiten erhoben?
- Auf welcher Plattform werden diese Daten gespeichert und verarbeitet?
- Für was werden diese Daten verwendet und wie werden sie verarbeitet?
- Welche Eingriffe in die Nutzung der smarten Dinge nimmt die Plattform vor?
- Wer hat noch Zugriff auf diese Daten und wie werden sie in diesem Zusammenhang verwendet?
- Welche sinnvollen Dienstleistungen bietet der Plattformbetreiber rund um die „smarten Dinge“ an?
- Wie können wir die Daten über unsere eigenen Systeme für uns zusätzlich nutzen?

Vom Anbieter einfordern, dass dieser die Fragen möglichst einfach und verständlich beantwortet. Dazu vom Anbieter ein kurzes Informationsblatt anfordern. *› Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*

Geschäftsmodelle

Im Betrieb sollte überlegt werden, welche Möglichkeiten digitale Plattformen für die Produkte und Dienstleistungen des Betriebes bieten. Dabei sollte unter anderem berücksichtigt werden:

- Wie wird der Markt, in dem wir tätig sind, durch digitale Plattformen verändert?
- Wie sollen wir uns zu den Plattformen stellen: Was passt zum Betrieb, welche Anpassungen von Geschäftsmodell und Services sind erforderlich und sinnvoll?
- Sollen wir eine Plattform selbst entwickeln? Wenn ja: Welche Partner brauchen wir? Wie bauen wir ein umfassendes Nutzungssystem für die Plattform (ein »digitales Ökosystem«) auf?
- Wenn wir bestehende Plattformen nutzen wollen:
 - › Wie können wir bestehende Plattformen für unsere Zwecke nutzen?
 - › Wie offen sind die infrage kommenden Plattformen – mögliche Zugangskontrollen, technische Begrenzungen, Multihoming,²⁴ Kompatibilität?
 - › Gibt es einschränkende Abhängigkeiten der Plattformen (zum Beispiel von Herstellern, strategische Partnerschaften, Zweitauswertung der Daten zu Werbezwecken/Profiling)?
 - › Ist die Möglichkeit eines nachträglichen Ausschlusses von der Plattform gegeben und hat die Plattform zudem ein Instrument, um zu gewährleisten, dass die Akteure seriös auftreten und sich an definierte Abmachungen halten?²⁵

²² Engelhard 2017, S. 19

²³ BMWi 2017, S. 74

²⁴ Multihoming beschreibt die Tatsache, dass ein Nutzer mehrere Plattformen für denselben Zweck benutzen kann (Bröse 2016, S. 26). Beschränkungen auf eine Plattform können wettbewerbs- bzw. kartellrechtlich problematisch sein.

²⁵ Engelhard 2017, S. 18

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Baums, A., Schössler, M., & Scott, B. (Hrsg.). (2014). *Industrie 4.0: Wie digitale Plattformen unsere Wirtschaft verändert – und wie die Politik gestalten kann*. Kompendium Digitale Standortpolitik, Band 2. Berlin: EMEA.
- Beining, L. (2017). *Die Räume der Gesellschaft – Was digitale Plattformen für das Gemeinwohl bedeuten*. Berlin: Stiftung Neue Verantwortung.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2017). *Weissbuch Digitale Plattformen*. Berlin: BMWi.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016). *Grünbuch: Digitale Plattformen*. Berlin: BMWi.
- Bröse, I. (2016). *Peer-to-Peer-Geschäftsmodelle*, IZT-Text 3-2016. Berlin: IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH.
- Bundeskartellamt (2015). *Digitale Ökonomie – Internetplattformen zwischen Wettbewerbsrecht, Privatsphäre und Verbraucherschutz – Tagung des Arbeitskreises Kartellrecht*. Bonn: Bundeskartellamt.
- Bundesregierung (2017). *Eckpunkte der Bundesregierung zu „Trusted Computing“*, Berlin. www.bsi.bund.de/DE/Themen/Cyber-Sicherheit/Aktivitaeten/TrustedComputing/trusted-computing_node.html. Zugegriffen: 20.05.2018.
- Bundesregierung (2016). *Positionspapier der Bundesrepublik Deutschland um Regelungsumfeld für Plattformen, Online-Vermittler, Daten, Cloud Computing und die partizipative Wirtschaft* (Konsultation der EU).
- Carstensen, T. (2013). Social Media im Betrieb – Herausforderungen für Beschäftigte und Interessenvertretungen. In ver.di – Vereinigte Dienstleistungsgewerkschaft (Hrsg.), *Gute Arbeit und Digitalisierung* (S. 90-99). Berlin: ver.di.
- Dobusch, L. (2016). Plattformökonomie zwischen neuen Monopolen und Sharing Economy. *spw* 1 (1), S. 46–50.
- Eichhorst, W., & Spermann, A. (2015). *Sharing Economy – Chancen, Risiken und Gestaltungsoptionen für den Arbeitsmarkt*, IZA Research Report No. 69, Bonn: Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit GmbH (IZA).
- Engelhardt, S., v., Wangler, L., & Wischmann, S. (2017). *Eigenschaften und Erfolgsfaktoren digitaler Plattformen*. Berlin: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH.
- Kagermann, H., Riemensperger, F., Hoke, D., Helbig, J., Stockmeier, D., Wahlster, W., ... Scheer, A. W. (Hrsg.). (2014). *Smarte Servicewelten – Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft*. Berlin: acatech.
- Kagermann, H., Anderl, R., Gausemeier, J., Schuh, G., & Wahlster, W. (Hrsg.). (2016). *Industrie 4.0 im globalen Kontext. Strategien der Zusammenarbeit mit internationalen Partnern*. München, Berlin, Brüssel: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.
- Mirbach, J., & Breuch, N. (2013). Die Einführung eines Social Intranets – Ohne Change-Management kein Erfolg. In T. Arns, M. Bentele, J. Niemeier, P. Schütt & M. Weber (Hrsg.), *Wissensmanagement und Social Media – Markterfolg im Innovationswettbewerb* (S. 167–174), Berlin: GITO mbH Verlag.
- Müller, S. C., Böhm, M., Schröer, M., Bakhirev, A., Baiasu, B.-C., Krcmar, H., & Welpel, I. M. (2016). *Geschäftsmodelle in der digitalen Wirtschaft*. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 13-2016. München: fortiss – Technische Universität München.
- VDMA (2018). *Plattformökonomie: Maschinenbau treibt digitalen Wandel voran*. www.vdma.org/v2viewer/-/v2article/render/22743546#3. Zugegriffen: 20.05.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.1 Externe und interne Strategie und digitale Transformation
- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.1.6 Vor- und Nachteile von CPS-Anwendungsbereichen
- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebs- und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS
- 2.4.5 CPS-gesteuerte Wertschöpfungsketten (smarte Wertschöpfungsprozesse)
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud
- 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes
- 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)
- 4.2.1 Gesundheit-Apps – Wirkung und Qualitätskriterien

2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes



■ **Stichwörter:** Personaleinsatzplanung, Schichtplanung, zeitliche Flexibilität, Qualifikation, Ergonomie

› Warum ist das Thema wichtig?

Cyber-physische Systeme (CPS)¹ und 4.0-Technologien² können Produktionsdaten (zum Beispiel zur Auslastung, zu Kapazitäten) und Beschäftigendaten (zum Beispiel zur Produktivität, zeitlichen Verfügbarkeit, zu den Qualifikationen, zu ergonomischen Bedarfen) anhand von Sensoren erfassen. Mithilfe von intelligenter Software³ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) können

diese Daten für die Personaleinsatzplanung genutzt werden.⁴ Dies hat den Vorteil, dass nach festgelegten Kriterien automatisch eine Passung zwischen den Merkmalen der Beschäftigten, zum Beispiel Qualifikations- und Kompetenzmerkmale, und den Aufgaben hergestellt werden kann.

Unternehmen können somit hochflexible Wertschöpfungsprozesse wirt-

schaftlicher und menschengerechter gestalten und mit den individuellen Bedarfen (zum Beispiel Zeitplanungen, Qualifikationen, Belastungen) der Beschäftigten auf einen Nenner bringen. Dabei müssen der sensible Umgang mit personenbezogenen und im Prozess erfassten Daten der Führungskräfte und Beschäftigten sowie die Prinzipien der präventiven Arbeitsgestaltung beachtet werden.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Personaleinsatzplanung

Hier wird unter Personaleinsatzplanung die Zuordnung der Beschäftigten zu Arbeitsaufgaben in Zeitdimensionen verstanden. Um den betrieblichen Ablauf optimal zu gestalten, müssen die Anforderungen der Arbeitsaufgaben „mit den

Fertigkeiten, Bedürfnissen und Entwicklungspotenzialen der jeweiligen Beschäftigten in Deckung gebracht werden. Grundsätzlich berücksichtigt die Einsatzplanung quantitative, qualitative, zeitliche und örtliche Aspekte“.⁵ Mit einer optimierten Personaleinsatzplanung können Unternehmen

nicht nur Wettbewerbsvorteile im Produktionsprozess erwirken, sondern die kurz- und langfristigen Bedürfnisse ihrer Beschäftigten besser erfüllen und somit die Mitarbeiterzufriedenheit nachhaltig steigern.

Das Ziel der Personaleinsatzplanung ist, eine optimale Verteilung der Beschäftigten zu den im Unternehmen vorhandenen Stellen und Arbeitsaufgaben zu finden. Dabei sollten folgende Kriterien bei der Zuordnung Berücksichtigung finden:

- Qualitative Aspekte (zum Beispiel Anforderungen des Auftrages, Qualifikation der Beschäftigten, Erfahrungswissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten, wie Fach-, Methoden- und soziale Kompetenzen)
- Besondere Anforderungen des Ar-

beitsplatzes (zum Beispiel besonders exponierte Arbeitsplätze, wie Gefahrstoffe, Klima)

- Einsatzbeschränkungen der Beschäftigten (zum Beispiel Leistungsminderungen, arbeitsmedizinische Vorsorge)
- Quantitative Aspekte (zum Beispiel Anzahl der Beschäftigten, Lohn-/Gehalts-/Entgeltstufen, Alter)
- Zeitliche Aspekte (zum Beispiel Fristen für Leistungen, zeitliche Verfügbarkeit der Beschäftigten

und Arbeitsmittel)

- Örtliche Aspekte (zum Beispiel Entfernung zum Arbeitsort, mobiles Arbeiten)
- Branchen- und nachfragespezifische Anforderungen (zum Beispiel saisonale Auftragsschwankungen, kurzfristige Abrufe durch Kunden)
- Bedarfe und Interessen der Beschäftigten (zum Beispiel Ergonomie, Aspekte der Gesundheit, Flexibilität, familiäre Verpflichtungen, wie zum Beispiel Pflege, Kinder)

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

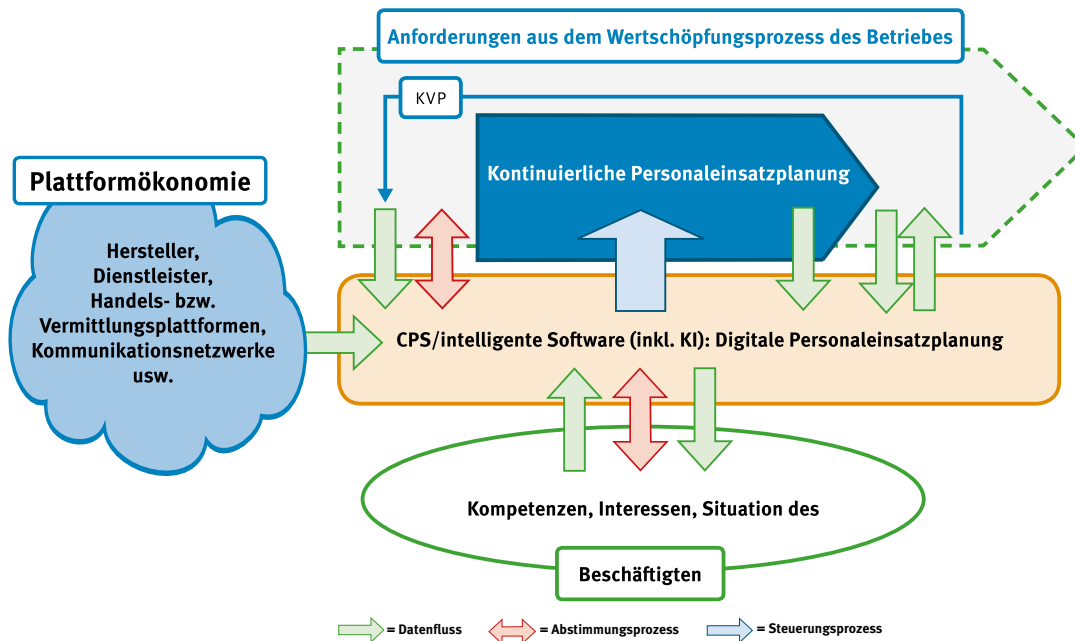
¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁴ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁵ Jung 2011, S. 186



CPS/intelligente Software (inkl. KI) gleicht die Anforderungen des Personaleinsatzes im Wertschöpfungsprozess mit den Kompetenzen, Interessen und der Situation der Beschäftigten ab, steuert ganz oder teilweise den Personaleinsatz auch in Abstimmung mit den Beschäftigten und wertet die Erfahrungen im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses aus. Gegebenenfalls werden noch weitere Daten aus der Plattformökonomie für den Personaleinsatz hinzugezogen.

Abbildung 1: CPS und Personaleinsatzplanung (eigene Darstellung)

Durch die 4.0-Technologien wird es möglich sein, Daten über die oben genannten Aspekte zu sammeln, zu speichern sowie aus diesen Daten anhand festgelegter Kriterien Schlussfolgerungen zu ziehen und konkrete Lösungen anzubieten. Für die Personaleinsatzplanung können aus der Arbeitswelt beispielsweise Daten aus intelligenten Werkzeugen und Räumen, der digitaler Prozesssteuerung, mobilen Zeiterfassungssoftware, smarten Persönlichen Schutzausrüstung (PSA) oder aus Fahrzeugen gewonnen werden. Mit modernen Personaleinsatzsystemen kann beispielsweise der gesamte Dienst- beziehungsweise Schichtplan von den Beschäftigten selbst organisiert werden. Die Beschäftigten werden beispielsweise per SMS oder E-Mail informiert und können sich für die zu ihren Bedürfnissen passenden Schichten eintragen, mit Kolleginnen und Kollegen ihre Einsatzzeiten abstimmen sowie Schichten untereinander tauschen.

Technisch wäre es auch möglich, Daten aus der Lebenswelt für die Personaleinsatzplanung zu nutzen, zum Beispiel aus Fitnessarmbändern, Wearables, technischen Assistenz-

systemen oder sozialen Netzwerken. So könnten theoretisch auch personenbezogene Daten, wie Schlaf-, Bewegungs- und Befindlichkeitsdaten oder Konsum- und Freizeitdaten, für die Personaleinsatzplanung verwendet werden – siehe Abbildung 1. Dies erscheint aber aus heutiger Sicht kritisch, weil zum einen Vitaldaten multifaktoriellen Einflüssen aus Arbeits- und Privatleben unterliegen und sich deshalb kaum valide Rückschlüsse auf arbeitsbedingte Beanspruchungen und deren Folgen ziehen lassen. Zum anderen ergeben sich sowohl bei Vitaldaten als auch bei den genannten sozialen Daten Probleme mit Blick auf den Datenschutz.

Grundlage aller digitalen Tools zur Personaleinsatzplanung ist, dass zuvor in der intelligenten Software (inkl. KI) festgelegt werden muss, nach welchen Regeln die Zuordnung der verschiedenen Aspekte (zeitlich, örtlich et cetera) erfolgen soll. Dabei können mit der Kombination der Daten verschiedene Ziele verfolgt und verbunden werden:

- Betriebswirtschaftliche Aspekte (zum Beispiel Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens)

- Ergonomische Aspekte (Belastungs-Beanspruchungssituation, Erhalt der Arbeits- und Leistungsfähigkeit)
- Zufriedenheit der Beschäftigten (Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben)

Damit die Personaleinsatzplanung wirtschaftlich und menschengerecht erfolgt, sollten die Arbeitsaufgaben, Arbeitsmethoden, Arbeitsplätze und das Arbeitsumfeld so an den Menschen angepasst werden, dass der Arbeitseinsatz möglichst effizient ist und gleichzeitig eine Beeinträchtigung der Gesundheit vermieden wird.⁶

Zur Berücksichtigung menschengerechter Aspekte ist es jedoch erforderlich, entsprechende Methoden frühzeitig in das Softwaresystem zu implementieren und die notwendigen Informationen über Arbeitsperson und Arbeitsaufgabe respektive Arbeitsplatz bereitzustellen. Dazu können arbeitsplatzbezogene Personen- und Aufgabenprofile erstellt und die aus deren Kombinationsmöglichkeiten entstehenden Arbeitssituationen systematisch durch das Planungssystem bewertet werden.

⁶ Jung 2011, S. 201

Als Grundlage einer solchen Bewertung können etablierte Methoden, wie beispielsweise die Leitmerkmalmethode⁷, herangezogen werden, mit denen Grenzen der Belastung, zum Beispiel bei manuellen Arbeitsprozessen, Heben und Tragen, definiert werden.⁸ Die Daten sind auch für eine langfristige Personalplanung, wie zum Beispiel durch Altersstruktur- oder Qualifikationsanalysen mit daraus ableitbaren

Weiterbildungsmaßnahmen, nutzbar. Sie können auch für Belastungsprofile für Teams und Beschäftigtengruppen und damit für Aspekte der Arbeitsgestaltung verwendet werden.⁹

Insgesamt wird dadurch eine systematische Steuerung der Qualität der Personaleinsatzplanung möglich, deren Ergebnisse zur fortlaufenden Optimierung und Feinsteuerung genutzt werden können. Dieses Vorge-

hen beinhaltet auch die Identifikation möglicher Ursachen des ineffizienten Einsatzes von Instrumenten und die Ausarbeitung sinnvoller Handlungsalternativen.

Bei der Personaleinsatzplanung sollten auch Möglichkeiten und Grenzen des internen und externen Crowdfunding mitberücksichtigt werden. **› Siehe Umsetzungshilfen 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding.**

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Mithilfe der digitalen Personaleinsatzplanung lassen sich die wirtschaftlichen Ziele des Unternehmens und die Belange der Beschäftigten berücksichtigen. Eine tragfähige Lösung sollte immer beiden Seiten gerecht werden.

Chancen sind zum Beispiel:

- Einfachere Personalplanung und höhere Planungsqualität, weil beinahe in Echtzeit eine Vielzahl relevanter Aspekte berücksichtigt wird
- Bessere Kalkulierbarkeit der Personalkosten
- Bedarfs-, service- und kostenoptimierter Personaleinsatz (dadurch eventuelle Kostenersparnisse, Reduktion von Überstunden und Fehlzeiten)
- Reduktion von unproduktiven Arbeitszeiten, die auf Beschäftigte belastend wirken können (zum Beispiel durch Aufgabenvielfalt)
- Flexiblere Reaktion auf Bedarfschwankungen sowie auf Störungen und Ausfälle
- Durchgängige Optimierung des Prozesses zur Personaleinsatzplanung
- Höhere Transparenz über Personalbedarfs-, Personalauswahl-, Personalentwicklungs- und -ein-

satzkriterien

- Höhere Wertschöpfung und Servicequalität
- Höhere Mitarbeiterzufriedenheit durch transparente Personalplanung und Berücksichtigung von Wünschen unter Berücksichtigung von vorab firmenspezifisch festgelegten Kriterien zur passgenaueren Entscheidung über den Einsatz von Personen
- Möglichkeiten zur Identifikation von Qualifizierungspotenzialen¹⁰
- Vollständige oder teilweise Steuerung von Maßnahmen zum Erhalt von Kompetenzen und Erfahrungswissen, zum Beispiel durch Rotation oder durch Einsatz für Tätigkeiten, die regelmäßige Übung erfordern
- Förderung von Mitsprachemöglichkeiten und der eigenständigen Abstimmungsmöglichkeiten der Beschäftigten

Gefahren sind zum Beispiel:

- Festlegung von Kriterien, die sich ausschließlich auf betriebswirtschaftliche Aspekte beschränken
- Unzureichende Berücksichtigung des Erfahrungswissens von Führungskräften und Beschäftigten

durch die intelligente Personaleinsatz-Software

- Delegation von Entscheidungsbeugnissen an intelligente Software (inkl. KI), die durch Führungskräfte nicht mehr beeinflusst werden können
- Erfassung, Zusammenführung und Nutzung personenbezogener Daten ohne Zustimmung der Beschäftigten (Verstoß gegen Datenschutz)
- Mangelnde Transparenz: Beschäftigte und Führungskräfte kennen die Kriterien der Personaleinsatzplanung nicht
- Fehlende Information und Unterweisung über den Umgang mit dem Personaleinsatzsystem und dem technischen Assistenzsystem
- Benachteiligung digital nicht affiner Beschäftigter
- Arbeitsverdichtung durch Reduktion weniger produktiver Arbeitszeiten, was auch zum Innovationshemmnis werden kann
- Bewertung der Beschäftigten ausschließlich nach quantitativen Kennzahlen (digitale Leistungskontrolle)
- Reduzierung von Mitsprachemöglichkeiten der Beschäftigten

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Bei der Personaleinsatzplanung mit Unterstützung intelligenter Software (inkl. KI) sind unter anderem folgende Maßnahmen zu empfehlen:

- Kriterien im Betrieb festlegen, welche Daten für die Personaleinsatzplanung benötigt werden

- Kriterien zur vollständigen oder teilweisen Steuerung der Personaleinsatzplanung sind zum Beispiel:
 - › Anforderungen seitens der Aufträge beziehungsweise der Arbeitsaufgaben (zum Beispiel Termine, Art der Bearbeitung,

benötigte Qualifikationen und Fähigkeiten)

- › Daten zur Auswahl der Beschäftigten (zum Beispiel Qualifikationen, Erfahrungswissen, Kundenkontakte, arbeitsmedizinische Vorsorge, Krankheit,

⁷ Leitmerkmalmethode = Methode zur Erfassung der körperlichen Belastung beim Heben und Tragen schwerer Lasten, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

⁸ vgl. Jeske et al. 2014; BAuA 2001, 2002, 2012

⁹ vgl. Jeske et al. 2014; BAuA 2001, 2002, 2012; hier sind auch Schnittstellen zu REFA/MTM möglich.

¹⁰ vgl. Jeske et al. 2014

- Behinderung)
- › Berücksichtigung von Gleichbehandlung und Fairness sowie Diversity-Kriterien (zum Beispiel Alter, Geschlecht, Beeinträchtigungen)
- › Berücksichtigung der örtlichen und zeitlichen Verfügbarkeit der Beschäftigten
- › Berücksichtigung individueller Interessen und Lebensphasen der Beschäftigten
- › Statistiken und Kennzahlen, die im Prozess erstellt werden (zum Beispiel über Alter, Qualifikation und Fluktuation, Pausen, Schichten): Festlegen, welche Kennzahlen tatsächlich benötigt werden (zum Beispiel für Altersstrukturanalysen und Zusammensetzung von Teams)
- › Gewichtung und Priorisierung der Auswahlkriterien („Ranking“), optimale Nutzung der Kompetenzen der Beschäftigten für die jeweiligen Arbeitsaufgaben („Matching“)
- › Regelung zu Interventionsmöglichkeiten von Führungskräften und Beschäftigten
- › Regelungen zum Datenschutz: Leistungs- sowie personenbezogene Daten dürfen nicht an unbefugte Personen und Institutionen (zum Beispiel Plattformen) geraten beziehungsweise gar nicht erst erhoben werden
- Analysieren (lassen), welche Daten über die Beschäftigten für die Personaleinsatzplanung zur Verfügung stehen
- Anforderungskatalog erstellen (Lastenheft) unter Berücksichtigung der oben genannten Kriterien beziehungsweise bei Nutzung fertiger Tools, sowie festlegen, welche Daten wie genutzt werden
- Festlegen, wie die intelligente Software (inkl. KI) der Personaleinsatzplanung mit der Software der Produktions- und Arbeitsprozesse verknüpft wird. Gegebenenfalls Ergänzung fehlender Daten sicherstellen (zum Beispiel zusätzliche Tools, Sensoren)
- Festlegen, welche technischen Assistenzsysteme (zum Beispiel Smartphone, Tablets, Smartwatch) zur Personaleinsatzplanung den Beschäftigten zur Verfügung gestellt werden und wie diese sie nutzen › siehe *Umsetzungshilfe 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein*
- Überprüfen, ob bei der Personaleinsatzplanung Maßnahmen zu berücksichtigen sind, die sich aus der Gefährdungsbeurteilung ergeben (zum Beispiel Beschäftigungsbeschränkungen, arbeitsmedizinische Vorsorge, Einhaltung von Arbeitszeitregelungen, Ankündigungsfristen)
- Die Beschäftigten und Führungskräfte über die grundlegenden Kriterien der digitalen Personaleinsatzplanung informieren; idealerweise die Beschäftigten auch bei Planung und Einführung beteiligen (eine Einführung ohne Einbeziehung der Beschäftigten kann zu erheblichen Akzeptanzproblemen und zu Unzufriedenheit führen)
- Überlegen, wie sich durch die Einführung der digitalen Personaleinsatzplanung die Rolle der Führungskräfte ändert, dies gegebenenfalls mit diesen Personen besprechen und entsprechende Maßnahmen festlegen (wie Kriterien zu Interventions- und Korrekturmöglichkeiten)
- Beschäftigte und Führungskräfte im Umgang mit dem Personaleinsatzplanungssystem unterweisen und gegebenenfalls auch qualifizieren
- Kontinuierlich sowohl die Verbesserung der digitalen Personaleinsatzplanung als auch die Erfahrungen der Führungskräfte und Beschäftigten mit dem Tool reflektieren und gegebenenfalls Verbesserungsmaßnahmen einleiten

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- BAuA. (2001). *Leitmerkalmethode Heben, Halten, Tragen*. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- BAuA. (2002). *Leitmerkalmethode Ziehen, Schieben*. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- BAuA. (2012). *Leitmerkalmethode Manuelle Arbeit*. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- Jeske, T., Brandl, C., Meyer, F., & Schlick, C. M. (2014). Personaleinsatzplanung unter Berücksichtigung von Personenmerkmalen. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hrsg.), *Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft – 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft* (S. 327–329). Dortmund: GfA-Press.
- Jung, H. (2011). *Personalwirtschaft*. München: Oldenbourg.
- Schlick C. M., & Brandl, C. (2016). Erschließen ergonomischer Potenziale durch die Optimierung der täglichen Personaleinsatzplanung. In C. M. Schlick (Hrsg.), *Megatrend Digitalisierung: Potentiale der Arbeits- und Betriebsorganisation* (S. 281–294). Berlin: GITO.
- Sedlatschek, C., & Thiehoff, R. (2005). *Demographischer Wandel und Beschäftigung. Plädoyer für neue Unternehmensstrategien*. Bautzen: Lausitzer Druckhaus.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen
- 1.5.2 Diversity in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)
- 2.6.2 Personalentwicklung und CPS
- 2.6.3 Personalbeurteilung und CPS
- 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein

2.6.2 Personalentwicklung und cyber-physische Systeme (CPS)



■ **Stichwörter:** Bildung, Kompetenzen, Personaldaten, Personalförderung, Personalstrategie, Qualifikation

› Warum ist das Thema wichtig?

4.0-Prozesse¹ haben Auswirkungen auf alle Handlungsbereiche der Personalentwicklung. Neben Personalstrategien und Organisationsentwicklung gehört dazu auch die Entwicklung und Förderung von Kompetenzen (Bildung). Zum einen sollten die Führungskräfte und Beschäftigten befähigt

und motiviert werden, cyber-physische Systeme (CPS)² und intelligente Software³ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) aktiv in die betrieblichen Prozesse zu integrieren und mit ihnen kompetent umgehen zu können. Zum anderen bieten 4.0-Technologien⁴ neue Möglichkei-

ten für die Personalentwicklung, wie zum Beispiel die elektronische Personalakte, die Nutzung umfassender Daten zur Personalentwicklung oder die Qualifizierung im Arbeitsprozess über autonome Lernprogramme.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Personalentwicklung

Personalentwicklung wird hier verstanden als:

- systematische und strategische Überlegungen zur Entwicklung des Personals (Strategie),
- die Entwicklung von Kenntnissen, Fertigkeiten, Fähigkeiten und Eigenschaften des Personals (Bildung),
- gezielte Unterstützung zur Entwicklung jeder einzelnen Führungskraft und jedes Beschäftig-

ten (Förderung),

- die Gestaltung einer entwicklungs-freundlichen Arbeitsorganisation und Unternehmenskultur (Organisationsentwicklung).

Personalentwicklung kann aus Unternehmens- und Beschäftigtenperspektive betrachtet werden. Aus der Sicht des Unternehmens geht es im Wesentlichen darum, Führungskräfte und Beschäftigte für eine möglichst

produktive Umsetzung der Unternehmensstrategie (Wertschöpfung) und Arbeitsaufgaben zu befähigen, ihnen Perspektiven aufzuzeigen und sie an den Betrieb zu binden. Aus Beschäftigtenperspektive geht es im Wesentlichen darum, die eigenen Fähigkeiten und die Persönlichkeit weiterzuentwickeln, persönliche Perspektiven zu haben und zufrieden zu arbeiten. Im Idealfall decken sich beide Perspektiven weitgehend.⁵

Es ist davon auszugehen, dass sich durch den Einsatz von CPS die Rolle des Menschen im Arbeitsprozess und damit die Anforderungen an die Personalentwicklung ändern werden.⁶ Dabei werden sich die Funktionen sowie Aufgaben der Personalentwicklung von einer überwiegend unterstützenden Unternehmensfunktion zum Gestalter verändern – *siehe Abbildung 1*.

Die 4.0-Prozesse betreffen beispielsweise folgende Aspekte der Personalentwicklung:

- Bereitschaft und Kompetenzen von Führungskräften und Beschäftigten, die neuen 4.0-Technologien in die Arbeitsprozesse zu integrieren.
- Veränderte und neue Kompetenzen, die für den Umgang mit 4.0-Technologien erforderlich sind.
- Neue Rollenverteilungen im Arbeitsprozess, da intelligente Software (inkl. KI) teilweise oder komplett die Handlungsträgerschaft übernimmt.
- Fähigkeit, mit der teilweise extre-

men Beschleunigung der Arbeitsprozesse durch Integration der intelligenten Software (inkl. KI) umzugehen.

- Schnellerer Verfall von (Fach-)Wissen im Bereich digitaler Technologien (Halbwertszeit von IT-Wissen = 1,5 Jahre; das bedeutet, in 1,5 Jahren ist die Hälfte des IT-Wissens veraltet).
- Verfügbarkeit vielfältiger Daten aus unterschiedlichen autonomen technischen Systemen des Arbeits-

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden

¹ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁴ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁵ vgl. Becker 2005, S. 2f.; Berthel & Becker 2007, S. 306ff.; Scholz 2000, S. 406ff.

⁶ Haufe Akademie 2017, S. 5

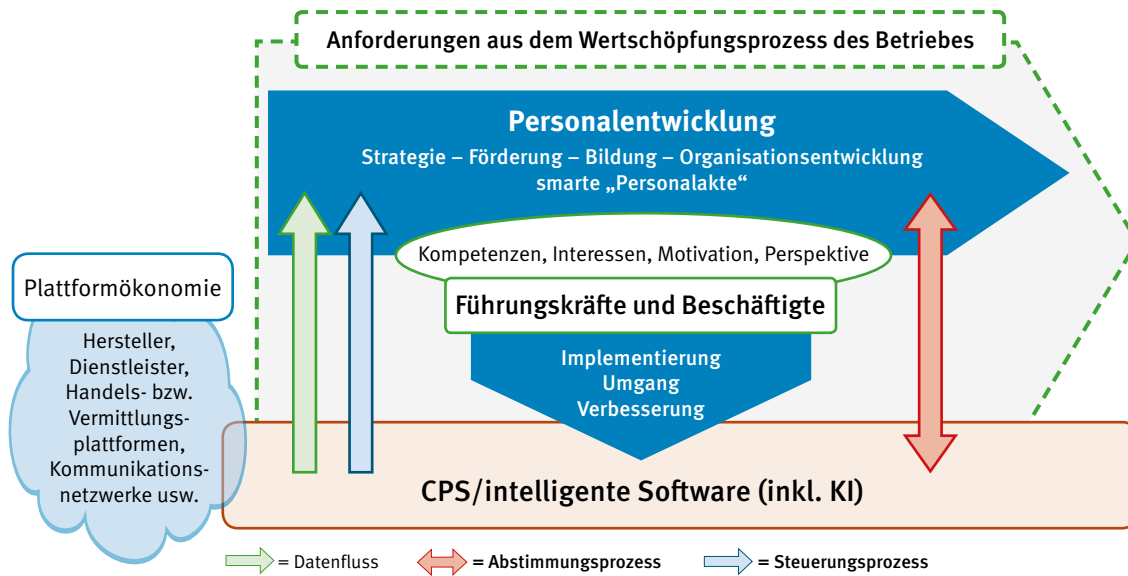


Abbildung 1: Personalentwicklung und CPS (eigene Darstellung)

und Lebensbereichs, die für die Personalentwicklung genutzt werden können.

- Neue 4.0-Technologien und Lernformen für das Lernen im Arbeitsprozess können genutzt werden.
 - Siehe Umsetzungshilfe 1.4.5 Lernformen 4.0.

Im Folgenden werden einige wesentliche Auswirkungen der 4.0-Technologien auf die Handlungsfelder der Personalentwicklung dargestellt:

Auswirkung der 4.0-Prozesse auf die strategische Personalentwicklung (Strategie)

Die Führungskräfte und Beschäftigten eines Unternehmens sind zunächst einmal das relevanteste Potenzial, um die neuen Entwicklungen offensiv und erfolgreich bewältigen zu können. Daher sollte sich jeder Betrieb strategisch überlegen, wie und mit welchen Zielen er sein Personal auf die 4.0-Prozesse vorbereitet. Zu diesen strategischen Überlegungen der Personalentwicklung gehört die Reflektion beispielsweise folgender Fragen:

- Welche IT-Kompetenzen haben die Führungskräfte und Beschäftigten und welche benötigen wir im Be-

trieb, um unsere Geschäftsstrategie im Bereich der autonomen technischen Systeme realisieren zu können?

- Wie können wir die Neugier und das Interesse unserer Führungskräfte und Beschäftigten für die neuen 4.0-Technologien fördern und wie können wir eine Atmosphäre des ständigen Lernens schaffen?
- Wie können wir Ängsten und Bedenken unserer Führungskräfte und Beschäftigten gegenüber den 4.0-Prozessen begegnen und diese möglichst abbauen?
- Welche Führungskräfte und Beschäftigte benötigen wir als Promotoren in dem Prozess der Implementierung von 4.0-Technologien und wie können wir diese gezielt vorbereiten?
- Welche Maßnahmen der Personalentwicklung gehen wir gezielt an, um die Potenziale der 4.0-Technologien für unser Unternehmen zu nutzen?
- Wie können wir die neuen Möglichkeiten der 4.0-Technologien nutzen, um unsere Führungskräfte und Beschäftigten gezielter und wirkungsvoller fördern und entwickeln zu können?

Förderung der 4.0-Kompetenzen der Führungskräfte und Beschäftigten (Bildung)

Die Nutzung von 4.0-Technologien erfordert von den Führungskräften und Beschäftigten neue Kompetenzen und Fähigkeiten. Dadurch erhöht sich der Stellenwert des Lernens im Arbeitsprozess, das damit zu einem wesentlichen Baustein der Personalentwicklung wird.⁷ Der Kompetenzaufbau in Bezug auf 4.0-Technologien stellt allerdings eine Herausforderung dar, da es häufig keine geeigneten aktuellen Weiterbildungsangebote gibt, die für den Betrieb nützlich wären. Die 4.0-Technologien entwickeln sich sehr schnell, sodass Weiterbildungsanbieter oft mit zeitlicher Verzögerung reagieren. Gleichzeitig sind die betrieblichen 4.0-Lösungen sehr speziell auf den Betrieb zugeschnitten und in sehr unterschiedlichen Entwicklungsphasen der Technologie realisiert, sodass auch hierfür oft keine passgenauen Bildungsangebote zu finden sind. Schließlich kommt hinzu, dass Kenntnisstand und Technik-Affinität der vorhandenen Führungskräfte und Beschäftigten oft sehr unterschiedlich ausgeprägt sind.

Um in dieser Situation die notwen-

⁷ vgl. Becker 2005, S. 203ff.; Gessler 2008, S. 43ff.

digen Kompetenzen des Personals zu entwickeln und aufzubauen, ist für kleine und mittlere Betriebe zu empfehlen, die Qualifizierung neben der Nutzung von Weiterbildungsangeboten auch selbst in die Hand zu nehmen. Unterstützen lassen sollten sich die Betriebe gezielt und bedarfsbezogen durch Experten (zum Beispiel konkrete Fragen an IT-Fachleute, Berater der Kammern und Verbände). Hilfreich ist es, bewusst ein Klima des gemeinsamen – möglichst bereichs- und hierarchieübergreifenden – Lernens im Betrieb zu fördern, gerade weil bei 4.0-Technologien oft keine Patentlösungen angeboten werden. Eine solche Lern-Atmosphäre im Betrieb kann dazu beitragen, dass sich Führungskräfte und Beschäftigte bewusst und gezielt über neue 4.0-Technologien und -Anwendungen in der eigenen Branche informieren. In einem solchen Lernklima werden Beschäftigte eher den Mut haben, Fragen zu den 4.0-Technologien offen zu stellen und Unsicherheiten zu äußern.

Eine positive Lern-Atmosphäre kann entstehen, wenn Führungskräfte diese systematisch und gezielt fördern, in Teambesprechungen die 4.0-Themen regelmäßig ansprechen und die gemeinsame Integration von 4.0-Technologien anregen. Hierzu gehört auch, dass Führungskräfte und Beschäftigte gezielt mit konkreten Fragestellungen auf Messen und Fachkongresse ihrer Branche geschickt werden oder in Fachliteratur recherchieren und ihre Erkenntnisse den anderen Führungskräften und Beschäftigten mitteilen. Oder es werden Experten und Hersteller eingeladen, über neue 4.0-Technologien und intelligenter Software (inkl. KI) in der Branche zu informieren; hier ist allerdings immer zu berücksichtigen, dass Hersteller von 4.0-Technologien oft besonders interessiert sind, Betriebe über Online-Plattformen und smarte Dienstleistungen an sich zu binden und Abhängigkeiten herzustellen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte.*

Die neuen Möglichkeiten der 4.0-Technologien selbst werden das Lernen im Arbeitsprozess erleichtern und fördern. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.5 Lernformen 4.0.*⁸ Sie ermöglichen es zunehmend, Lernen in die Arbeitsprozesse einzubinden. Damit kann schnell und flexibel auf die sich verändernden Bedarfe an die Kompetenzentwicklung reagiert werden. Voraussetzung ist, dass diese Lerninhalte von Beginn an bei der Beschaffung von Lerntools berücksichtigt werden, da eine spätere Integration oft teurer und aufwendiger ist. Die neuen Lerntools bieten dabei in der Regel die Möglichkeit, dass die betroffene Führungskraft und der Beschäftigte das Arbeits- und Lernverhalten analysieren können und die intelligente Software (inkl. KI) idealerweise die Lernprozesse optimiert. Damit die Potenziale dieser Lernmöglichkeiten genutzt werden, sollte in der Arbeitsplanung für diese flexiblen Lernprozesse Zeit vorgesehen werden.

Weitere personenbezogene Fördermaßnahmen zur Bewältigung der 4.0-Prozesse (Förderung)

Neben der Kompetenzentwicklung können unter anderem folgende Mittel zur Förderung des Personals für den Einsatz der 4.0-Prozesse genutzt werden:

■ **Stellen-(Job-)beschreibung:** Die Stellenbeschreibungen, in denen die fachlichen und persönlichen Anforderungen an die Arbeitstätigkeit der jeweiligen Führungskraft und des jeweiligen Beschäftigten aufgeführt sind,⁹ sollten um die Anforderungen der 4.0-Technologien an die Arbeitstätigkeit ergänzt werden. Dazu gehören – je nach genutzter 4.0-Technologie – zum Beispiel Kompetenzen im Umgang mit technischen Assistenzsystemen, mit der intelligenten Software (inkl. KI), im Datenschutz, über die grundlegenden Lernkriterien der intelligenten Software (inkl. KI) oder Kriterien zur Einschätzung der Handlungsträgerschaft von

Mensch und Software. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI); 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*

■ **Zielvereinbarungen:** In den Zielvereinbarungen mit den jeweiligen Führungskräften und Beschäftigten, in denen die fachlichen, betrieblichen und persönlichen Ziele im Betrieb festgelegt und vereinbart werden,¹⁰ sind die 4.0-Themen einzubeziehen. Hierzu gehören zum Beispiel

- ▶ welche konkreten fachlichen Kompetenzen im Umgang mit 4.0-Technologien aufgebaut werden sollen,
- ▶ wie diese erreicht werden sollen (Maßnahmen, Zeiten),
- ▶ welche vorhandenen Kompetenzen besser eingebracht werden können,
- ▶ wie die Zielerreichung kontrolliert wird und
- ▶ ob und wie dabei autonome technische Systeme mitgenutzt werden oder welche Rolle die jeweilige Person in der Einführung und Fortentwicklung der 4.0-Prozesse im Betrieb übernehmen will (zum Beispiel Mentor, Promotor).

■ **Karriereplanung:** Vor allem für IT-affine Beschäftigte bieten die 4.0-Technologien gute Perspektiven für die eigene Entwicklung im Betrieb.¹¹ Der Betrieb sollte mit dieser Beschäftigtengruppe gemeinsam besprechen, wie sie ihre besonderen Kompetenzen für die 4.0-Prozesse im Betrieb einbringen können und welche Möglichkeiten dies für ein Weiterkommen im Betrieb bietet. Dies muss nicht unbedingt ein Aufrücken in der Hierarchie des Betriebes sein (das in kleinen Betrieben ohnehin sehr begrenzt ist). Für viele IT-affine Beschäftigte bietet allein die Möglichkeit, ihre speziellen Kompetenzen im Betrieb projektbezogen einbringen zu können und dabei eine

⁸ Steinhöfel & Rosenberg 2016, S. 4

⁹ vgl. Becker 2005, S. 297ff.; Berthel & Becker 2007, S. 329

¹⁰ vgl. Becker 2005, S. 363ff.; Büser & Gülpen 2008, S. 629ff.

wichtige Rolle zu übernehmen, eine zufriedenstellende Perspektive im Betrieb.

- **Förderung der Selbstentwicklung:** Mit Führungskräften und Beschäftigten sollte besprochen werden, welche Hilfen, Unterstützungen und Impulse sie zur Förderung ihrer Selbstentwicklung wünschen und benötigen¹² (dies kann auch als Bestandteil von Zielvereinbarungen geschehen). Hierzu gehören zum Beispiel Maßnahmen, die eine positive Einstellung zu Veränderungen und Offenheit gegenüber neuen Ideen befördern und die Bereitschaft für neue Erfahrungen oder die Reflexion von eigenen Stärken/Schwächen fördern.
- **Coaching/Mentoring** (Coaching = Unterstützung durch Berater in Krisensituationen; Mentoring = Unterstützung durch eine Person oft aus dem eigenen Betrieb als berufliche Förderung¹³): Bei der Einführung von 4.0-Technologien werden einige Führungskräfte und Beschäftigte

sich leicht tun und einen schnellen Zugang finden, andere werden größere Probleme damit haben und längere Zeit benötigen. Hier sollten diejenigen Personen, die Schwierigkeiten mit den 4.0-Technologien haben, gezielt unterstützt werden, um sie nicht in diesem Entwicklungsprozess zu verlieren. Dies kann durch gezielte und vereinbarte Unterstützung durch einen anderen Beschäftigten oder eine Führungskraft geschehen (internes Mentoring). Die Unterstützung durch einen möglichst IT-kompetenten Coach kann besonders hilfreich sein bei Führungskräften und Beschäftigten, die große Schwierigkeiten mit der betrieblichen Veränderung haben oder sich ihr vollständig verweigern.

- **Einfluss der Arbeitsorganisation durch intelligente Software (inkl. KI) auf die Personalentwicklung (Organisationsentwicklung):** Organisationsentwicklung wird als wesentlicher Bestandteil der Perso-

nalentwicklung gesehen, da die Arbeitsbedingungen und Einbindung der Personen wesentlich darüber mitentscheiden, wie sich die Personen entwickeln (können). Übernehmen autonome und selbstlernende technische Systeme (intelligente Software inkl. KI) zunehmend auch die teilweise oder ganze Steuerung von Arbeitsprozessen, wirken sie direkt auf Prozesse der Personalentwicklung. Beispielsweise beeinflussen sie damit, wie die Beschäftigten zusammenarbeiten, wie die Arbeit aufgeteilt wird, welche Rollen die Menschen im Arbeitsprozess spielen, wer Handlungsträger in Arbeitsprozessen ist und damit, wie ganzheitlich und eigenverantwortlich die Arbeitsaufgabe bewältigt werden kann beziehungsweise wie der Entscheidungsspielraum des einzelnen Beschäftigten ist – alles wesentliche Aspekte der Personalentwicklung¹⁴ (siehe oben Kasten „Begriff“).



Abbildung 2: Einsatz cyber-physischer Systeme zur (Teil-)Prozesssteuerung (eigene Darstellung)

¹² Berthel & Becker 2007, S. 320f.

¹³ vgl. Becker 2005, S. 405ff.; Reichelt 2008, S. 391ff.; Stenzel 2008, S. 367ff.

¹⁴ vgl. Becker 2005, S. 432ff.; Berthel & Becker 2007, S. 356ff.

Beim Einsatz von CPS zur teilweisen oder kompletten Steuerung von organisatorischen Prozessen oder Teilprozessen – *siehe Abbildung 2* – sollten gleichzeitig die Aspekte der Personalentwicklung überlegt und gegebenenfalls einbezogen werden.

Dabei ist immer auch zu überlegen, welche Auswirkungen die autonome Steuerung oder Teilsteuerung durch die intelligente Software (inkl. KI) auf die beteiligten Personen hat, ob sie die Ziele der Personalentwicklung fördert oder hemmt – *siehe Abbildung 2*. Dies gilt zum Beispiel für folgende Aspekte, die durch die Personalentwicklung beeinflusst werden können:¹⁵

- Die Führungskräfte und Beschäftigten können zwar in Teilprozessen weniger Kompetenzen einbringen, da die intelligente Software (inkl. KI) diese autonom ganz oder teilweise steuert. Dies kann ihnen aber erklärt werden und sie sind vorbereitet worden, sodass sie wissen, was auf sie zukommt, wie und warum dies geschieht.
- Die Tätigkeitsvielfalt und Entscheidungsspielräume müssen nicht verloren gehen, obwohl die Arbeitsprozesse in bestimmten Bereichen standardisiert werden. Dies kann zum Beispiel durch den Einsatz in anderen und neuen Aufgabebereichen geschehen.
- Die Führungskräfte und Beschäftigten können die Kontrolle über die Prozesse behalten oder fühlen sich ihnen nicht ausgeliefert.
- Das eigenständige Denken kann durch die 4.0-Technologien gefördert werden und wird nicht eingeschränkt.
- Es kann dafür gesorgt werden, dass das Erfahrungswissen der Führungskräfte und Beschäftigten trotz

Steuerung durch intelligente Software (inkl. KI) in die Arbeitsprozesse eingebunden oder berücksichtigt wird.

- Die Ergonomie der Arbeitsabläufe und die Arbeitsbedingungen können durch die ganze oder teilweise Steuerung über intelligente Software (inkl. KI) sicherer und gesundheitsgerechter werden, da sie nicht nur nach Effizienzkriterien ausgerichtet sind.
- Auch bei der smarten Personaleinsatzplanung kann entsprechend der Fähigkeiten der Führungskräfte und Beschäftigten auf Aufgabenerweiterung (Job-Enlargement), Tätigkeitsvielfalt (Job-Enrichment) und Arbeitsplatzwechsel (Job-Rotation) geachtet werden.

Die hier nur kurz angerissenen Aspekte der Personalentwicklung spielen bei der teilweisen oder ganzen Steuerung der Arbeitsorganisation durch intelligente Software (inkl. KI) eine Rolle und sollten bereits frühzeitig, möglichst bei der Einführung der 4.0-Technologien, mit beachtet werden. Bei den Maßnahmen zur Personalentwicklung sollten die Beschäftigten beziehungsweise ihre gesetzlichen Interessenvertretungen (Betriebs- und Personalräte, Schwerbehindertenvertretungen, Gleichstellungsbeauftragte et cetera) entsprechend ihrer jeweiligen Aufgaben frühzeitig informiert, einbezogen und beteiligt werden. Beteiligungsorientierte Lösungen schaffen meistens gute Ergebnisse.

Smarte „Personalakte“

Die 4.0-Technologien erlauben es, sehr viele Daten über die Person zu speichern und für die Personalentwicklung zu nutzen. Neben den Basis-

daten aus der bisherigen Personalakte in Papierform lassen sich auch weitere Daten aus den CPS des Betriebes oder aus externen Plattformen speichern, beispielsweise die Arbeits- und Lernergebnisse, die über Sensorik von Arbeitsmitteln erfasst werden können. Da es sich hierbei um personenbezogene Daten handelt, sollte mit den Führungskräften und Beschäftigten vereinbart werden, welche Daten gespeichert und wie verwendet werden. Sollte der IT-Experte Zugang zu diesen Daten haben, sollte der Arbeitgeber auch hierfür zuvor die Zustimmung bei den betroffenen Personen einholen. Der Beschäftigte hat das Recht, Daten in seiner Personalakte ohne Angabe von Gründen einzusehen.

Es ist vor allem kleinen und mittleren Betrieben zu empfehlen, zunächst die bestehenden Personalakten digital umzusetzen und soweit wie gewünscht zugänglich zu machen. Inwieweit dann diese digitale Personalakte Bestandteil von komplexeren autonomen Systemen wird, sollte gemeinsam mit IT-Fachleuten abgestimmt werden. Eine frühzeitige konzeptionelle Einbindung in CPS ist aber auch hier zu empfehlen, allein schon um von Beginn an kompatible Datensätze zu erzeugen. Da es sich aber um personenbezogene Daten handelt, sind der Datenschutz und die enge Abstimmung mit den Betroffenen eine wesentliche Grundlage für diese smarte Form der Personalentwicklung. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes*. Der Umgang mit den personenbezogenen Daten ist mit den Beschäftigten (Betriebsrat/Personalrat) zu vereinbaren. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen*.

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Die Personalentwicklung wird einen großen Stellenwert in dem durch die 4.0-Technologien bewirkten Veränderungsprozess haben, der viele Chancen für die Betriebe bietet, der aber auch mit Gefahren verbunden ist.

Wer rechtzeitig die Auswirkungen der 4.0-Prozesse auf die Personalentwicklung berücksichtigt, wird unter anderem folgende **Chancen** wahrnehmen können:

- Rechtzeitig bei Führungskräften

und Beschäftigten die Kompetenzen aufbauen, um die Anforderungen der 4.0-Technologien mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) zu bewältigen und für die Geschäftsentwicklung nutzen zu

¹⁵ vgl. Becker 2005, S. 442ff.; Berthel & Becker 2007, S. 359f.

- können.
- Im Personalbereich systematisch und gut auf die 4.0-Prozesse vorbereitet sein.
 - Die bestehenden Wissenspotenziale der Führungskräfte und Beschäftigten zu den 4.0-Prozessen systematisch erkennen und nutzen.
 - Den Führungskräften und Beschäftigten aufzeigen, welche Perspektiven ihnen durch den Einsatz von 4.0-Technologien im Betrieb entstehen (Chance ist auch hier, Führungskräfte und Beschäftigte an das Unternehmen zu binden).
 - Den Führungskräften und Beschäftigten eine Perspektive eröffnen, die neuen 4.0-Technologien kennen und beherrschen zu lernen.
 - Der Betrieb zeigt sich als attraktiver Arbeitgeber, der seine Führungskräfte und Beschäftigten immer auf dem neusten Stand hält und bei dem sie sich auch persönlich weiterentwickeln können.
 - Zeitliche, räumliche und inhaltliche Flexibilität der neuen Technologien sowie die neuen Formen des betrieblichen Lernens und
- Weiterbildens für die Personalentwicklung nutzen.
- 4.0-Lerntechnologien gezielt für geringqualifizierte Beschäftigte sowie für Menschen mit sprachlichen Barrieren (zum Beispiel Menschen mit Migrationshintergrund) einsetzen, um Barrierefreiheit und damit Chancengleichheit im Bereich der Qualifizierung besser zu ermöglichen.
 - Die neuen 4.0-Technologien werden für eine gezielte und wirkungsvolle Personalentwicklungsplanung genutzt (smarte „Personalakte“).
- Wer es versäumt, rechtzeitig die Auswirkungen der 4.0-Prozesse auf die Personalentwicklung zu berücksichtigen, kann sich unter anderem folgenden **Gefahren** aussetzen:
- Der Betrieb (Führungskräfte und Beschäftigte) besitzt nicht die erforderlichen Kompetenzen, um mit den 4.0-Technologien umzugehen.
 - Neue Geschäftsfelder, die durch 4.0-Technologien besetzt werden könnten, werden nicht genutzt, da die personellen Voraussetzungen dazu nicht vorhanden sind.
 - Die Implementierung der 4.0-Technologien in die Arbeitsprozesse kann mit hohen Reibungsverlusten erfolgen, wenn Führungskräfte und Beschäftigte nicht darauf vorbereitet sind.
 - Führungskräfte und Beschäftigte besitzen nicht die Kompetenzen, die 4.0-Technologien effektiv und effizient sowie sicher und gesundheitsgerecht zu nutzen. Das kann auch zu Befürchtungen und Ängsten beim Umgang mit den 4.0-Technologien führen.
 - Führungskräfte und Beschäftigte fühlen sich überfordert und sind unsicher, da sie nicht wissen, was mit den neuen 4.0-Prozessen auf sie zukommt und wie sie mit diesen umgehen sollen (kann auch zu fehlender Akzeptanz gegenüber dem Wandel führen).
 - Führungskräfte und Beschäftigte sehen angesichts der 4.0-Prozesse keine Perspektive im Betrieb.
 - Die technologischen Möglichkeiten für individuelles Lernen und für die Entwicklung eines aktivierenden Lernklimas werden nicht genutzt.¹⁶

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Um die Möglichkeiten der Personalentwicklung für die 4.0-Prozesse und die Potenziale der 4.0-Technologien für die Personalentwicklung zu nutzen, sind unter anderem folgende Maßnahmen zu empfehlen:

Strategische Personalentwicklung – Beispiele

- Analysieren, welche Kompetenzen bei den Führungskräften und Beschäftigten bereits im Umgang mit 4.0-Technologien vorhanden sind. Hier auch nach bislang nicht bekannten und genutzten Kompetenzen suchen – Ist-Analyse.
- Die Führungskräfte sollten festlegen, welche Kompetenzen für die Nutzung der 4.0-Technologien erforderlich sind (zur Nutzung der 4.0-Technologien im Geschäftsfeld und in der internen Arbeitsorganisation) – Soll-Analyse. Dabei sollten die Beschäftigten einbezogen werden, da sie in der Regel detaillierter wissen, welche Kompetenzen für die konkrete Arbeit erforderlich sind beziehungsweise wo es Defizite gibt.
- Ein Vorgehen überlegen, wie im Betrieb Neugier und Interesse an der Beschäftigung mit den 4.0-Technologien sowie Freude am Lernen gefördert werden können – wie beispielsweise Strategien des Betriebes im Bereich 4.0-Prozesse vorstellen, zum Thema in Teamgesprächen machen, auch Raum geben, damit Ängste und Bedenken geäußert und besprochen werden können.
- Analysieren, inwieweit sich die Rolle von Führungskräften und Beschäftigten dadurch verändert, dass autonome selbstlernende technische Systeme teilweise oder vollständig Handlungsträgerschaft in Arbeitsprozessen übernehmen. Ein Konzept festlegen, wie diese darauf vorbereitet werden. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).*
- Promotoren unter den Führungskräften und Beschäftigten festlegen, die besonders qualifiziert werden und die das Thema im Betrieb vorantreiben sollen.
- Klären, wer wie qualifiziert werden soll und dabei die individuellen Voraussetzungen berücksichtigen (wie IT-Affinität, Vorkenntnisse, Fähigkeiten, Qualifizierungsbereitschaft, Entwicklungswünsche, Laufbahnperspektiven).
- Ein Konzept erstellen, wie die 4.0-Technologien über neue Lernmodule genutzt werden können. Hierbei auch externe Unterstüt-

¹⁶ Haufe Akademie 2017, S. 4

zung einbeziehen (zum Beispiel IT-Fachleute, Hersteller und Berater der Kammern und Verbände).

- Ein Konzept erstellen, wie Lern- und Informationsmodule kompatibel in die bestehenden 4.0-Anwendungen integriert werden können. Auch kann hier geschaut werden, wie wiederum die dort erhobenen Daten für die Qualifizierung und Information im Arbeitsprozess genutzt werden können. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.5 Lernformen 4.0.*
- Bei den Maßnahmen zur Personalentwicklung sollten die Beschäftigten beziehungsweise ihre gesetzlichen Interessenvertretungen (Betriebs- und Personalräte, Schwerbehindertenvertretungen, Gleichstellungsbeauftragte usw.) entsprechend ihren jeweiligen Aufgaben frühzeitig informiert, einbezogen und beteiligt werden. Der Umgang mit den personenbezogenen Daten ist mit den Beschäftigten (Betriebsrat/Personalrat) zu vereinbaren. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*

Kompetenzentwicklung – Beispiele

- Recherchieren, ob es Qualifizierungs- und Weiterbildungsangebote zu 4.0-Prozessen gibt, die den Bedarfen im Betrieb entsprechen.
- Führungskräfte und Beschäftigte zu geeigneten Qualifizierungs- und Weiterbildungsveranstaltungen schicken. Diese sollten anschließend im Betrieb die anderen Beschäftigten über die Inhalte informieren.
- Festlegen, wie die Kompetenzen der Führungskräfte und Beschäftigten intern entwickelt werden können – zum Beispiel konkrete Fragen durch IT-Experten klären lassen, Berater der Kammern und Verbände zu betrieblichen Fragen hinzuziehen.
- Ausgewählte Führungskräfte und Beschäftigte motivieren, sich eigeninitiativ mit Fragestellungen zu 4.0-Technologien und deren Einsatzmöglichkeiten zu beschäftigen,

zum Beispiel durch Besuch von Branchen- oder Fachmessen, durch Recherche im Internet oder Lektüre von Artikeln und Praxisbeispielen. Diese verpflichten, ihr gewonnenes Wissen in Besprechungen und Treffen an andere im Betrieb weiterzugeben.

- IT-Fachleute, Anbieter smarterer Dienstleistungen oder Hersteller zu Vorträgen einladen.
- Neue smarte Lern- und Informationstools in den Arbeitsprozess integrieren. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.5 Lernformen 4.0.*

Weitere personenbezogene

Fördermaßnahmen zur Personalentwicklung – Beispiele

- Die Stellen-(Job-)beschreibungen, um die konkreten Anforderungen ergänzen, die sich im Tätigkeitsbereich durch die 4.0-Technologien ergeben. Gemeinsam mit den Betroffenen festlegen, wie die Anforderungen erfüllt werden können.
- In den Zielvereinbarungen und den damit verbundenen Personalgesprächen thematisieren, welche fachlichen und persönlichen Ziele im Umgang mit den 4.0-Technologien im Arbeitsbereich vereinbart werden und wie diese erreicht werden können. Hier auch besprechen, welche Hilfen und Bedingungen zum Selbstlernen die Führungskräfte und die Beschäftigten benötigen.
- Mit IT-affinen Führungskräften und Beschäftigten besprechen und vereinbaren, welche Möglichkeiten die Kompetenzen in 4.0-Technologien ihnen für ihre Perspektive im Betrieb bieten.
- Mentoren (Führungskräfte und Beschäftigte) mit 4.0-Kompetenzen für Führungskräfte und Beschäftigte festlegen, die diesen helfen, mit den neuen Technologien umzugehen.
- Gegebenenfalls Coaches für Führungskräfte und einzelne Beschäftigte engagieren, die diesen helfen, Problemsituationen im Umgang mit 4.0-Technologien zu bewältigen.

Personalentwicklung als Bestandteil der Organisationsentwicklung – Beispiele

- Beschäftigten und Führungskräften erläutern, an welchen Stellen sie die Kontrolle über die Arbeitsprozesse behalten beziehungsweise wie sie diese erlangen können (Interventionsmöglichkeiten in softwaregesteuerten Prozessen).
- Führungskräften und Beschäftigten eventuell neue Rollenverteilungen erklären, die sich im Arbeitsprozess ergeben, da intelligente Software (inkl. KI) teilweise oder komplett Handlungsträgerschaft übernimmt, und sie darauf vorbereiten.
- Beschäftigten und Führungskräften in der Arbeitsplanung die notwendige Zeit und den Raum zum Lernen einräumen. Dabei sollten sie dazu befähigt werden, diese Zeit zu nutzen (zum Beispiel Anleitung und Vorleben durch Führungskräfte, Mentoring).
- Festlegen, welche Daten aus unterschiedlichen autonomen technischen Systemen den Führungskräften und Beschäftigten zur Verfügung stehen und wie diese Daten für die Personalentwicklung genutzt werden können (zum Beispiel Daten aus der intelligenten Organisationssoftware 4.0, die Auskunft geben über Zeiten, Leistungen, Arbeitsmittel, die Nutzung von Persönlicher Schutzausrüstung (PSA), Lernerfolgskontrollen, abgerufene Informationen). Dabei ist der Schutz personenbezogener Daten zu berücksichtigen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes.*

Smarte „Personalakte“ – Beispiele

- Ein Konzept entwickeln, wie die Personaldaten systematisch über autonome intelligente Software (inkl. KI) gespeichert, geordnet, ausgewertet und ergänzt werden können. Dabei auch festlegen, welche Daten über die Personen aus 4.0-Technologien (zum Beispiel Daten von Arbeitsmitteln, Prozessen, Plattformen) genutzt werden können.

- Datenschutz beachten und die Beteiligten informieren, welche Daten in der Personalakte wie genutzt werden und den Umgang mit den personenbezogenen Daten vereinbaren.
- Die vorhandenen Daten der Personalakten in einem Format digitalisieren, das kompatibel mit CPS ist und ein entsprechendes autonomes technisches Tool anschaffen beziehungsweise entwickeln lassen – sich von IT-Fachleuten beraten lassen.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Becker, M. (2005). *Personalentwicklung* (4. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Berthel, J., & Becker, F. G. (2007). *Personalmanagement* (8. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Büser, T., & Gülpen, B. (2008). Zielvereinbarung und Mitarbeitergespräche. In P. Bröckermann, & M. Müller-Vorbrüggen (Hrsg.), *Handbuch Personalentwicklung* (S. 629–640). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Gessler, M. (2008). Das Kompetenzmodell. In P. Bröckermann, & M. Müller-Vorbrüggen (Hrsg.), *Handbuch Personalentwicklung* (S. 43–61). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Haufe Akademie (Hrsg.). (2017). *Strategien für die Personalentwicklung in der digitalen Revolution*. Freiburg.
- Jung, H. (2011). *Personalwirtschaft*. Oldenbourg: Wissenschaftsverlag.
- Reichelt B. (2008). Mentoring und Patenschaft. In P. Bröckermann, & M. Müller-Vorbrüggen (Hrsg.), *Handbuch Personalentwicklung* (S. 391–407). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Scholz, C. (2000). *Personalmanagement* (5. Aufl.). München: Verlag Vahlen.
- Steinhöfel, M., & Rosenberg, S. (2016). *Herausforderungen und Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Weiterbildung und das Weiterbildungspersonal*. Berlin.
- Stenzel, S. (2008). Coaching und Supervision. In P. Bröckermann, & M. Müller-Vorbrüggen (Hrsg.), *Handbuch Personalentwicklung* (S. 367–390). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.1 Externe und interne Strategie und digitale Transformation
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.4.4 Organisation von Wissen in 4.0-Prozessen (Wissensmanagement)
- 1.4.5 Lernformen 4.0
- 1.5.2 Diversity in 4.0-Prozessen
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.6.1 Digitale Planung der Personaleinsatzes
- 2.6.3 Personalbeurteilung und CPS

2.6.3 Personalbeurteilung und cyber-physische Systeme (CPS)



■ **Stichwörter:** Personaldaten, Qualifikation, Anforderungen, Kompetenzen, Kennzahlen

› Warum ist das Thema wichtig?

Ein wesentliches Merkmal cyber-physischer Systeme (CPS)¹ besteht darin, dass sie auch Daten über Personen sammeln. Daten über Führungskräfte und Beschäftigte stehen prinzipiell auch für die Personalbeurteilung zur Verfügung. Die Eigenschaft der intelligenten Software² mit ihren

Modellen der künstlichen Intelligenz (KI), Profile über Personen erstellen zu können, verstärkt zusätzlich den Anreiz, die Möglichkeiten der CPS möglichst direkt für die Beurteilung zu nutzen. Doch gerade bei der Personalbeurteilung sollte nicht alles, was die 4.0-Technologie³ bietet, auch einge-

setzt werden. Um die Ziele der Personalbeurteilung zu erreichen, müssen die Daten valide und belastbar sein, und die Führungskräfte sowie die Beschäftigten sollten Vertrauen in das Beurteilungssystem besitzen und es als gerecht empfinden.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Personalbeurteilung

Unter Personalbeurteilung wird hier ein Verfahren verstanden, mit dem eine Führungskraft in ihrem Verantwortungsbereich die Beschäftigten in regelmäßigen Abständen unter Berücksichtigung bestimmter Kriterien beurteilt.⁴ Die Kriterien sollten den betroffenen Beschäftigten bekannt sein, besser noch mit ihnen besprochen oder sogar vereinbart werden. Zu den Kriterien zählen beispielsweise

■ quantitative Leistungsdaten wie

Produktivität, Fehlzeiten und

■ qualitative Faktoren – zum Beispiel Fähigkeiten, Motivation, Faktoren der Arbeitswelt (unter anderem Arbeitsbedingungen, Chancen, Entwicklungsmöglichkeiten), Arbeitsklima, Qualität der Interaktion zwischen Führungskraft und Beschäftigten, Beiträge zur Innovationsentwicklung im Betrieb oder Aspekte des sicheren und gesundheitsgerechten Verhaltens.⁵

Ziele einer Personalbeurteilung können unter anderem sein: Ermittlung des Weiterbildungsbedarfs des Beschäftigten, Feststellung der Arbeitszufriedenheit, Schaffung einer Grundlage für Personalentscheidungen sowie Entgeltbestimmungen oder Verbesserung der Kommunikation.⁶

Die Grundsätze der Personalbeurteilung unterliegen der Mitbestimmung (wie allgemeine Beurteilungsgrundsätze, Personalfragebogen – gilt auch für Stellenbewerber).⁷

4.0-Prozesse⁸ liefern mehr Daten für die Personalbeurteilung

4.0-Technologien können umfassende Daten zur Beurteilung von Personen zusammentragen und auswerten. Hierzu gehören zum Beispiel:

■ Daten aus den Arbeitszusammenhängen, etwa aus der Nutzung von Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Assistenzsystemen oder Räumen, Da-

ten aus der smarten Prozess- und Personalplanung und dem Controlling. › Siehe *Umsetzungshilfen 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse; 2.4.1 Prozessplanung mit CPS; 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes; 3.1.5 Sicherheit autonom fahrender Fahrzeuge.*

■ Daten über das Verhalten außerhalb des Betriebes, etwa über

Plattformen, Messengerdienste oder Fitnessarmbänder. › Siehe *Umsetzungshilfen 1.2.4 Virtualität und Identität; 2.5.3 Plattformökonomie; 4.1.3 Tracking und Worklogging.*

Ein Beispiel für ein umfassendes Personalbeurteilungssystem ist das Sozialkredit-System in China. Dort

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ nach Becker 2005, S. 373; Breisig 1998, S. 39

⁵ nach Becker 2005, S. 373; Saßmannshausen/Saßmannshausen et al. 2002

⁶ Becker 2005, S. 374

⁷ § 94 BetrVG

⁸ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

fließen beispielsweise Daten aus den öffentlichen Einrichtungen über jede Person und Daten über das gesellschaftliche und moralische Verhalten der Bürger in die Bewertung ein. Bereits heute werden über ein Bonitätssystem für Vergehen, wie Schulden säumigkeit, „Schwarzfahren“ und andere finanzielle Delikte, staatliche Sanktionen in Form von Verboten für die Nutzung des Schnellzug- oder Flugverkehrs verhängt.⁹

Die zur Beurteilung erfassten Daten können von der 4.0-Technologie scheinbar wissenschaftlich korrekt in Tabellen, Diagrammen und Verlaufskurven dargestellt werden und detailliert Auskunft über die zu beurteilenden Personen geben.¹⁰ Die Betriebe können so Informationen über ihre Führungskräfte und Beschäftigten erhalten, die ihnen bisher nicht zugänglich waren.

Diese zunächst attraktiv erscheinenden Möglichkeiten der 4.0-Technologien, Daten über Personen zu erheben und auszuwerten, dürfen die rechtlichen Anforderungen (Datenschutz), die Persönlichkeitsrechte nach dem Grundgesetz sowie die grundlegende Problematik von Personalbeurteilungen nicht überlagern. Auch diese neuen Möglichkeiten sollten reflektiert und zielgerichtet eingesetzt werden.

Grenzen und Möglichkeiten der CPS für die Personalbeurteilung

Im Folgenden wird kurz die vielschichtige Situation der Personalbeurteilung dargestellt, um Kriterien zu erhalten, welche Daten aus den 4.0-Prozessen für die Beurteilung hilfreich sein könnten beziehungsweise warum eine Überbewertung dieser Daten kontraproduktiv sein könnte.

Im Zentrum jeder Personalbeurteilung steht der Zusammenhang zwischen persönlichen Voraussetzungen und sozialem betrieblichen Umfeld. Bei der Beurteilung eines Beschäftigten geht es immer auch um seine spe-

zifische Identität und sein (Selbst-) Bewusstsein. Seine Leistungsbereitschaft im Betrieb hängt wesentlich von seiner Identifikation mit seiner Arbeit, seiner Rolle im Arbeitsprozess und im Team, dem Klima im Betrieb und im Arbeitsteam sowie dem wertschätzenden und gerechten Umgang mit ihm ab. Zudem geht es bei der Bewertung einer Person immer um ihre Fähigkeiten und Leistungen und berührt damit das Selbstwertgefühl der Person. Oft stellt diese Einschätzung zusätzlich die Weichen für die berufliche Zukunft der zu beurteilenden Person.¹¹

Auch die Führungskraft ist bei der Beurteilung eines Beschäftigten persönlich involviert, da die Beurteilung oft die Qualität der Leistung ihres Teams oder die Umsetzung ihrer Vorgaben thematisiert.¹² Verantwortungsvollen Führungskräften ist bewusst, dass es um wesentliche Entscheidungen für ihre Beschäftigten gehen kann. In der Beurteilungssituation sind also beide Seiten in einer emotional angespannten Situation, da es immer um Selbstwertgefühle und um komplexe soziokulturelle Zusammenhänge geht. Urteile über andere Menschen können deswegen nie vollständig sein und sind subjektiv.¹³

Aus diesem Grund haben Unternehmen das Interesse, Beurteilungen möglichst durchschaubar und nachvollziehbar zu machen. Dies führt vor allem in größeren Unternehmen zu dem Versuch, Beurteilungsverfahren zu standardisieren und zu objektivieren (zum Beispiel durch Kennzahlensysteme, Einstufungsskalen, HR-Scorecard).¹⁴ Andere Unternehmen versuchen, die Beurteilung gemeinsam mit dem Beschäftigten vorzunehmen oder andere Formen einer qualitativen Beurteilung zu finden (wie zum Beispiel spezielle Formen des Mitarbeitergesprächs, Feedbackgespräche, Kollegenbeurteilungen, Selbstbeurteilungen, 360°-Beurteilungen, Assessment-Center).¹⁵ Es gibt auch

viele Kombinationen der Methoden. Studien stellten zudem fest, dass in dynamischen und innovativen Organisationen standardisierte Leistungs- und Potenzialbeurteilungen eher hinderliche Verfahren sein können. Sie stellen also die traditionellen Formen der Personalbeurteilung generell infrage.¹⁶

Kennzahlen und Daten aus 4.0-Prozessen können Informationen für die Personalbeurteilung liefern und somit für alle Beteiligten eine verlässlichere Grundlage schaffen. Diese Daten vermitteln aber immer nur eine Scheinobjektivität, die zwar Ausschnitte der Person und ihrer Leistung spiegeln kann, die aber nicht der Komplexität der Person und der sozialen Beziehungen (wie Arbeitsorganisation, Betriebsklima, Führungsverhalten) gerecht werden können. Die CPS können auf der Basis von großen Datenmengen, Auswertungen und attraktiven grafischen Darstellungen der Ergebnisse die Scheinobjektivität noch erhöhen.

Kriterien für den Einsatz von CPS in der Personalbeurteilung

Daraus ergibt sich ein **erstes grundlegendes Kriterium** für den Einsatz von 4.0-Technologien im Prozess der Personalbeurteilung: Die umfassenden Informationen, Profile und Kennzahlen aus 4.0-Technologien können die soziale Beurteilungssituation nicht ersetzen. Für das Gespräch zwischen der zu beurteilenden Person und der Führungskraft können diese Daten nur als zusätzliche Informationsbasis dienen – *siehe Abbildung 1*.

Die Daten der CPS können den Umfang und die Verlässlichkeit der Informationen über eine Person erhöhen, wenn

- sie Bestandteil eines Konzeptes sind, auf Grundlage dessen überlegt wird, welche Aussagekraft die Zahlen haben,
- sie mit der zu beurteilenden Person abgestimmt sind,

⁹ Deutscher Bundestag 2018, S. 7ff.

¹⁰ Pritz 2016, S. 130ff.

¹¹ vgl. u. a. Becker 2008, S. 72ff.; Landes & Laufer 2013, S. 686ff.; Hohenberger & Spörrle S. 105ff.; Nerdinger 2003; Rosenstiel 2015, S. 101ff.

¹² Nerdinger 2003, S. 230

¹³ Lattmann 1994, S. 13; Nerdinger 2003, S. 230

¹⁴ Becker 2008, S. 330f.; Karlshaus 2005; Schneyder 2007; Schuler & Prochaska 1999, S. 186ff.

¹⁵ vgl. u. a. Brisach 2008, S. 323ff.; Nerdinger 2003, S. 231f.; Schuler & Prochaska 1999, S. 198ff.

¹⁶ Becker 2005, S. 378f.

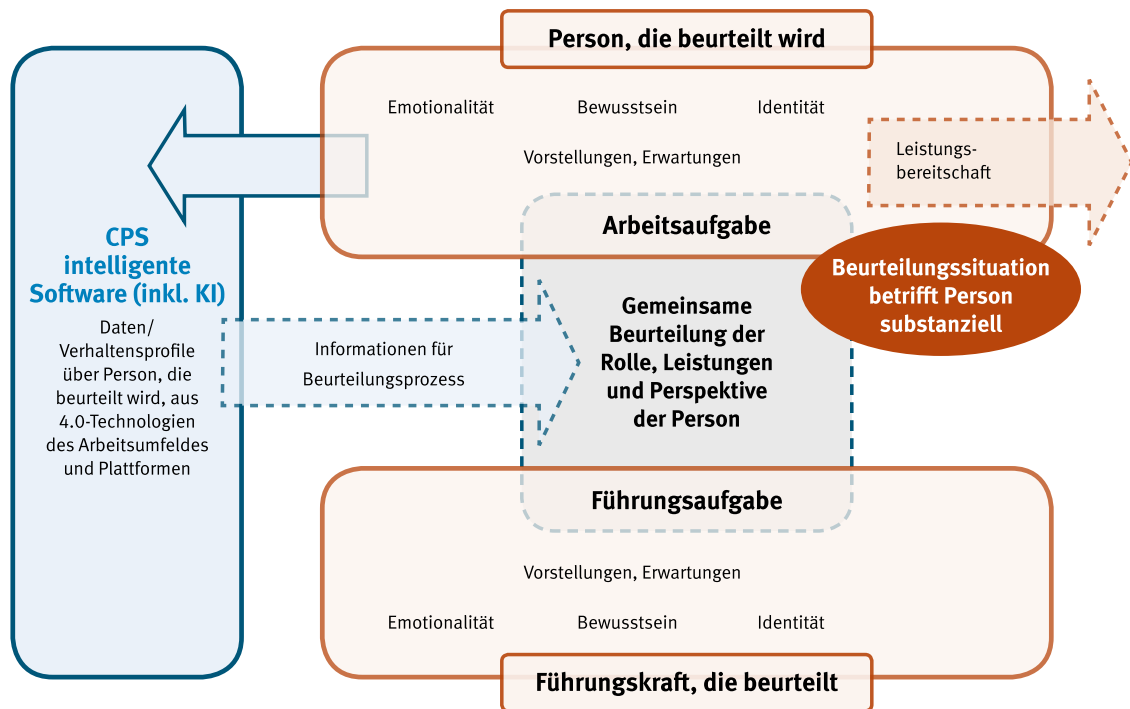


Abbildung 1: Informationsbasis in der Personalbeurteilung (eigene Darstellung)

- die zu beurteilende Person die Zahlen und Daten einschätzen kann und als gerecht empfindet.

Im Folgenden werden einige weitere Kriterien beschrieben, die bei der Verwendung von Daten aus 4.0-Technologien für die Personalbewertung berücksichtigt werden sollten:¹⁷

- **Ziel und Funktion der CPS-Daten für die Beurteilung:** Es sollte überlegt werden, welche zur Verfügung stehenden Daten über die zu beurteilende Person genutzt werden und welches Ziel mit der Nutzung dieser Daten erreicht werden kann. Nicht alle Daten, die zur Verfügung stehen, müssen auch eine Funktion für die Beurteilung besitzen.
- **Systemischer Ansatz der Personalbeurteilung bei Datenerfassung:** Auch bei der Nutzung der Daten aus 4.0-Technologien sollten die Situation und das Zusammenspiel der Wirkfaktoren einer Beurteilung berücksichtigt werden. Es sollte darauf geachtet werden, dass Daten über wirtschaftliche, personale, organisatorische und kulturelle

Entwicklungen einfließen, die das Verhalten der Person widerspiegeln.¹⁸ Überlegt werden sollte, in welcher Beziehung die Daten aus den einzelnen Bereichen zueinander stehen und was sie zur Beurteilung beitragen.

- **Datenqualität:** Maßgeblich für die Eignung der Daten ist, ob sie brauchbare und zuverlässige Aussagen für die jeweilige Fragestellung zulassen (Datenqualität). Liefern die Daten über den betrachteten Aspekt der zu beurteilenden Person tatsächlich die erforderlichen Informationen oder nur ein verzerrtes Bild der Situation? Diese Reflexion über die gelieferten Daten ist entscheidend für deren Glaubwürdigkeit und Aussagekraft.
 - *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*
- **Transparenz über Nutzung personenbezogener Daten:** Bei der Nutzung personenbezogener Daten aus 4.0-Technologien für die Personalbeurteilung ist Transparenz entscheidend für die Akzeptanz. In der persönlich belastenden Be-

urteilungssituation sollte es keine zusätzlichen Unsicherheiten geben über Informationen, von denen der Beurteilte nicht weiß, wie sie zustande gekommen sind beziehungsweise auf welcher Grundlage sie entstanden sind. Damit ist entscheidend, dass beurteilende Führungskräfte wie auch beurteilte Beschäftigte wissen, welche Daten in die Beurteilung einfließen, auf welcher Grundlage sie erhoben werden und zu welchem Zweck dies geschieht.

- **Beurteilungskriterien bekannt machen:** Der Beschäftigte sollte die Beurteilungskriterien kennen, nach denen seine Daten beziehungsweise die Daten über seine Leistungen ausgewertet werden. Zu empfehlen ist, dass die Beschäftigten beim Festlegen der Beurteilungskriterien eingebunden sind, da dies die Akzeptanz des Beurteilungssystems erheblich fördert. Es zeigt sich übrigens, dass Beschäftigte auf der Grundlage einer solchen Offenheit sehr realistische Beurteilungskriterien definieren. Weitere Vorausset-

¹⁷ Nicht eingegangen wird hier auf das Gesamtkonzept der Personalbewertung im Betrieb und die dabei genutzten Methoden, auf deren Grundlage die Daten der 4.0-Technologien verwendet werden.

¹⁸ Becker 2008, S. 72ff.

zungen dafür sind Vertrauen und das Gefühl, gerecht behandelt zu werden.

- **Vereinbarung mit Beschäftigten über Nutzung personenbezogener Daten:** Bei den Beurteilungsergebnissen handelt es sich um hochsensible personenbezogene Daten. Mit den Beschäftigten sollte vereinbart werden, welche personenbezogenen Daten für die Beurteilung gespeichert werden, wie sie genutzt werden, wo sie liegen, wer Zugriff sowie

das Recht hat, diese zu löschen.¹⁹

Daten aus 4.0-Technologien in der Personalbeurteilung

Die folgende Tabelle soll das Verständnis fördern, welche Funktionen die Daten aus der 4.0-Technologie bei der Personalbeurteilung haben können. Da die tatsächliche Umsetzung vom Reifegrad und der Konzeption der 4.0-Technologie und der intelligenten Software (inkl. KI) im jeweiligen Betrieb abhängt, kann die Tabelle nur

grobe Näherungswerte und ganz allgemeine Möglichkeiten darstellen.

Die Beispiele zeigen die Vielfalt und die Möglichkeiten der Daten aus 4.0-Technologien für die Personalbeurteilung. Die Beispiele zeigen aber auch die Grenzen der Aussagekraft der Daten. Eine Führungskraft, die sich der Begrenztheit von Daten und Kennzahlen aus 4.0-Technologien generell bewusst ist, kann diese sehr zielgerichtet für deren Interpretation und die Personalbeurteilung nutzen und einsetzen.

Personalbeurteilung und Daten aus 4.0-Technologien Beispiele <i>Datenschutz vorausgesetzt</i>		Tabelle 1
Bereiche/Wirkfaktoren der Personalbeurteilung	Daten aus 4.0-Technologien (Datenschutz und technische Realisierung vorausgesetzt)	Funktion dieser Daten aus 4.0-Technologien für die Beurteilung
Wirtschaftliche Situation – Beispiele		
Wirtschaftliche Situation im Bereich des Beschäftigten	Daten aus dem Controlling der 4.0-Prozesse	Eindeutige Informationen möglich
Umsatz des Beschäftigten (gegebenenfalls anteilig am Team)	Daten aus dem Controlling der 4.0-Prozesse	Eindeutige Informationen möglich
Produktivität des Beschäftigten	Daten aus dem Controlling der 4.0-Prozesse	Eindeutige Informationen möglich
Kostenbewusstsein	Daten aus dem Controlling der 4.0-Prozesse	Informationen über Mitteleinsatz möglich
Verwertbarkeit der Arbeitsergebnisse	Daten aus dem Controlling der 4.0-Prozesse	Informationen über Fehler, Ausschuss, Ressourceneffizienz, Kundenrückmeldungen möglich
Individuelle Voraussetzungen des Beschäftigten – Beispiele		
Werte, Einstellungen	Daten aus Controlling der 4.0-Prozesse, Daten aus sozialen Medien	Kaum verlässlich, nur sehr zufällige und begrenzte Ausschnitte
Fähigkeiten, Kenntnisse, Fachkompetenzen	Daten aus Controlling der 4.0-Prozesse	Genutzte Fähigkeiten werden erfasst, verborgene Fähigkeiten bleiben verborgen
Gesundheit	Daten aus Personalakte (Fehlzeiten – Arbeitsunfähigkeiten), Daten aus Fitnessarmbändern und sozialen Medien, Daten aus Befragungen	Allgemeine Hinweise auf Gesundheitszustand möglich – aber nicht verlässlich, kein Hinweis auf Ursachen
Motivation	Daten aus Produktivität und Verhalten	Erscheinungsformen können dargestellt werden, Ursachen eher nicht
Eigeninitiative, Freiwilligkeit	Daten aus Vorschlagswesen und Verhalten	Quantitative Daten über Eigeninitiative möglich, tatsächliches Verhalten im Alltag kaum technisch messbar

¹⁹ Breisig 2012, S. 83ff.

Personalbeurteilung und Daten aus 4.0-Technologien Beispiele <i>Datenschutz vorausgesetzt</i>		Tabelle 1
Bereiche/Wirkfaktoren der Personalbeurteilung	Daten aus 4.0-Technologien (Datenschutz und technische Realisierung vorausgesetzt)	Funktion dieser Daten aus 4.0-Technologien für die Beurteilung
Individuelle Voraussetzungen des Beschäftigten – Beispiele		
Biografischer Hintergrund	Daten aus sozialen Medien	Begrenzte Einzelinformationen
Innovationsfähigkeit, Kreativität, Beweglichkeit des Denkens	Daten aus Produktivität und Verhalten, Vorschlagswesen Tests	Tatsächliche Potenziale können nicht dargestellt werden Tests zeigen gegebenenfalls verborgene Potenziale auf
Lernfähigkeit	Daten aus Informations- und Lern-tools des Betriebes	Quantitative Daten über Lernverhalten möglich, Ursachen und Potenziale der Lernfähigkeit eher weniger erfassbar
Kontakte zu Kunden	Auswertungen zur Anzahl der Kontakte, Rückmeldungen der Kunden, Anzahl neuer Kunden	Einblick in grundlegende Daten zum Kundenkontakt möglich
Kommunikative und soziale Kompetenzen	Daten aus sozialen Medien, Daten aus Rückmeldungen von Beschäftigten	Ergänzende Daten zu den Kompetenzen möglich, differenziertere Einschätzung der Fähigkeiten und der nicht eingebrachten Kompetenzen kaum möglich
Teamfähigkeit, Hilfsbereitschaft	Daten aus Rückmeldungen von Beschäftigten, Daten aus sozialen Medien Tests, Befragungen	Einzelne Aspekte der Teamfähigkeit und der Hilfsbereitschaft darstellbar
Rolle im Team	Tests, Befragungen	Einzelne Aspekte der Rolle im Team darstellbar
Commitment, Identifikation	Rückschlüsse aus Daten etwa zur Motivation, Produktivität, Fehlzeiten	Hinweise auf grundlegendes Commitment und grundlegende Identifikation möglich
Auswirkungen der Arbeitsorganisation auf den Beschäftigten – Beispiele		
Arbeitsaufgaben	Daten aus dem Controlling der 4.0-Prozesse	Informationen zur formalen Umsetzung der Arbeitsaufgabe, eher nicht zur Qualität und zur Einstellung gegenüber der Aufgabe
Übernahme von Verantwortung	Daten aus dem Controlling der 4.0-Prozesse	Grundlegende Daten zum Verantwortungsbewusstsein möglich, individuelle Potenziale kaum erfassbar
Tätigkeitsprofile	Daten aus dem Controlling der 4.0-Prozesse	Grundlegende Informationen zur Erfüllung der Tätigkeitsprofile, eher keine Informationen zu den Potenzialen
Teamzusammensetzung	Daten aus Rückmeldungen von Beschäftigten Tests, Befragungen	Einzelne Faktoren zur Teamzusammensetzung und zur Rolle des Beurteilten möglich, tatsächliches Klima im Team mit Auswirkungen auf den Beurteilten nicht verlässlich

Personalbeurteilung und Daten aus 4.0-Technologien Beispiele <i>Datenschutz vorausgesetzt</i>		Tabelle 1
Bereiche/Wirkfaktoren der Personalbeurteilung	Daten aus 4.0-Technologien (Datenschutz und technische Realisierung vorausgesetzt)	Funktion dieser Daten aus 4.0-Technologien für die Beurteilung
Auswirkungen der Arbeitsorganisation auf den Beschäftigten – Beispiele		
Zusammenarbeit mit anderen Teams	Daten aus Rückmeldungen von Beschäftigten Tests, Befragungen	Nur quantitative Daten etwa zu Konflikten, Kommunikationsaufwand möglich Daten zum individuellen Verhalten und dessen Ursachen eher schwer erfassbar
Arbeitsprozessabläufe	Daten aus dem Controlling der 4.0-Prozesse Tests, Befragungen	Grundlegende Daten zum Verhalten in Arbeitsprozessen möglich (wie Einhalten von Terminen, Häufigkeit von Fehlern und Mängeln, Ordnung/Sauberkeit, Berücksichtigung von Schnittstellen, Verhalten bei Störungen) Individuelle Zufriedenheit und verborgenes Wissen über Verbesserungsmöglichkeiten schwerer erfassbar
Arbeitszeit	Daten aus dem Controlling der 4.0-Prozesse, Daten aus Zeitwirtschaft	Überprüfung der formalen Zeitumfänge möglich (Arbeitszeit, Arbeitsmittelbedienzeiten, Ruhezeit, Pausenzeiten, Urlaubstage, Fehlzeiten) Quantitative Analyse möglich, Ursachenanalyse eher nicht
Unfälle, Beinaheunfälle	Daten aus dem Controlling der 4.0-Prozesse	Quantitative Analyse möglich, Ursachenanalyse eher nicht
Sicheres Verhalten	Daten aus dem Controlling der 4.0-Prozesse, Daten über Nutzung von Schutzeinrichtungen, Persönlicher Schutzausrüstung, Unterweisungsinformationen und Einhaltung sicherer Arbeitsverfahren	Quantitative Darstellung der Einhaltung der sicherheitsrelevanten Maßnahmen und der Wirksamkeitskontrolle der Gefährdungsbeurteilung möglich Qualitative Ursachenanalyse eher nicht möglich
Auswirkungen der Unternehmenskultur auf den Beschäftigten – Beispiele		
Betriebsklima	Daten aus Rückmeldungen von Beschäftigten Tests, Befragungen	Informationen zum allgemeinen Betriebsklima möglich, zur individuellen Einschätzung und der Rolle des Beurteilten eher nicht
Führungsverhalten	Daten aus dem Controlling der 4.0-Prozesse Befragungen	Daten zum individuellen Verhältnis zur Führungskraft kaum erfassbar
Werte des Umgangs miteinander im Unternehmen	Daten aus sozialen Medien Tests, Befragungen	Verhältnis des Beurteilten zu den Werten kaum über Daten erfassbar

Personalbeurteilung und Daten aus 4.0-Technologien Beispiele <i>Datenschutz vorausgesetzt</i>		Tabelle 1
Bereiche/Wirkfaktoren der Personalbeurteilung	Daten aus 4.0-Technologien (Datenschutz und technische Realisierung vorausgesetzt)	Funktion dieser Daten aus 4.0-Technologien für die Beurteilung
Vorstellungen und Perspektiven des Beschäftigten – Beispiele		
Einschätzung der Arbeitssituation	Tests, Befragungen	Individuelle Einschätzung über Technologie nur sehr eingeschränkt möglich
Einschätzung des Betriebsklimas	Tests, Befragungen	Individuelle Einschätzung über Technologie nur sehr eingeschränkt möglich
Verhältnis zur Führungskraft	Tests, Befragungen	Ermittlung des individuellen Verhältnisses über Technologie nur sehr eingeschränkt möglich
Pläne	Tests, Befragungen	Individuelle Pläne über Technologie nur sehr eingeschränkt erfassbar
Arbeitszufriedenheit	Muster aus verschiedenen Wirkfaktoren Tests, Befragungen	Individuelle Arbeitszufriedenheit über Technologie nur eingeschränkt erfassbar, Ursachen kaum erfassbar
Erwartungen an den Arbeitsplatz/ Betrieb	Tests, Befragungen	Individuelle Erwartungen erfassbar

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Ein reflektierter Einsatz der Daten aus der 4.0-Technologie für die Personalbeurteilung, der mit den Beschäftigten abgestimmt ist, bietet unter anderem folgende **Chancen**:

- Die Personalbeurteilung basiert auf einer deutlich umfassenderen und gründlicheren Datengrundlage.
- Die Führungskräfte nutzen nur diejenigen Daten, die verlässliche Informationen liefern. Sie sind in der Lage, die Vor- und Nachteile der Daten einschätzen zu können.
- Das gemeinsame Beurteilungsgespräch kann deutlich fundierter geführt werden und ist näher an den tatsächlichen Prozessen.
- Das gemeinsame Beurteilungsgespräch kann sich intensiver auf die qualitativen Aspekte der Personalsituation und auf die Ursachen sowie deren konstruktive Lösung

konzentrieren.

- Die beurteilte Person fühlt sich weniger der subjektiven Einschätzung der Führungskraft „ausgesetzt“.
- Alle Beteiligten (inklusive Betriebsrat/Personalrat) akzeptieren die Personalbeurteilungen eher, da ihnen die Beurteilungskriterien bekannt sind und der Umgang mit den genutzten Daten transparent und vereinbart ist.

Werden Daten aus der 4.0-Technologie nicht reflektiert und nicht mit den Beschäftigten abgestimmt eingesetzt, können unter anderem folgende **Gefahren** auftreten:

- Die Möglichkeiten, die die 4.0-Technologien für die Personalbeurteilung bieten, werden nicht adäquat genutzt.
- Es könnten Daten verwendet wer-

den, die keine verlässlichen Informationen über die Person liefern.

- Die Führungskräfte können die Vor- und Nachteile der Daten aus den 4.0-Technologien nicht einschätzen und verwenden die Daten nicht angemessen.
- Die Konzentration auf Daten aus den 4.0-Technologien kann eine Scheinobjektivität erzeugen, die dem zu beurteilenden Beschäftigten nicht gerecht wird.
- Die Beschäftigten können den Daten gegenüber misstrauisch sein, da sie die Beurteilungskriterien und die Grundlagen für die Daten nicht kennen.
- Es können personenbezogene Daten verwendet werden, deren Nutzung nicht vereinbart wurde und deswegen gegen rechtliche Bedingungen verstößt.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Bei der Nutzung von Daten aus 4.0-Technologien für die Personalbeurteilung sind unter anderem folgende Maßnahmen zu empfehlen:

- Die Führungskräfte vereinbaren Regeln für die Verwendung der Daten aus 4.0-Technologien für die Personalbeurteilung. Dabei sollte deutlich gemacht werden, dass die umfassenden Informationen, Profile und Kennzahlen von 4.0-Technologien über die zu beurteilende Person die soziale und persönliche Beurteilungssituation nicht ersetzen kann. Die Daten aus 4.0-Technologien können eine informelle Grundlage für die Personalbeurteilung sein. Sie können aber nicht die intensive gemeinsame Interpretation dieser Daten sowie das Gespräch über weitere, nicht durch technische Systeme erfassbare Ursachen ersetzen.
- Die Führungskräfte (lassen) überprüfen, welche Daten aus den 4.0-Technologien für die Personalbeurteilung zur Verfügung stehen. Sie organisieren, dass die Daten für die Personalbeurteilungsgespräche entsprechend aufbereitet werden können (mit IT-Experten abstimmen).
- Die Führungskräfte (lassen) überprüfen, welche Daten aus dem

Controlling mit 4.0-Technologien für die Personalbeurteilung zur Verfügung stehen. Sie organisieren, dass die Daten für die Personalbeurteilungsgespräche entsprechend aufbereitet werden können (mit IT-Experten abstimmen). › *Siehe Umsetzungshilfen 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse; 2.1.7 Kennzahlen und CPS.*

- Bei der Anschaffung neuer 4.0-Technologien und von intelligenter Software (inkl. KI) wird überlegt, inwieweit die autonomen technischen Systeme auch Daten für die Personalbeurteilung erfassen können und wie diese Daten ausgewertet und angezeigt werden (mit IT-Experten abstimmen). › *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte.*
- Die Führungskräfte legen fest, welches Ziel mit der Nutzung dieser Daten für die Personalbeurteilung erreicht werden soll (nicht alles, was technisch machbar ist, muss verlässliche Ergebnisse liefern).
- Die Führungskräfte (lassen) überprüfen, wie verlässlich, zuverlässig und wie geeignet die Daten für die Fragestellung sind. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*
- Die Führungskräfte stimmen das

Verfahren der Personalbeurteilung mit den Beschäftigten ab – in Unternehmen mit Betriebsrat/Personalrat mit diesem. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*

- Die Führungskräfte informieren die Beschäftigten, welche Daten in die Beurteilung einfließen und auf welcher Grundlage sowie zu welchem Zweck sie erhoben werden.
- Die Führungskräfte informieren die Beschäftigten über die Beurteilungskriterien, nach denen die Daten über ihre Leistungen ausgewertet werden – zum Beispiel Produktivität, sicheres Verhalten, Effektivität, Sozialverhalten.
- Mit den Beschäftigten (Betriebsrat/Personalrat) wird vereinbart, welche personenbezogenen Daten für die Personalbeurteilung gespeichert werden, wie sie genutzt werden, wo sie liegen, wer Zugriff sowie das Recht hat, diese jederzeit löschen zu dürfen. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*
- Die Sicherheit des Umgangs mit den Daten für die Personalbeurteilung wird sichergestellt. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.*

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- BetrVG – *Betriebsverfassungsgesetz*, 17.07.2017.
- Becker, M. (2005). *Personalentwicklung* (4. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Becker, M. (2008). *Messung und Bewertung von Humanressourcen*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Berthel, J., & Becker, F. G. (2007.): *Personalmanagement*, (8. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Breisig, T. (1998). *Personalbeurteilung – Mitarbeitergespräch – Zielvereinbarungen*. Frankfurt am Main: Bund Verlag.
- Breisig, T. (2012). *Grundsätze und Verfahren der Personalbeurteilung*. Frankfurt am Main: Bund Verlag.
- Brisach, S. (2008). 360°-Feedback. In RP. Bröckermann, & M. Müller-Vorbrüggen (Hrsg.). *Handbuch Personalentwicklung*, (2. Aufl.) (S. 323–336.) Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Deutscher Bundestag. (2018). *Big Data unter Berücksichtigung der Situation in der Volksrepublik China, Wissenschaftliche Dienste*: WD 10 - 3000 - 068/17, Berlin.
- Hohenberger, C., & Spörrle, M. (2013). Motivation und motivationsnahe Phänomene im Kontext wirtschaftlichen Handelns. In M. Landes M., & E. Steiner (Hrsg.), *Psychologie der Wirtschaft* (S. 103–122), Wiesbaden: Springer VS.
- Karlshaus, A. (2005). *Weiche HR-Kennzahlen im strategischen Personalmanagement*. Köln: Josef Eul Verlag.
- Landes, M., & Laufer, K. (2013). Feedbackprozesse – Psychologische Aspekte und effektive Gestaltung. In M. Landes, & E. Steiner (Hrsg.), *Psychologie der Wirtschaft* (S. 681–703). Wiesbaden: Springer VS.
- Lattmann, C. (1994). *Die Leistungsbeurteilung als Führungsmittel*. Heidelberg: Physica Verlag/Springer Verlag.
- Nerdinger, F. W. (2003). Formen der Beurteilung. In L. v. Rosenstiel, E. Regnet, & M. Domsch (Hrsg.), *Führung von Mitar-*

beitern (S. 229–242). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

Pritz, S. M. (2016). Mood Tracking: Zur digitalen Selbstvermessung der Gefühle. In S. Selke (Hrsg.), *Lifelogging. Wie die digitale Selbstvermessung unsere Gesellschaft verändert* (S. 127–150). Wiesbaden: Springer VS.

Rosenstiel, L. v. (2015). *Motivation im Betrieb* (11. Aufl.). Wiesbaden: Springer

Gabler. Saßmannshausen, A., Lang, K. H., Langhoff, T., & Müller, B. H. (2002). *Bewertung der Qualität von Sicherheit und Gesundheitsschutz in Unternehmen und Verwaltungen*. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb 952, Dortmund, Berlin: Wirtschaftsverlag NW.

Schneyder, W. v. (2007). *Kennzahlen für die Personalentwicklung*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

Schuler, H., & Prochaska, M. (1999). Ermittlung personaler Merkmale: Leistungs- und Potenzialbeurteilung von Mitarbeitern. In K. Sonntag (Hrsg.), *Personalentwicklung in Organisationen* (2. Aufl.) (S. 181–210). Göttingen: Hogrefe Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.2.4 Virtualität und Identität
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse
- 2.1.7 Kennzahlen und CPS
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS
- 2.5.3 Plattformökonomie
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes
- 3.1.5 Sicherheit autonom fahrender Fahrzeuge
- 4.1.3 Tracking und Worklogging

2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding



■ **Stichwörter:** arbeitnehmerähnliches Arbeitsverhältnis, Crowdsourcing, Plattformen, Soloselbstständige

Unter Crowdfunding wird hier nicht die Einbindung von Kunden in Entwicklungsprozesse des Unternehmens verstanden, sondern ausschließlich die Arbeitsleistung eines Crowdworkers für ein Unternehmen. Auch das Thema Crowdfunding und Crowdinvesting (Methoden zur Finanzierung von Projekten oder Unternehmen durch die Crowd) wird in dieser Umsetzungshilfe nicht thematisiert. Diese Umsetzungshilfe richtet sich an Unternehmen, die Crowdworker beauftragen wollen.

› Warum ist das Thema wichtig?

Crowdfunding kann eine typische Arbeitsform der digitalen Transformation werden. Crowdfunding kann auch kleinen und mittleren Unternehmen helfen, externe Kompetenzen für ein Projekt zu nutzen, neue Ideen

externer Fachleute einzubinden, Engpässe wirkungsvoller ausgleichen zu können und die Arbeitsprozesse flexibler zu gestalten. Dies wird aber nur dann möglich sein, wenn Crowdfunding wirtschaftlich, sicher und fair

gestaltet wird, sodass die Crowdworker motiviert und produktiv arbeiten, keine Störungen im Arbeitsablauf und keine rechtlichen Probleme entstehen.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Crowdsourcing – Crowdfunding

Crowdsourcing setzt sich aus „Crowd“ und „Outsourcing“ zusammen und beschreibt die Auslagerung von Arbeitsprozessen eines Unternehmens über einen offenen Online-Aufruf an Crowdworker (Online-Arbeiter)¹, an ein Crowdworker-Team (das sich aufgabenbezogen zusammenstellen kann) oder an eine Crowdsourcing-Plattform, die Crowdfunding anbietet (die gleichzeitig Vermittlungsplattform für Crowdworker sein kann).² Die Crowdsourcing-Plattform kann eine unternehmensinterne Plattform sein oder extern von einem

Dienstleister betrieben werden.³ Das Unternehmen, das Crowdsourcing betreibt und beauftragt, wird hier Crowdsourcer genannt.

Crowdfunding (wie Microtasking, komplexe Entwicklungs-Projekte, Crowdtesting) wird der Arbeitsprozess im Crowdsourcing genannt. Beim Crowdfunding werden Aufträge, meist zerteilt in kleinere Aufgaben an Crowdworker vergeben. Die Auftragsvergabe kann sowohl an die eigenen Beschäftigten (internes Crowdfunding) als auch an Dritte (externes Crowdfunding) erfolgen. Externe Crowdworker arbeiten oft als Soloselbstständige und/oder sie werden über spezielle

Crowdfunding-Plattformen vermittelt.⁴ Als **Soloselbstständige** werden Selbstständige bezeichnet, die keine Personen beschäftigen und die für mehrere Auftraggeber arbeiten.⁵

Crowdworker können als Soloselbstständige in ein **arbeitnehmerähnliches Arbeitsverhältnis** geraten, indem sie überwiegend nur für einen Unternehmer tätig sind (Scheinselbstständigkeit beachten). Dies kann dann der Fall sein, wenn der Crowdworker ohne diese Aufträge seine wirtschaftliche Existenzgrundlage verlieren würde und er damit wirtschaftlich von dem Auftraggeber abhängig sein könnte.⁶

Idee und Verbreitung des Crowdfunding

Die Idee des Crowdfunding stammt aus der Welt der Kleinbetriebe und der Selbstständigen. Angefangen hat es

mit ehrenamtlicher Nachbarschaftshilfe per Internet. Man half sich wechselseitig bei technischen Fragen, bei Übersetzungen, bei Werbemaßnahmen. Diese Netzwerke der Kleinen

wollten sich untereinander stärken, um bei den Kunden besser dazustehen und Leistungen qualifizierter erbringen zu können.⁷ Dabei griff man auf Open-Source-Entwicklungsmodell

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Präziser würde der Begriff Online-Arbeit die Tätigkeit beschreiben, durchgesetzt hat sich aber der Begriff Crowdfunding. Pongratz & Bormann 2017, S. 159

² BMAS 2016, S. 200

³ Folgende Arten von Crowdfunding-Plattformen können unterschieden werden: Design-Plattformen, Engineering-Plattformen, Innovations-Plattformen, Microtasking-Plattformen, Testing-Plattformen, Text-Plattformen, Vermittler-Plattformen, Vertriebs-Plattformen, Mrass et al. 2018, S. 3

⁴ BMAS 2016, S. 200

⁵ vgl. u. a. BMAS 2016, S. 202; Leist et al. 2017, S. 52ff.

⁶ Bayreuther 2018, S. 25; Leist et al. 2017, S. 46ff.

⁷ Offensive Mittelstand 2015

le als vergemeinschaftetes Informationsmodell zurück.⁸

Crowdfunding kann einen neuen Modus der Arbeitsorganisation darstellen, der es Unternehmen ermöglicht, die kollektive Intelligenz und Arbeitskraft einer großen Zahl von Internetnutzern zu erschließen: Idealtypische Idee war, dass der selbst-motivierte Schwarm nach einem offenen Aufruf Projekte, Produkte und Innovationen vorantreiben soll. Aus dieser Idee sowie aus der Idee eines neuen Geschäftsmodells haben sich weltweit vernetzte und institutionelle Formen des Crowdfunding entwickelt und spezielle Plattformen, die Crowdfunder vermitteln oder zusammenbringen und die das Crowdsourcing als Dienstleistung anbieten. Das ursprünglich offene Prinzip des Crowdfunding wurde durch hierarchische ökonomische Markt- und Machtstrukturen teilweise vereinnahmt⁹ beziehungsweise die hohe Schwarm-Transparenz bei Crowdsourcing-Projekten kollidiert mit den vorhandenen Unternehmensstrategien und -strukturen.¹⁰

Der faktische Verbreitungsgrad des Crowdfunding ist momentan noch geringer, als die Debatte in der Politik und einigen Bereichen der Wissenschaft dies erscheinen lässt. Der Anteil der Unternehmen im gewerblichen Bereich lag 2017 bei unter zwei Prozent. Zwischen großen und kleinen Unternehmen ist dabei kaum ein Unterschied im Nutzungsgrad von Crowdfunding zu erkennen.¹¹ 2017 waren 0,3 Prozent der Erwachsenen in Deutschland im Bereich des Crowdfunding tätig. Die überwiegende Mehrheit der Crowdfunder nutzt das Crowdfunding als Zuverdienst.¹²

Manche Umfragen deuten darauf hin, dass sich Online-Crowdfunder unter bestimmten Umständen einem Konkurrenzkampf ausgesetzt und sich ungerecht behandelt fühlen, die Honorarhöhe als nicht angemessen

erachten oder mit der Serviceleistung der Vermittlerplattform unzufrieden sind.¹³

Von den Unternehmen wurden als Hemmnisse für die Nutzung von Crowdfunding genannt: Die eigenen Arbeitsinhalte eignen sich nicht für Crowdfunding, der mögliche Abfluss von unternehmensinternem Wissen, Schwierigkeiten bei der Qualitätskontrolle sowie Unsicherheit über juristische Rahmenbedingungen und hohe interne Arbeitsaufwände.¹⁴

Momentan ist nicht seriös abzusehen, in welche Richtung sich das Crowdfunding entwickelt.

Anwendungsfelder und Formen des Crowdfunding

Die wesentlichen Anwendungsfelder des Crowdfunding sind:

- **Einzelne kleine Arbeitsaufgaben (Microtasking):** Vergabe einzelner kleinerer Arbeitspakete an Crowdfunder wie zum Beispiel einfache Texterstellung, Lektorat und Übersetzung, Web-Recherchen, Kategorisierung und Tagging/Veranschlagwortung, kurze Umfragen, Digitalisierung von kurzen Texten und Dokumenten (zum Beispiel über Microtasking-Plattformen, Text-Plattformen).¹⁵

- **Komplexe Tätigkeiten ([Entwicklungs-]Projekte):** Vergabe einzelner Projekte oder von Teilprojekten an Crowdfunder. Dazu können auch komplette oder Teile von Entwicklungsprojekten gehören, in denen neue Ideen für Produkte und Dienstleistungen, neue Softwaretools oder neue Techniken gehören (zum Beispiel über Design-Plattformen, Engineering-Plattformen, Innovations-Plattformen, Text-Plattformen).

- **Qualitätstests (Crowdfunder):** Vergabe von Testaufgaben zum Beispiel bei einer neu entwickelten Software oder einer Hardware an

eine Gruppe von Internetnutzern, um die eigenen Entwickler mit Lösungsvorschlägen zu unterstützen. Ziel ist die Reduzierung von Fehlern (Bugs) und die Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit (zum Beispiel über Testing-Plattformen).¹⁶

Beim Crowdfunding kann es verschiedene Formen der Beauftragung geben, wobei hier vom vorgegebenen Rechtsrahmen ausgegangen wird¹⁷ – siehe Abbildung 1:

- **Direktbeauftragung des Crowdfunders:** Das Unternehmen kann nach einem offenen Online-Aufruf einen Crowdfunder direkt beauftragen und dann online mit ihm die Arbeitsaufgabe realisieren. In diesem Fall beauftragt das Unternehmen einen Soloselbstständigen und es gelten weitestgehend die gleichen vertraglichen Bedingungen wie bei der Beauftragung von Soloselbstständigen bisher auch.

Crowdfunder können sich auch zu aufgabenbezogenen Ad-hoc-Teams zusammenfinden. In diesem Fall sollte vorab geklärt werden, wie die Auftragsvergabe und der Vertrag gestaltet werden (wie zum Beispiel: einzelne Auftragsvergaben mit Leistungsbeschreibung, Dienst- oder Werkverträge, „Generalunternehmer“-Prinzip).¹⁸

- **Beauftragung über Crowdfunding-Plattformen:** Crowdfunding wird oft über spezielle Crowdfunding-Plattformen angeboten. In der Regel werden dann die Verträge mit diesen Plattformen abgeschlossen. Leistungen dieser Plattformen können sein, einen Crowdfunder zu vermitteln, Teams zusammenzustellen, die Crowdsourcing-Plattform zur Verfügung zu stellen und die Projekte zu realisieren. Die Verträge sind hier je nach Dienstleistung zu gestalten und nach Vertragsverhältnis des Crowdfunders

⁸ Boes et al. 2014, S. 30

⁹ Boes et al. 2014, S. 37

¹⁰ Bitkom 2014, S. 5f.

¹¹ ZEW 2016, S. 5ff.

¹² vgl. u. a. Pongratz & Bormann 2017, S. 164f.; Maier et al. 2017, S. 15ff.

¹³ vgl. u. a. Pongratz & Bormann 2017, S. 169ff.; Feldmann et al. 2017, S. 17ff.

¹⁴ ZEW 2016, S. 9

¹⁵ vgl. u. a. Bitkom 2014 16ff.; Maier et al. 2017, S. 19ff.

¹⁶ vgl. u. a. Bitkom 2014, S. 26ff.; Maier et al. 2017, S. 22ff.

¹⁷ vgl. u. a. Bayreuther 2018; Leimeister et al. 2016, S. 68ff.

¹⁸ vgl. u. a. Bayreuther 2015; Buecker 2016, 202ff.

Formen der Beauftragung von Crowdworkern (Beispiele)

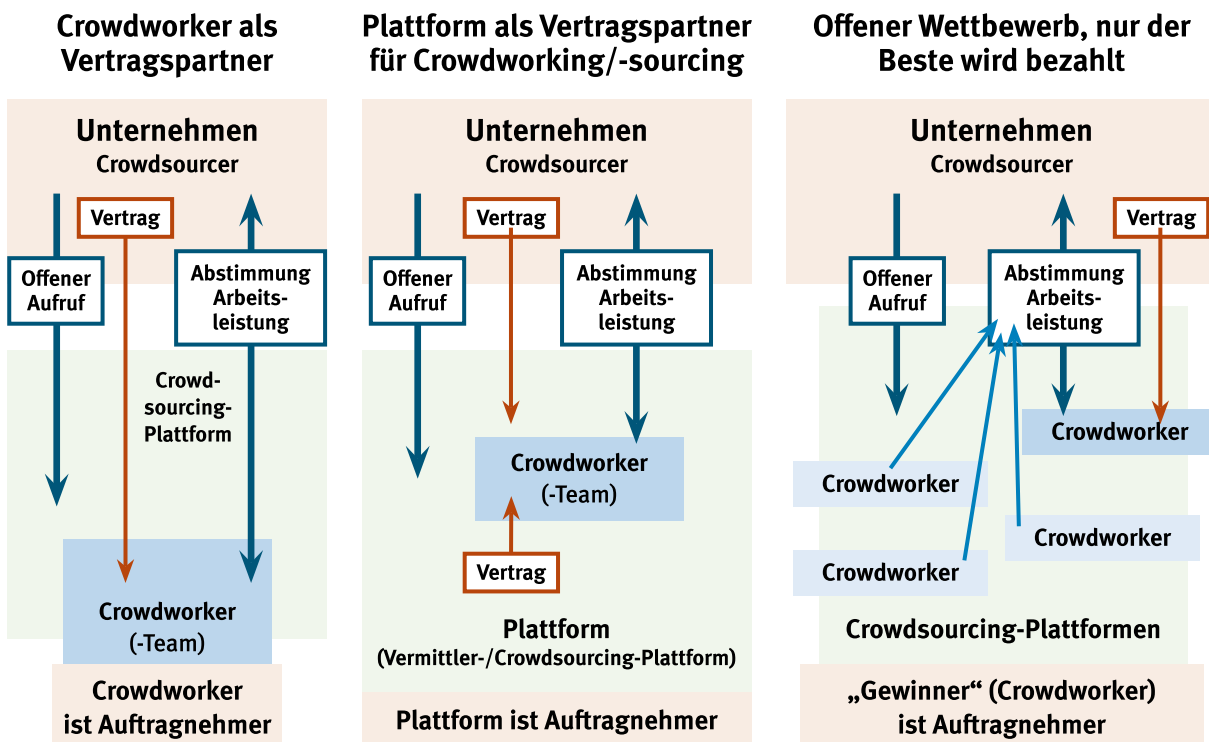


Abbildung 1: Formen des Crowdfunding (eigene Darstellung)

zur Plattform (wie Soloselbstständiger, bei Plattform angestellt).¹⁹

- **Offener Wettbewerb und nachträgliche Beauftragung des Besten:** Eine weitere Form des Crowdfunding besteht darin, dass ein Unternehmen einen Wettbewerb zu einer Arbeitsaufgabe durchführt und nur den Sieger bezahlt. Es sollte dann mit diesem Besten je nach Ausgangssituation ein Vertrag abgeschlossen werden, um unter anderem die Bezahlung und die Nutzungsrechte zu klären (entweder als Soloselbstständiger oder mit der Crowdsourcing-Plattform). Diese Form der Beauftragung mag für alle beteiligten Vorteile bieten, wenn die Bedingungen (zum Beispiel Preisgeld, Verwertung) offen kommuniziert werden. Wettbewerbe können aber auch schnell zu unfairen Situationen führen, wenn Ideen ohne Honorierung verwertet werden.²⁰

Für Betriebe kann das „Crowdfunding“ dann Vorteile und Chancen bieten, wenn es sich um zuverlässige Crowdworker und Crowdsourcing-Plattformen handelt und wenn das Crowdfunding produktiv, sicher und fair gestaltet ist.

Einige Gestaltungshinweise für das Crowdfunding

Im Folgenden sollen einige Hinweise für Unternehmen für ein produktives, sicheres und fair gestaltetes Crowdfunding gegeben werden. Diese Hinweise basieren auf den ersten Qualitätsüberlegungen²¹ zum Crowdfunding sowie auf den vorliegenden Studien. Unternehmen, die Crowdfunding nutzen wollen, sollten unter anderem folgende Aspekte bei der Gestaltung des Crowdfunding berücksichtigen:

Das beauftragende Unternehmen (Crowdsourcer) sollte die *Aufgaben, die an Crowdworker vergeben wer-*

den sollen, klar und präzise definieren und auch die Nutzungsrechte der beauftragten Produkte reflektieren. Diese Überlegungen können hilfreich sein, um im offenen Aufruf an mögliche Crowdworker(-Plattformen) realistische und konkrete Beschreibungen für die erwarteten Arbeitsaufgaben beschreiben zu können. Das erleichtert dem Crowdworker die Einschätzung des Aufrufes und das anfragende Unternehmen (Crowdsourcer) erhält zielgenauere Angebote für die Auswahl.

Das beauftragende Unternehmen (Crowdsourcer) sollten sich bewusst machen, dass die *Produktivität und Qualität der Leistungen im Crowdfunding* von ähnlichen Faktoren abhängen, wie die die Produktivität und Qualität der Leistungen der eigenen Führungskräfte und Beschäftigten.²² Wichtige Kriterien für die Leistungsbereitschaft von Crowdworkern sind zum Beispiel Anerkennung der Kom-

¹⁹ vgl. u. a. Buecker 2016, 206ff.; Leist et al. 2017, S. 45f.

²⁰ BMAS 2016, S. 170

²¹ vgl. u. a. Grundsätze für bezahltes Crowdsourcing/Crowdfunding 2017; Frankfurter Erklärung zu plattformbasierter Arbeit 2016; Bitkom 2014

²² vgl. u. a. Feldmann et al. 2017; Maier et al. 2017, S. 27ff.

petenz, soziale Eingebundenheit, Qualität der Arbeitsbedingungen, wertschätzende Behandlung und faire Bezahlung. Daneben gibt es Kriterien wie Flexibilität und Autonomie (in Bezug auf Arbeitszeit und -ort), die von Crowdworkern höher bewertet werden als von fest angestellten Personen.²³ Bei der Planung des Crowdfunding sollte deswegen darauf geachtet werden, dass die Crowdworker fair behandelt werden, da ansonsten keine qualitativ guten Arbeitsprodukte zu erwarten sind.

Die Crowdworker sollten dem Wert der Arbeit entsprechend projektbasiert ein faires und angemessenes Honorar beziehen; berücksichtigt werden sollten dabei unter anderem die fachli-

chen Anforderungen, die Komplexität der Aufgabe, die notwendigen Qualifikationen, die Ortsgebundenheit, der Zeitaufwand.

Beauftragt ein Unternehmen (Crowdsourcer) für das *Crowdfunding eine Vermittler- oder Crowdsourcing-Plattform*, sollte diese Plattform einige Qualitätsanforderungen erfüllen, um verlässliche Leistungen ohne Störungen und zu große Ungewissheiten zu bieten. Dazu gehört zum Beispiel, dass sie für die Daten des Unternehmens (Crowdsourcer) die IT-Sicherheit und den Datenschutz gewährleistet. > *Siehe Umsetzungshilfen 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud; 2.5.3 Plattformökonomie*. Das beauftragende Unternehmen (Crowd-

sourcer) sollte auch darauf achten, dass die in Deutschland geltenden Gesetze eingehalten werden und dass der Gerichtsstandort in Deutschland liegt, um zu vermeiden, ausländischem Recht zu unterliegen. Viele kleine und mittlere Betriebe besitzen oft keine Kenntnisse über ausländisches Recht und es kann für sie aufwendig sein, im Konfliktfall entsprechende Rechtsauseinandersetzungen zu führen. Hinweise zur Qualität des Crowdfunding können auch die Qualitätsstandards („Code of Conduct: Grundsätze für bezahltes Crowdsourcing/Crowdfunding“) liefern, die von einigen Plattformen selbst und ihrem Verband (Deutscher Crowdsourcing Verband) vereinbart worden sind.

> Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Ein produktiv, sicher und fair gestaltetes Crowdfunding bietet unter anderem folgende **Chancen**:

- Externe Expertise oder innovative Ideen von außen werden eingebunden.
- Crowdfunding öffnet Zugang zu internationalem Know-how.
- Crowdfunding öffnet Zugang zu Kompetenzen, die im Betrieb nicht vorhanden sind wie Sprachen, Kultur- und Marktkenntnisse anderer Länder.
- Crowdfunding ermöglicht eine Erweiterung der Leistungspalette gegenüber dem Kunden. Besondere Kundenwünsche lassen sich über den flexiblen Einkauf von externen Crowdworker-Leistungen erfüllen, die Produkte und Dienstleistungen realisieren können, die vom Betrieb selbst nicht erbracht werden können.
- Viele kleine Aufgaben können durch Crowdworker parallel mit hoher Geschwindigkeit zeitgleich bearbeitet werden.
- Im Vergleich zur unternehmensinternen Bearbeitung können Kosten reduziert werden (geringe oder keine Fixkosten, bedarfsgerechte Beauftragung).

■ Kurzfristige Personalengpässe können durch Crowdworker ausgeglichen werden.

■ Der Personaleinsatz kann mit Crowdfunding flexibel und bedarfsgerecht nach Auftragslage erfolgen (atmendes Unternehmen).

Wird das Crowdfunding nicht produktiv, sicher und fair gestaltet, birgt es unter anderem folgende **Gefahren**:

- Der Crowdworker kennt die Anforderungen des Unternehmens nicht so gut, wie das interne Beschäftigte tun. Er besitzt keine erforderlichen Produkt- und Betriebskenntnisse.
- Der Crowdworker ist nicht eingebunden in die personale Kommunikation im Unternehmen.
- Es können Probleme bei der Integration der Produkte auftreten verbunden mit umfangreicheren Anpassungen und Nacharbeiten.
- Aspekte der Datensicherheit und des Datenschutzes können beim Crowdworker beziehungsweise bei der Crowdsourcing-Plattform nicht berücksichtigt sein. Dadurch kann es zu Angriffen Dritter auf Betriebsdaten beim Crowdworker kommen beziehungsweise zum Missbrauch personenbezogener Daten.

■ Aspekte des Arbeits- und Umweltschutzes beim zu liefernden Produkt können nicht ausreichend realisiert sein (zum Beispiel weil sie nicht vereinbart waren, aus Unkenntnis der nationalen Regelungen).

■ Die Nutzungsrechte an den Produkten und Leistungen können unklar sein.

■ Wenn Aspekte von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (Arbeitsschutz) und faire Arbeitsgestaltung nicht berücksichtigt sind, kann die Qualität der Arbeitsleistung und der -produkte der Crowdworker ungenügend sein.

■ Zwischen den Beteiligten können „kulturelle Unterschiede“ hinsichtlich der Bewertung von Arbeit bestehen.

■ Bei den eigenen Beschäftigten können Ängste um die langfristige Sicherheit ihrer Arbeitsplätze aufkommen.

■ Es kann Rechtsunsicherheit bei Crowdworkern und Crowdsourcing-Plattformen in Drittländern geben (ausländische Rechtsgrundlage und Gerichtsstandort).

²³ Leimeister et al. 2016, 49f.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Für die Gestaltung eines produktiven, sicheren und fairen Crowdfunding sind dem Unternehmen, das Crowdfunder beauftragt (Crowdsourcer), unter anderem folgende Maßnahmen zu empfehlen.

Grundlegende Überlegungen

- Die Führungskräfte des Unternehmens, das über Crowdfunding nachdenkt, sollten die Arbeitsaufgaben genau definieren, die an Crowdfunder vergeben werden sollen. Dabei sollte überprüft werden, welche Arbeitsaufgaben sich für Crowdfunding eignen und welche nicht (zum Beispiel Nutzungs-/ Zugriffsrechte, keine Beeinträchtigung von Kernkompetenzen). Die Vorteile und Nachteile sollten abgewogen werden.
- Bei diesen grundlegenden Überlegungen sollte auch berücksichtigt werden, welche Auswirkungen das Crowdfunding auf die Leistungsbereitschaft der vorhandenen Führungskräfte und Beschäftigten hat. Es sollte frühzeitig ein Verfahren festgelegt werden, wie die Crowdfunder mit den Führungskräften und Beschäftigten zusammenarbeiten und wie die Crowdfunding-Produkte in die bestehenden Abläufe im Unternehmen integriert werden sollen. In größeren Betrieben den Betriebsrat einbinden.²⁴
- Die Führungskräfte des Unternehmens, das Crowdfunder beauftragt will (Crowdsourcer), sollte die Anforderungen an die Crowdfunder festlegen (wie zum Beispiel Gerichtsstandort Deutschland, fairer und wertschätzender Umgang mit Crowdfundern, Anforderungen an Arbeitsabläufe, Datensicherheit, Datenschutz, Nutzungsrechte).

Hinweise zur Vorbereitung und zum Vertrag eines Crowdfunding-Projektes

- Es sollte für jedes Crowdfunding-Projekt im Betrieb einen verantwortlichen Projektleiter geben. Der Projektleiter ist der Ansprech-

partner für die Crowdfunder und organisiert die Schnittstellen zu Abläufen im Betrieb und er ist verantwortlich für die Zusammenarbeit der Crowdfunder mit den anderen am Projekt beteiligten Führungskräften und Beschäftigten.

- Die Führungskräfte des Unternehmens, das Crowdfunder beauftragt will (Crowdsourcer), sollte recherchieren welche Form des Crowdfunding für die Realisierung der Arbeitsaufgabe infrage kommt (ist zum Beispiel lokale Nähe oder Internationalität hilfreich, Direktbeauftragung eines Crowdfunders, Art der Crowdfunding-Plattform).
- Die Führungskräfte des Crowdsourcers sollten recherchieren, welche Vermittler die festgelegten Qualitätsanforderungen erfüllen und beim Aufruf einbezogen werden.
- In dem offenen Aufruf des Crowdsourcers sollte die gewünschte Arbeitsaufgabe möglichst detailliert beschrieben werden.
- In der Vereinbarung/dem Vertrag mit dem Crowdfunder beziehungsweise der Crowdfunding-Plattform sollten unter anderem folgende Aspekte vorab geklärt und vereinbart werden:
 - › Leistungsumfang
 - › Anforderungen an Datenformate, -übertragung, -implementierung
 - › Qualitätsanforderungen
 - › Anforderungen des Arbeits- und Umweltschutzes
 - › Zeitplanung
 - › Abstimmungsschritte
 - › Verfahren zur Implementierung der Produkte in die betrieblichen Abläufe
 - › Abnahmeprozess für die zu erledigenden Aufgaben
 - › Verfahren für den Umgang mit Veränderungen der Arbeitsaufgabe
 - › Datensicherheit und Datenschutz
 - › Höhe des Honorars sowie die Zahlungsbedingungen
 - › Nutzungsrechte/Lizenzen, Um-

gang mit Rechten Dritter (Hafungsrisiko)

- › Gerichtsstandort

Hinweise zur Durchführung des Crowdfunding-Projektes

- Bei komplexen Tätigkeiten sollte zu Beginn des Crowdfunding-Projektes die Arbeitsaufgabe detailliert und verständlich mit dem Crowdfunder (-Team) besprochen werden (Erstgespräch). Dabei sollte geklärt werden, wie die im Vertrag vereinbarten Rahmenbedingungen konkret umgesetzt werden können. Dazu gehören alle im Punkt zuvor genannten Aspekte, auch wenn diese nicht vertraglich vereinbart sein sollten. Nur durch präzise formulierte Aufgaben und Erwartungen an die zu liefernden Ergebnisse können die Crowdfunder qualitativ hochwertige Aufgabenlösungen erarbeiten, die von Unternehmen auch sinnvoll genutzt werden können.
- Bei diesem Erstgespräch sollte mit den Crowdfundern konkret vereinbart werden, wie Veränderungen im laufenden Auftrag behandelt werden und wie damit umgegangen wird. Veränderungen können sich zum Beispiel durch neue Ideen und Anforderungen des beauftragenden Unternehmens, durch Vorschläge der Crowdfunder oder durch Probleme im laufenden Auftrag ergeben (zum Beispiel vereinbaren, dass keine Änderung der Vorgaben ohne gemeinsame Abstimmung vorgenommen wird, wie diese Abstimmung gestaltet wird und dass keine Umsetzung erfolgt, ohne vorher eventuelle Mehrkosten zu vereinbaren).
- Die verantwortlichen Führungskräfte des Crowdsourcers sollten bei umfangreicher Vergabe von Aufträgen an einen Crowdfunder darauf achten, dass keine arbeitnehmerähnlichen Arbeitsverhältnisse entstehen beziehungsweise es sind dann entsprechende Maßnahmen einzuleiten.

²⁴ IG Metall 2013 – in dieser Publikation werden die offenen Fragestellungen beim Crowdfunding für Interessenvertretungen diskutiert und am Beispiel IBM vorgestellt.

Komplexe Crowdsourcing-Projekte und die eigenen Führungskräfte und Beschäftigten

- Bei komplexen Crowdsourcing-Projekten sollte die verantwortliche Führungskraft das Crowdsourcing intern mit den anderen Führungskräften und den Beschäftigten vorbereiten. Komplexe Crowdsourcing-Projekte können von vielen Führungskräften und Beschäftigten als organisatorischer Eingriff wahrgenommen werden. Dabei werden sich in jedem Unternehmen sowohl Führungskräfte und Beschäftigte finden, die Crowdfunding anregend und hilfreich finden, als auch Führungskräfte und Beschäftigte, die es eher ablehnen und Ängste um ihren Arbeitsplatz haben. Die für das komplexe Crowdsourcing-Projekt verantwortlichen Führungskräfte sollten genau begründen, warum, wie und in welchem Umfang das Crowdsourcing genutzt wird.
- Die verantwortliche Führungskraft sollte mit den am komplexen Crowdsourcing-Projekt beteiligten Beschäftigten das Verfahren besprechen, wie mit den Crowdworkern zusammengearbeitet wird und wie deren Produkte in die Abläufe integriert werden. Dabei werden auch die Verfahren für eventuelle Schnittstellen der Arbeitsabläufe festgelegt.
- Die verantwortliche Führungskraft sollte mit den am komplexen Crowdsourcing-Projekt beteiligten Beschäftigten das Verfahren besprechen, wie mit Unstimmigkeiten und Problemen mit Crowdworkern umzugehen ist. Es sollte auch überprüft werden, ob es soziale Probleme zwischen den eigenen Führungskräften und Beschäftigten und den Crowdworkern geben könnte, und es sind gegebenenfalls Maßnahmen einzuleiten, um diese vermeiden zu können.
- Die verantwortliche Führungskraft sollte mit den am komplexen Crowdsourcing-Projekt beteiligten Beschäftigten vereinbaren, dass auch die Crowdworker wertschätzend und mit Respekt behandelt werden.
- Die verantwortliche Führungskraft sollte mit den am komplexen Crowdsourcing-Projekt beteiligten Führungskräften und Beschäftigten regelmäßig in Teambesprechungen die Erfahrungen mit dem Crowdfunding besprechen und gemeinsam überlegen, wie die Prozesse zu bewerten sind und wie sie verbessert werden können.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Bayreuther, F. (2015). *Generalunternehmerhaftung nach dem Mindestlohn-gesetz und dem Arbeitnehmerent-sendegesetz – Umfang, Grenzen, Haftungsvermeidung und notwendige gesetzliche Anpassungen*. In *Neue Zeitschrift für Arbeitsrecht*, Heft 33, S. 961–969.
- Bayreuther, F. (2018). *Sicherung der Leis-tungsbedingungen von (Solo)-Selbständigen, Crowdworkern und ande-ren Plattformbeschäftigten*. Frankfurt am Main: Bund Verlag.
- Bitkom (2014). *Crowdsourcing für Unter-nehmen – Leitfaden*. Berlin: Bitkom – Bundesverband Informationswirt-schaft, Telekommunikation und neue Medien.
- BMAS (Hrsg.). (2016). *Weißbuch Arbeiten 4.0*. Berlin: Bundesministerium für Ar-beit und Soziales (BMAS).
- Boes, A., Kämpf, T., Lamges, D., Lühr, T., & Steglich, S. (2014). *Cloudworking und die Zukunft der Arbeit – Kritische Ana-lysen am Beispiel der Strategie „Gene-ration Open“ von IBM*. Kassel: Ber-atungsstelle für Technologiefolgen und Qualifizierung (BTQ) im Bildungswerk der Vereinten Dienstleistungsgewerk-schaft (ver.di) im Lande Hessen e.V.
- Buecker, A. (2016). *Arbeitsrecht in der vernetzten Arbeitswelt*. In *Industrielle Beziehungen* 23(2). München, Mering: Rainer Hampp Verlag, S. 187–225. https://www.researchgate.net/publication/303389831_Arbeitsrecht_in_der_vernetzten_Arbeitswelt. Zugegriffen: 20.12.2018.
- Crößmann, A.; Günther, L.; Marder-Puch, K. (2017). *Qualität der Arbeit – Geld verdienen und was sonst noch zählt*. 2017, Wiesbaden: Statistisches Bundesamt (Destatis).
- Feldmann, C., Hensen, P., & Giard, N. (2017). *Crowdworking: Einflüsse der Arbeitsbedingungen auf die Motivation der Crowd Worker*. Bielefeld: Universi-tät Bielefeld. https://pub.uni-bielefeld.de/download/2930948/2930949/WorkingPaper_Crowdworking_Arbeitsbe-dingungen_Motivation.pdf. Zugegriffen: 20.12.2018.
- Frankfurter Erklärung zu plattformbasierter Arbeit – Vorschläge für Plattformbetreiber, Kunden, politische Entscheidungs-träger, Beschäftigte und Arbeitneh-merorganisationen (2016). Erarbeitet von: Dänische Gewerkschaft der Ver-triebs- und Büroangestellten (HK), IG Metall, International Brotherhood of Teamsters, Local 117, Kammer für Arbei-ter und Angestellte (Österreich), Öster-reichischer Gewerkschaftsbund (ÖGB), Service, Employees International Unio, Kopenhagen, Frankfurt, Seattle, Stock-holm, Wien, Washington. https://www.igmetall.de/docs_20161214_Frankfurt_Paper_on_Platform_Ba-sed_Work_DE_1c33819e1e90d-2d09e531a61a572a0a423a93455.pdf. Zugegriffen: 20.12.2018.
- Grundsätze für bezahltes Crowdsourcing/ Crowdworking – Leitfaden für eine ge-winnbringende und faire Zusammen-arbeit zwischen Crowdsourcing-Un-ternehmen und Crowdworkern – Code of Conduct (2017). München, http://www.crowdsourcing-code.de/docu-ments/9/Code_of_Conduct_DE.pdf. Zugegriffen: 20.12.2018.
- Hammermann, A., & Stettes, O. (2013). *Qualität der Arbeit – zum Einfluss der Arbeitsplatzmerkmale auf die Arbeits-zufriedenheit im europäischen Ver-gleich*. IW-Trends Heft 2/2013. Köln: IW – Institut der deutschen Wirtschaft Köln.

- IG Metall (Hrsg.). (2013). *Crowdsourcing – Beschäftigte im globalen Wettbewerb um Arbeit – am Beispiel IBM*. Frankfurt am Main: IG Metall.
- Leimeister, J. M., Durward, D., & Zogaj, S. (2016). *Crowd Worker in Deutschland. Eine empirische Studie zum Arbeitsumfeld auf externen Crowdsourcing-Plattformen*, Hans-Böckler-Stiftung Reihe Praxiswissen Betriebsvereinbarungen. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Leimeister, J. M., Zogaj, S., Durward, D., & Blohm, I. (2015). Arbeit und IT: Crowdsourcing und Crowdwork als neue Arbeits- und Beschäftigungsform. In ver.di (Hrsg.). *Gute Arbeit und Digitalisierung – Prozessperspektiven und Gestaltungsanalysen für eine humane digitale Arbeitswelt* (S. 66–89). Berlin: ver.di – Vereinigte Dienstleistungsgewerkschaft.
- Leist, D., Hießl, C., & Schlachter, M. (2017). *Plattformökonomie – Eine Literaturliteraturauswertung. BMAS-Forschungsbericht 499*, Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS).
- Maier, M. F., Viète, S., & Ody, M. (2017). *Plattformbasierte Erwerbsarbeit: Stand der empirischen Forschung. BMAS-Forschungsbericht 498*. Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS).
- Mrass, V., Peters, C., & Leimeister, J. M. (2018). *Handlungsbroschüre Crowdworking-Plattformen*. ITeG Technical Reports Band 7. Kassel: Wissenschaftlichen Zentrum für Informationstechnik-Gestaltung (ITeG) an der Universität Kassel.
- Offensive Mittelstand (Hrsg.). (2015). *Gutes Arbeiten mit der Crowd – Qualität und Standards – Entscheidungshilfe E04: Arbeit 4.0*. Heidelberg: Offensive Mittelstand. www.offensive-mittelstand.de/fileadmin/user_upload/pdf/mittelstand_40/Entscheidungshilfe_04_0604.pdf. Zugriffen: 20.12.2018.
- Pongratz, H. J., & Bormann, S. (2017). *Online-Arbeit auf Internet-Plattformen – Empirische Befunde zum „Crowdworking“ in Deutschland*. In Arbeits- und Industriesoziologische Studien Jahrgang 10, Heft 2, S. 158–181.
- Wolf, M. (2012). *Mitarbeiterzufriedenheit und Mitarbeiterbindung im Handwerk*. München: Ludwig-Fröhler-Institut – Forschungsinstitut im Deutschen Handwerksinstitut (DHI).
- ZEW – Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (2016). *Nutzung von Crowdworking durch Unternehmen: Ergebnisse einer ZEW-Unternehmensbefragung, BMAS-Forschungsbericht 473*. Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS).

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud
- 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen
- 2.5.3 Plattformökonomie

Umsetzungshilfen Arbeit 4.0

3. Arbeit 4.0: Sicherheit

3.1.1 Betriebssicherheit der cyber-physischen Systeme (CPS)



■ **Stichwörter:** Arbeitsmittel, Anlagen, Beschaffung, Prüfung, Unterweisung

› Warum ist das Thema wichtig?

Smarte Arbeitsmittel, die Bestandteil von cyber-physischen Systemen (CPS)¹ sind und von intelligenter Software² mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) ganz oder teilweise gesteuert werden, stellen in allen Anwendungsbereichen³ neue Anforderungen an die Betriebssicherheit. Die cyber-physischen Systeme eröffnen einerseits neue Möglichkeiten, die auch der Betriebssicherheit dienen, wie zum

Beispiel Zustand und Fehlererkennung beinahe in Echtzeit oder Überprüfung der Schutzeinrichtungen. Andererseits können beim Einsatz dieser 4.0-Technologien⁴ in 4.0-Prozessen⁵ neue Gefahren und Belastungen entstehen.

Eine zentrale Rolle spielt dabei die intelligente Software (inkl. KI), die durch Sensoren und selbstlernende Systeme in der Lage ist, auf Situationen beinahe in Echtzeit zu reagieren und

dadurch beispielsweise die Sicherheit für die Beschäftigten bei der Tätigkeit zu erhöhen. Bei der Anschaffung von smarten Arbeitsmitteln oder der nachträglichen Ausstattung vorhandener Arbeitsmittel mit smarten Technologien sollten daher Aspekte der Betriebssicherheit berücksichtigt werden. Zudem muss gegebenenfalls die europäische Konformität nachträglich geprüft und wieder hergestellt werden.

In dieser Umsetzungshilfe werden überwachungsbedürftige Anlagen nicht behandelt.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Betriebssicherheit – Arbeitsmittel – Cybersicherheit

Unter **Betriebssicherheit** wird hier verstanden: Betriebssicherheit gewährleistet „die Sicherheit und den Schutz der Gesundheit von Beschäftigten bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (...). Dies soll insbesondere erreicht werden durch

1. die Auswahl geeigneter Arbeitsmittel und deren sichere Verwendung,
2. die für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignete Gestaltung von Arbeits- und Fertigungsverfahren sowie
3. die Qualifikation und Unterwei-

sung der Beschäftigten.“⁶

Arbeitsmittel sind „Werkzeuge, Geräte, Maschinen oder Anlagen, die für die Arbeit verwendet werden, sowie überwachungsbedürftige Anlagen.“⁷ Im Folgenden wird auch Software als Arbeitsmittel verstanden. Smarte Arbeitsmittel sind Arbeitsmittel, die mit Sensorik und intelligenter Software (inkl. KI) ausgestattet und Bestandteil von cyber-physischen Systemen sind.

„Die Verwendung von Arbeitsmitteln umfasst jegliche Tätigkeit mit diesen. Hierzu gehören insbesondere das Montieren und Installieren, Bedienen,

An- oder Abschalten oder Einstellen, Gebrauchen, Betreiben, Instandhalten, Reinigen, Prüfen, Umbauen, Erproben, Demontieren, Transportieren und Überwachen.“⁸

Cybersicherheit befasst sich mit allen Aspekten der Sicherheit in der Informations- und Kommunikationstechnik. Das Aktionsfeld der Informationssicherheit wird dabei auf den gesamten Cyberraum ausgeweitet. Dieser umfasst sämtliche mit dem Internet und vergleichbaren Netzen verbundene Informationstechnik und schließt darauf basierende Kommunikation, Anwendungen, Prozesse und verarbeitete Informationen mit ein.⁹

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁴ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁵ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁶ § 1 Abs. 1 BetrSichV

⁷ § 2 Abs. 1 BetrSichV

⁸ § 2 Abs. 2 BetrSichV

⁹ BSI 2018

Intelligente Software (inkl. KI) ermöglicht unter anderem folgende neue Funktionen des Arbeitsmittels, die für die Betriebssicherheit¹⁰ relevant sind:

- Autonome Steuerung des Arbeitsmittels durch selbstlernende intelligente Software (inkl. KI) (ganz oder teilweise)
- Eigenständige Interaktion vernetzter Arbeitsmittel untereinander
- Vorausschauendes Erkennen von Fehlern, Verschleiß oder Mängeln im laufenden Betrieb (Predictive Maintenance)
- Automatische Überprüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen aus der Gefährdungsbeurteilung
- Personenerkennung, Erstellung von Interaktions-, Bedienungs- und Bewegungsprofilen der Nutzer des jeweiligen Arbeitsmittels
- Position und Bewegungsprofile des Arbeitsmittels und von Personen (Datenschutz vorausgesetzt)
- Erhebung und Auswertung von Daten über Arbeits- und Fertigungsverfahren, Auslastung und Nutzung des Arbeitsmittels und anderer Ressourcen
- Weitergabe durch intelligente Software (inkl. KI) erlernter Optimierungslösungen in der Steuerung des Arbeitsmittels an andere Arbeitsmittel
- Zugriffsmöglichkeiten durch Hersteller und Dritte auf Daten und Steuerung des Arbeitsmittels sowie auf weitergehende Daten des Betriebes, sofern dies vom Betreiber zugelassen ist

Wenn autonome, selbstlernende Software (inkl. KI) in Prozesse eingreift und diese ganz oder teilweise steuert, hat dies Auswirkungen auf die Anschaffung und Verwendung smarter Arbeitsmittel sowie die Organisation der Betriebssicherheit.

Daher ist es wichtig, dass die intelligente Software (inkl. KI) Aspekte der Sicherheit und Gesundheit beim Umgang mit den Arbeitsmitteln berücksichtigt. Dies gilt sowohl für die grundlegenden Funktionen der intelligenten Software (inkl. KI) wie auch für die Kriterien, nach denen sie lernt und entscheidet. Die intelligente Soft-

ware (inkl. KI) sollte zum Beispiel eine wesentliche Schutzfunktion nicht ausschalten, auch wenn das Arbeiten ohne diese Schutzfunktion effektiver und effizienter ist.

Bei der Veränderung vorhandener Arbeitsmittel muss geprüft werden, ob diese gemäß Maschinenrichtlinie wesentlich ist. Dann wird der Betreiber zum Hersteller und muss die Herstellerpflichten erfüllen (insbesondere Konformitätsbewertungsverfahren). Wesentliche Veränderungen können sich durch das alleinige Aufspielen von Software oder die Durchführung von Updates ergeben. Dann muss die funktionale Sicherheit, die sich als Aufgabe an den Hersteller richtet, wieder hergestellt werden. Diese umfasst:

- Vermeidung systematischer Fehler in der Entwicklung
- Überwachung im laufenden Betrieb zur Erkennung von zufälligen Fehlern
- Sichere Beherrschung von erkannten Fehlern und Übergang in einen vorher als sicher definierten Zustand

Um die Betriebssicherheit in 4.0-Prozessen zu gewährleisten, sollten bei der Anschaffung und Programmierung sowie Verwendung smarter Arbeitsmittel unter anderem folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Aspekte der Sicherheit und Gesundheit müssen durch die intelligente Software (inkl. KI) beim Umgang mit Arbeitsmitteln berücksichtigt werden.
- Einhaltung des Datenschutzes, da die Arbeitsmittel personenbezogene Daten erheben können.
- Datensicherheit, da über die Steuerungsfunktion der intelligenten Software (inkl. KI) die Gefahr vor Fremdzugriffen steigt.
- Datenqualität, um einen zuverlässigen und damit sicheren Einsatz der Arbeitsmittel zu ermöglichen.
- Schnittstellen-Regelungen: Es muss transparent geregelt sein, in welchen Situationen die Handlungsträgerschaft beim Menschen oder bei der intelligenten Software (inkl. KI) liegt und wie die Übergabe zwischen Mensch und intelligenter

Software (inkl. KI) erfolgt. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).*

- Notfallmanagement, da ein Ausfall der intelligenten Software (inkl. KI) den wirtschaftlichen, sicheren und gesundheitsgerechten Einsatz der Arbeitsmittel gefährden kann. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen; 2.2.4 Notfallorganisation und 4.0-Prozesse.*

Im Folgenden werden zwei Beispiele dargestellt, die für die Betriebssicherheit der cyber-physischen Systeme relevant sind:

Beispiel: Personenerkennung

Smarte Arbeitsmittel nutzen Sensoren zur Umgebungserfassung inklusive der Personenerkennung. Sie verwenden anschließend die erfassten Daten für unterschiedliche Anwendungen, zum Beispiel für ihre eigene Steuerung, die Steuerung der Interaktion zwischen Mensch und Maschine, die Optimierung der Prozesse (Datenschutz vorausgesetzt). Aus den Daten lassen sich auch Persönlichkeits-, Bewegungs-, Interaktions- sowie Leistungsprofile erstellen, die personenindividuelle Schutzvorkehrungen möglich machen. Dazu zählen beispielsweise skalierbare Warnhinweise, die von der Sehstärke und dem aktuellen Gesundheitszustand des Bedieners abhängen. Möglich ist auch, dass das Bedienen von Arbeitsmitteln an die korrekte Nutzung der persönlichen Schutzausrüstung gebunden ist. Viele Messverfahren können auch Körperhaltungen aufnehmen, sodass die Möglichkeit eines verbesserten ergonomischen Einsatzes besteht (Sicherheit und Gesundheit).¹¹

Bei der Personenerkennung muss stets sichergestellt sein, dass der menschliche Körper zuverlässig analysiert wird (Datenqualität), sodass die Daten für den jeweiligen Verwendungszweck geeignet sind. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*¹² Der Umgang mit den personenbezogenen Daten ist durch den Unternehmer mit Herstel-

¹⁰ Zittlau 2018, S. 269ff.

¹¹ Schmauder et al. 2016

¹² Schmauder et al. 2016

lern und Beschäftigten zu vereinbaren (Datenschutz). ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.* Der Schutz der Daten vor Fremdzugriffen ist zu gewährleisten, zum Beispiel durch Auswahl eines verlässlichen Cloud-Dienstleisters (Datensicherheit). ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen; 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud; 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen.*

Beispiel: Wartung, Verschleiß und Fehlererkennung

Die intelligente Software (inkl. KI) kann Verschleiß, Fehler, Mängel sowie

kritische Situationen vorausschauend autonom erkennen, Schlussfolgerungen ableiten und reagieren. Sie kann daraufhin Maßnahmen veranlassen, wie beispielsweise die Bereitstellung von Informationen des Herstellers, die rechtzeitige Bestellung von Reparaturmaterial, die Veranlassung von Wartungsprozessen oder die Einleitung von Notfallmaßnahmen. Sind die ergriffenen Maßnahmen für Führungskräfte und Beschäftigte nicht nachvollziehbar, kann das problematisch sein. Deswegen sollte die intelligente Software (inkl. KI) die Beteiligten rechtzeitig über die von ihr eingeleiteten Maßnahmen informieren.

Weiterhin ist ein direkter Zugriff von Herstellern und Dienstleistern beinahe in Echtzeit möglich. Dadurch können die Betriebssicherheit der Arbeitsmittel gewährleistet und vorgeschriebene Prüfungen veranlasst werden. Gleichzeitig können Hersteller auf die Funktionsfähigkeit der Arbeitsmittel einwirken, sofern dies der Betreiber zulässt (der Betrieb sollte dies bei der Beschaffung regeln). Damit kann der Zugriff auf personenbezogene oder sensible betriebliche Daten verbunden sein (zum Beispiel Nutzungsdaten, Daten zu Fehlern und Prozessschritten). ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 3.1.6 Smarte Formen der Instandhaltung von Arbeitsmitteln.*

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

- Chancen** können zum Beispiel sein:
- Zuverlässigere Erfassung, Erhalt und Herstellung des betriebssicheren Zustands von Arbeitsmitteln durch die Nutzung von Echtzeit-Daten
 - Zeitnahe, softwaregesteuerte Optimierung der Betriebssicherheit von Arbeitsmitteln auf Grundlage einer breiten Datenbasis aus den vernetzten Arbeitsmitteln in Unternehmen oder unternehmensübergreifend auf Herstellerebene
 - Verringerung von Fehlern und Mängeln durch vorausschauende Erfassung und Reaktion beinahe in Echtzeit sowie systematische Auswertung und Verbesserung von Prozessen
 - Überwachung der Interaktion von Mensch und Arbeitsmittel und entsprechende Reaktion beinahe in Echtzeit, um Fehler oder Gesundheitsgefahren zu vermeiden (zum Beispiel durch entsprechende Steuerung der Arbeitsmittel oder Hinweisen an die Person)
 - Überwachung und Prognose des Verschleißes von technischen Komponenten und damit Reduktion der Ausfallzeiten von Arbeitsmitteln und Senkung der Kosten durch bedarfsgerechten Austausch von Komponenten
 - Softwaregesteuerte Absicherung gegen Manipulationen von Arbeitsmitteln (zum Beispiel sensorgesteuerte Zugriffskontrollen)
- Reduktion psychischer und physischer Belastungen, beispielsweise durch Anpassung an körperliche Eigenschaften und Kompetenzen der Beschäftigten (zum Beispiel Informationen, Arbeitsrhythmus, Aufmerksamkeitsanforderungen, Ergonomie)
- Gewährleistung einer fristgerechten Prüfung und bedarfsgerechten Instandhaltung der Arbeitsmittel
- Reduzierung von Unfällen und Störungen durch vorausschauende Sicherheitsvorkehrungen
- Gefahren** können zum Beispiel sein:
- Fehlende Berücksichtigung von Aspekten der Sicherheit und Gesundheit in der intelligenten Software (inkl. KI) der smarten Arbeitsmittel sowie in den Kriterien, nach denen die Software lernt
 - Fehlender Datenschutz in der Verarbeitung und Speicherung personenbezogener Daten aus den Arbeitsmitteln
 - Lücken in der Sicherheit können durch die Vernetzung schwerwiegende Auswirkungen haben (zum Beispiel können Hacker nicht nur auf ein Arbeitsmittel, sondern auch auf unternehmensinterne und -übergreifende vernetzte Arbeitsmittel Zugriff haben)
 - Fehlende Sicherheit der erzeugten Daten, Zugriffsmöglichkeiten durch Dritte, ungeklärte Besitzverhältnisse der Daten, mangelnder Datenschutz, Angst vor Datenverlust sowie Datenspionage
 - Nutzung von Daten für die Betriebssicherheit, die nicht für diese Anwendung geeignet sind (fehlende Datenqualität)
 - Intransparente und unregelmäßige Schnittstellen zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI) des Arbeitsmittels (Handlungsträgerschaft)
 - Unvorbereitete Übergabe der Handlungssteuerung von der intelligenten Software (inkl. KI) auf den Menschen
 - Ausfall von Steuerungssoftware der Arbeitsmittel durch fehlendes Notfallmanagement
 - Fehlende Integrationsfähigkeit von einzelnen Elementen oder Komponenten in das Gesamtsystem (zum Beispiel bei der Verknüpfung von neuen 4.0-Techniken mit alten 3.0-Elementen)
 - Fehlende Regelung der Verantwortung (zum Beispiel Hersteller, Unternehmer, Beschäftigte) für Fehler oder Schäden, wenn Arbeitsmittel autonom arbeiten
 - Nicht vereinbarte Überwachung des Aufenthalts, des Verhaltens und der Bewegungen von Beschäftigten
 - Einschränkung der Autonomie beziehungsweise des Handlungsspielraums als zunehmende Belastung für Beschäftigte

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Anschaffung des smarten Arbeitsmittels

Bei der Anschaffung smarter Arbeitsmittel wird die Empfehlung gegeben, zusätzlich zu den herkömmlichen Maßnahmen der Betriebssicherheit (nach Betriebssicherheitsverordnung) unter anderem folgende Maßnahmen zu beachten:

- Überlegen, in welche Zusammenhänge und Anwendungsbereiche das smarte Arbeitsmittel integriert werden soll (Teilkomponentenprozesse oder Gesamtsystem). Auch schrittweise Eingliederung von bisherigen Arbeitsmitteln in 4.0-Systeme berücksichtigen und deren Sicherheit im Gesamtsystem gewährleisten.
- Überprüfen, wie die Daten des smarten Arbeitsmittels mit weiteren Plattformen und vergleichbaren Netzen verbunden sind und welche weitergehende Kommunikation, weitere Anwendungen und Prozesse in diesem Zusammenhang erfolgen (Cybersicherheit).
- Überprüfen, wie die Daten über den betriebssicheren Zustand des Arbeitsmittels (wie Fehler, Nutzung der Schutz-einrichtungen, Verschleiß, Mängel) für eine wirksame Kontrolle des betriebssicheren Zustands genutzt werden können, und gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen einleiten.
- Überprüfen, wie die Daten des smarten Arbeitsmittels für die Unterweisung, Einweisung und für Lernprozesse im Umgang mit dem Arbeitsmittel genutzt werden können, und gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen einleiten.
- Überprüfen, wie das smarte Arbeitsmittel die Betriebs- und Datensicherheit in vernetzten Prozessen beeinflusst (zum Beispiel vernetzte Arbeitsmittel im Betrieb und innerhalb der Wertschöpfungskette).
- Informieren, wie das smarte Arbeitsmittel mit den personenbezogenen Daten umgeht, und Datenschutz gewährleisten.
- Informieren, wie das smarte Ar-

beitsmittel gegen Fremdzugriffe geschützt ist, Datensicherheit gewährleisten.

- Vom Hersteller kurze und verständliche Informationen einfordern, welche Daten das smarte Betriebsmittel erfasst, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer Zugriff auf die Daten hat. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*
- Überprüfen, welche Datenqualität für die Arbeitsaufgaben des smarten Arbeitsmittels erforderlich ist und wie das cyber-physische System diese Datenqualität gewährleisten kann, gegebenenfalls Unterstützung durch Fachleute wie Fachkräfte für Arbeitssicherheit oder IT-Experten einholen.
- Vereinbaren, an welchen Stellen die intelligente Software (inkl. KI) des Arbeitsmittels und an welchen der Mensch entscheidet und steuert, wie die Handlungsträgerschaft angezeigt und dokumentiert wird und Übergaberegungen treffen.
- Prüfen, ob die Kompatibilität der intelligenten Software (inkl. KI) des smarten Arbeitsmittels mit den vorhandenen Systemen im Betrieb und gegebenenfalls innerhalb der Wertschöpfungskette gegeben ist, gegebenenfalls Aufwand für Anpassungen ermitteln.
- Softwaretechnisch sicherstellen, dass Betriebsmittel gegenüber Eingriffen Unbefugter abgeschottet sind.
- Sicherstellen, dass die intelligente Steuerungssoftware der Arbeitsmittel auch in Notfällen funktioniert, zum Beispiel zertifizierte Cloud-Dienstleister beauftragen, Notfallaggregate nutzen.
- Vor der Anschaffung empfiehlt sich die Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung, um festzustellen, wo sicherheitstechnische Gefährdungen und gesundheitliche Belastungen auftreten können und welche Maßnahmen erforderlich sind, um den Aufwand für die Integration des smarten Arbeitsmittels abzuschätzen. › *Siehe Um-*

setzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0.

- Überprüfen, ob das smarte Arbeitsmittel und dessen intelligente Software (inkl. KI) gebrauchstauglich sind (Usability).
- *Bei neu vernetzten Arbeitsmitteln:* Bei intelligenter Software (inkl. KI) smarter Arbeitsmittel, die durch den Betrieb selbst programmiert oder angepasst wird und die zu wesentlichen Veränderungen führt, wird empfohlen, zusätzlich darauf zu achten, dass die Arbeitsmittel auch nach der Veränderung den Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen (nach Maschinenrichtlinie) entsprechen und die Schutz- und Sicherheitseinrichtungen funktionsfähig sind.

Integration des smarten Arbeitsmittels

Bei der Integration des smarten Arbeitsmittels in den Betrieb sind zusätzlich zu den herkömmlichen Maßnahmen der Betriebssicherheit (nach Betriebssicherheitsverordnung) unter anderem folgende Maßnahmen hilfreich:

- Planen, wie das smarte Arbeitsmittel in die betrieblichen Abläufe integriert wird und welche organisatorischen Maßnahmen dazu erforderlich sind (zum Beispiel Arbeitsverfahren festlegen, Handlungsspielräume und Interventionsmöglichkeiten beschließen, Schnittstellenregelungen treffen, Organisationsabläufe und Kompatibilität mit Systemen bestimmen).
- Pilotierung des smarten Arbeitsmittels in begrenzten Bereichen.
- Die betroffenen Führungskräfte und Beschäftigten in die Planung von Maßnahmen und Arbeitsverfahren sowie in den Betrieb der smarten Arbeitsmittel einbinden. Dies ermöglicht die Berücksichtigung ihrer Erfahrungen und fördert ihre Akzeptanz für die neuen Arbeitsmittel.
- Mit Führungskräften und Beschäftigten Vereinbarungen treffen, wie mit personenbezogenen Daten

aus dem Arbeitsmittel umgegangen wird (Lagerung, Speicherung, Auswertung, Nutzung, Löschung), gegebenenfalls unter Einbindung der Arbeitnehmervertretungen (Betriebs- und Personalräte).

- Führungskräfte und Beschäftigte in der Nutzung der smarten Arbeitsmittel unterweisen beziehungsweise hierfür qualifizieren.
- Einüben von Notfallprozeduren, um im Notfall geschult reagieren zu können.
- Aufbereitung und Filterung von Informationen für Beschäftigte, um Informationsfluten zu vermeiden und eine schnelle Reaktion sowie quali-

fizierte Bearbeitung eines Problems zu ermöglichen, entsprechende Programmierung des Systems.

Veränderung von Maschinen und Arbeitsmitteln zu smarten Arbeitsmitteln

Bei der Veränderung von Maschinen und Arbeitsmitteln zu smarten Arbeitsmitteln muss geprüft werden, ob eine wesentliche Veränderung nach Maschinenrichtlinie vorliegt. Demnach muss eine neue Konformitätsbewertung durchgeführt werden, die auch die Überprüfung der funktionalen Sicherheit enthält. Hier sollte mit dem Hersteller zusammengearbeitet werden, auch um zu klären, welche Verän-

derungen wesentlich sind.¹³

- **Besondere Maßnahmen bei Anlagen nach Störfall-Verordnung:** Bei Anlagen nach Störfall-Verordnung¹⁴ die intern und nach außen informationstechnisch durch 4.0-Technologien vernetzt werden, ist IT-Security Führungsaufgabe und integraler Bestandteil aller Errichtungsphasen von Anlagen und ihrer Integration in den Betriebsbereich bis zur Inbetriebnahme durch den Betreiber. Dies beginnt bei dem Konzept und der Planung der Anlage. Die Maßnahmen sind integraler Bestandteil der Systemfunktionen eines Betriebsbereiches.¹⁵

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

BetrSichV – *Betriebssicherheitsverordnung*, 18.10.2017.

BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2018). *Glossar der Cyber-Sicherheit*. https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Cyber-Sicherheit/Empfehlungen/cyberglossar/cyberglossar_node.html. Zugegriffen: 30.11.2018.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2013). *Mensch-Technik-Interaktion. Leitfaden für Hersteller und Anwender*. Berlin.

Deuse, J., Weisner, K., Hengstebeck, A., & Busch, F. (2015). Gestaltung von Produktionssystemen im Kontext von Industrie 4.0. In A. Botthoff, & E. A. Hartmann (Hrsg.), *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0* (S. 99–109). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0*. Promotorengruppe

Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft, acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf. Zugegriffen: 23.07.2018.

Kärcher, B. (2015). Alternative Wege in die Industrie 4.0 – Möglichkeiten und Grenzen. In A. Botthoff (Hrsg.), *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0* (S. 47–58). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

KAS 44 (2017). *Leitsätze der Kommission für Anlagensicherheit zum Schutz vor cyberphysischen Angriffen*. Berlin: Kommission für Anlagensicherheit.

Liggesmeyer, P., & Trapp, M. (2014). Safety: Herausforderungen und Lösungsansätze. In T. Bauernhansl, M. ten Hompel, & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik* (S. 433–450). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

ProdSG – *Produktsicherheitsgesetz*, 31.08.2015.

Robelski, S. (2016). *Psychische Gesund-*

heit in der Arbeitswelt. Mensch-Maschine-Interaktion. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2353-4d.pdf?__blob=publicationFile&v=4. Zugegriffen: 23.07.2018.

Schmauder, M., Höhn, K., Jung, P., Lehmann, K., Paritschkow, S., Westfeld, P., & Sardemann, H. (2016). *Sichere Personenerkennung in der Mensch-Maschine-Interaktion*. Dortmund, Berlin, Dresden: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). <https://www.baua.de/dok/8480166>. Zugegriffen: 21.07.2018.

StörfallV – Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung – 12. BImSchV), 8.12.2017 Zittlau, K. (2018). Sicherheit in der Arbeitswelt 4.0. In O. Cemavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 269–286). Wiesbaden: Springer Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud
- 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen
- 3.1.6 Smarte Formen der Instandhaltung von Arbeitsmitteln
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)

¹³ ProdSG

¹⁴ § 2 StörfallV

¹⁵ KAS 44 (2017)

3.1.2 3-D-Druck und Additive Manufacturing (AM)



- **Stichwörter:** Additive Manufacturing, Ausgangsmaterialien, Betriebssicherheit, individuelle Serienproduktion, Produktsicherheit

> Warum ist das Thema wichtig?

Durch die Entwicklung von cyber-physischen Systemen (CPS)¹ in Verbindung mit spezieller intelligenter Software² ist es mithilfe von additiven Fertigungsverfahren wie 3-D-Druck

(4.0-Technologie)³ möglich, relativ schnell und günstig, Einzelstücke (Losgröße 1) herzustellen, die als Anschauungs- und Funktionsprototypen dienen und damit die

Markteinführung beschleunigen können oder

- die Realisierung spezieller Kundenwünsche im Rahmen der individuellen Serienfertigung zulassen.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Additive Fertigungsverfahren (Manufacturing) – 3-D-Druck
Das additive Fertigungsverfahren (**Additive Manufacturing**) ist die schichtweise Herstellung von Gegenständen, im Gegensatz zum Heraus-

arbeiten von Werkstücken aus einem festen Block, zum Beispiel Fräsen. Der **3-D-Druck** ist ein Arbeitsverfahren für additive Fertigung. Der schichtweise Aufbau erfolgt computergesteuert aus einem oder mehreren flüssigen

oder festen Werkstoffen nach zuvor programmierten Maßen und Formen. Beim Aufbau finden physikalische oder chemische Härtungs- oder Schmelzprozesse statt.

Grundprinzipien von additiven Fertigungsverfahren

Es gibt eine ganze Reihe von unterschiedlichen additiven **Fertigungsverfahren**, wie zum Beispiel:

- **Thermischer 3-D-Druck:** Verflüssigter Kunststoff wird aufgetragen und härtet bei Abkühlung aus.
- **Selektives Lasersintern beziehungsweise selektives Laserschmelzen:** Pulverschichten aus Kunststoff oder Metall werden durch Wärme eintrag selektiv aufgeschmolzen.
- **3-D-Druck:** Materialverteilung (zum Beispiel Quarzsand, Glas, Kunststoff) wird durch Bindemittelauftrag fixiert.
- **Laminierverfahren:** Schichtaufbau beispielsweise aus farbig bedruckten Materialbögen (zum Beispiel

Papier, Kunststoff), die verklebt und zugeschnitten werden.

- **Polyjet Modeling:** Tröpfchenweises Aufbringen von Material, welches dann aushärtet (Fotopolymer und UV-Strahlung).
- **Stereolithografie und Digital Light Processing:** Fotopolymer wird durch gezielte UV-Strahlung in einem Flüssigkeitsbad ausgehärtet.⁴

Die **Ausgangsmaterialien** für das additive Fertigen können Kunststoffe, Metalle, Keramik oder auch Nahrungsmittel sein, die – je nach Verfahren – in verschiedenen Zuständen vorliegen: als Pulver, Draht, Folie, Paste, Flüssigkeit oder Gas.⁵

Kunststoffe sind mit ihren extrem unterschiedlichen Eigenschaften ideal

für additive Fertigungsverfahren. Eines der am weitesten verbreiteten Verfahren zur Verarbeitung von Kunststoffen ist das Schmelzschichtverfahren. Aber auch *Metalle*, die einen wesentlich höheren Schmelzpunkt besitzen, werden in der additiven Fertigung verarbeitet. Da für Metall wesentlich höhere Energieeinträge notwendig sind, kommen hier technisch aufwendige und teure Hochleistungslasersysteme zum Einsatz. Schließlich werden auch *Keramiken*, die einen höheren Schmelzpunkt als Metalle besitzen, mit additiven Fertigungsverfahren verarbeitet.⁶ Die Arbeitsprozessplanung der additiven Fertigungsverfahren und die Steuerung von 3-D-Druckern können hochvariabel auch von autonomen technischen Systemen übernommen werden (4.0-Prozesse).⁷

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ vgl. BG ETEM 2018; IFA 2016, S. 20

⁵ Deutscher Bundestag 2017, S. 14

⁶ Deutscher Bundestag 2017, S. 15

⁷ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

Ganz generell unterscheiden sich die verschiedenen Verfahren sehr stark in ihren Funktionsprinzipien und Eigenschaften wie auch hinsichtlich der Eigenschaften der damit gefertigten Produkte.

Additive Fertigungsverfahren werden in **zahlreichen Branchen** eingesetzt, beispielsweise:

- In der Elektronik werden zum Beispiel metallische Leiterbahnen auf dreidimensionale (konventionell oder additiv gefertigte) Kunststoffkörper aufgebracht.
- In der Medizin finden additive Fertigungsverfahren zum Beispiel in der Dental- und Hörgerätetechnik oder im Prothesenbereich Anwendung, etwa zur Herstellung von Zahnersatz, Ohrpassstücken oder knochenersetzenden Implantaten. Auch in Bereichen, die schnell ethisch problematisch werden können, wie dem Bioprinting, werden additive Verfahren verwendet. Bei diesen wird versucht, funktionsfähige Gewebeteile bis hin zu Gefäßsystemen oder Organen zu produzieren.
- Im Baubereich werden Funktionsmodelle oder Prototypen und Bauteile additiv gefertigt.
- In der Textil- und Bekleidungsindustrie werden individuelle Kleidungsstücke additiv hergestellt. Die Schuhindustrie versucht, mit additiven Fertigungsverfahren für jeden Fuß und jede Anwendung passgenaue Schuhe herzustellen.
- In der Nahrungsmittelindustrie werden mit additiven Verfahrensprinzipien pastöse Nahrungsmittel (Teige, Pürees, Marzipan et cetera) oder gekochte Gerichte, die püriert und mit Texturgebern zu einer pastösen Konsistenz angedickt werden (zum Beispiel Gemüse oder Fleisch) hergestellt. Mit pulverförmigen Lebensmitteln (wie Zucker, Mehl) lassen sich mit flüssigen Bindern (zum Beispiel Wasser) filigrane Figuren formen.

Außerdem werden 3-D-Druckverfahren im Werkzeugbau, in der Luft- und Raumfahrt, der Spielwarenindustrie, in den Kreativbranchen (Designerstücke, Schmuck- und Uhrenindustrie, Theater-, Film- und Fernsehindustrie für Kulissen, Masken), in der Sportartikelindustrie, der Wissenschaft und Ausbildung sowie in der Rüstungs- und Waffenindustrie verwendet.

Sicherheit und Gesundheit beim 3-D-Druck

Additive Fertigungsverfahren tragen dazu bei, dass einige **Gefahren entfallen**, die bei vergleichbaren konventionellen Arbeitsverfahren bestehen. Beispielsweise werden keine Kühlschmiermittel benötigt, die zur Anreicherung von gesundheitsschädigenden Ölen in der Atemluft führen können. Auch sinkt die Gefahr von Schnittverletzungen, zum Beispiel an scharfkantigen Spänen oder Schneidwerkzeugen. Schließlich sind die Lärmemissionen bei der additiven Fertigung zu vernachlässigen.⁸

Eine grundlegende Anforderung der Arbeitssicherheit an die 3-D-Drucker besteht darin, dass sie – wie alle Arbeitsmittel – betriebssicher sein müssen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 3.1.1 Betriebsicherheit der CPS.*

Bei additiven Fertigungsverfahren können aber auch einige **neue Gefahren** entstehen, wie zum Beispiel durch den Einsatz von Gefahrstoffen, die Entstehung von feinen Stäuben oder Verpuffungs- beziehungsweise Explosionsgefahren.⁹ Die bei additiven Fertigungsverfahren entstehenden Gefahren lassen sich in der Regel beherrschen, wenn die bestehenden Arbeitsschutzmaßnahmen eingehalten (wie zum Beispiel Gefährdungsbeurteilung, Unterweisung) und entsprechende Schutzmaßnahmen festgelegt und durchgeführt werden, wie zum Beispiel das Tragen von Persönlicher Schutzausrüstung. Im Folgenden wer-

den einige Gefährdungen etwas genauer betrachtet.

Gefahren können durch die sehr unterschiedlichen Arbeitsmaterialien entstehen, die beim 3-D-Druck verwendet werden und teilweise **Gefahrstoffe** enthalten. Verwendet werden beispielsweise thermoplastische Kunststoffe (etwa ABS, PLA, Polycarbonate), Fotopolymere (Epoxid- oder Acrylharze) oder pulverförmige Kunststoffe (wie Nylon, Polystyrole) und diverse Bindemittel. Einige dieser Kunststoffe gehören zu den reizenden Stoffen, die bei Kontakt mit Haut, Augen oder Schleimhäuten Rötungen oder Entzündungen auslösen können.¹⁰ Bei der Stereolithografie werden Fotopolymere verwendet, die zur Auflösung von roten Blutkörperchen führen können.¹¹ Für einige neu entwickelte Materialien werden mögliche gesundheitliche Wirkungen vermutet, können aber noch nicht nachgewiesen werden.¹² Bei der additiven Fertigung kommen auch einige Lösungsmittel zur Nachbearbeitung gefertigter Bauteile zum Einsatz, die bei Augenkontakt Reizungen auslösen können.

Bei pulverbasierten additiven Fertigungsverfahren können bei verschiedenen Arbeitsschritten **Pulverpartikel** in die Raum- beziehungsweise Atemluft gelangen. Dies kann beim Befüllen der additiven Fertigungsanlagen, bei der Entnahme und Reinigung fertiger Bauteile sowie der Aufbereitung von Pulver mithilfe von Sieben geschehen.¹³ Zu berücksichtigen ist darüber hinaus die Explosionsgefahr, die von Pulver-Luft-Gemischen aus Kunststoffen oder Metallen ausgehen kann.¹⁴

Beim Aufschmelzen von Kunststoffen entstehen typischerweise flüchtige organische Verbindungen und/oder **ultrafeine Stäube**, die potenziell gesundheitsschädlich sein können. Das Gefährdungspotenzial bestimmt sich aus der Toxizität der Stäube, der Konzentration in der Atemluft und der Einwirkungsdauer.¹⁵

⁸ Deutscher Bundestag 2017, S. 173

⁹ Deutscher Bundestag 2017, S. 172f.

¹⁰ Deutscher Bundestag 2017, S. 172

¹¹ Gebhardt 2015, S. 52f.

¹² Huang et al. 2013, S. 1199f.

¹³ vgl. VDI 2016, S. 31; Azimi 2016

¹⁴ VDI 2016, S. 31

¹⁵ Deutscher Bundestag 2017, S. 175

¹⁶ Deutscher Bundestag 2017, S. 185

Fehlerhafte Produkte aus additiver Fertigung

In der additiven Fertigung können auch fehlerhafte Produkte in Umlaufgeräten, durch die Personen oder Gegenstände zu Schaden kommen. Vorzüglich kann dies eintreten, wenn etwa digitale Vorlagen für die additive Fertigung manipuliert werden. Dies kann beispielsweise dann geschehen, wenn beim Datentransfer Dritte in die Unterlagen eingreifen (zum Beispiel um Wettbewerber zu schwächen, Wirtschaftssabotage, terroristisch motivierte Handlungen).¹⁶

Fehlerhaft additiv gefertigte Produkte können aber auch unbeabsichtigt produziert und verbreitet werden, weil die festgelegten Anforderungen an die Produktsicherheit nicht beachtet werden. Auch additiv gefertigte Produkte dürfen „bei bestimmungsgemäßer oder vorhersehbarer Verwendung die Sicherheit und Gesundheit von Personen nicht gefährden“.¹⁷ Deswegen sind bei diesen Verfahren auch Gefährdungsbeurteilungen vorzunehmen. **› Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0.** Bei den additiven Fertigungsverfahren

treten aus der Sicht der Produktsicherheit einige neue Aspekte auf, die vom Betrieb berücksichtigt werden sollten, wie zum Beispiel:

- Bei der additiven Fertigung sind in der Regel mehr Akteure am Herstellungsprozess beteiligt als in der konventionellen Fertigung. So wird beispielsweise die Erstellung von digitalen Fertigungsvorlagen oder der additive Fertigungsprozess ausgelagert. Damit wird es oft schwierig, den eigentlichen Hersteller des Produktes zu benennen und die Verantwortlichkeiten für die Produktsicherheit klar zu regeln (wie bereits bei einigen CNC-Programmen der 3.0-Prozesse).¹⁸ Außerdem sind Konstruktion und Fabrikation nicht immer klar voneinander zu trennen, da digitale Fertigungsvorlagen – deren Erstellung eher der Konstruktionsphase zuzurechnen ist – die wesentlichen Fabrikationselemente bereits enthalten.¹⁹ Das hat auch Auswirkungen auf das Haftungsrecht.²⁰ **› Siehe Umsetzungshilfe 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen.**
- Die Herstellerpflichten zur Produkt-

sicherheit basieren auf standardisierten Dokumentationspflichten oder Sicherheitsüberprüfungen. Für die individualisierte additive Produktion von Einzelstücken sind diese oft nur schwer einzuhalten.²¹ Auch gängige Methoden zur Qualitätssicherung, wie zerstörende Bauteilprüfungen oder zerstörungsfreie Mess- und Prüfverfahren, sind bei Einzelanfertigungen nicht oder nur mit großem Aufwand anwendbar.²² Zur Schaffung rechtssicherer Verfahren wird momentan ein entsprechendes Regelwerk erarbeitet.

- In der extrem variablen Bauteilgeometrie und der Möglichkeit, in Serienproduktionen jedes einzelne Produkt mit individuellen Merkmalen auszustatten, liegt das Potenzial der additiven Fertigung, aber gleichzeitig auch das Risiko für Mängel in der Konstruktion. Wenn die neuen Designfreiheiten ohne die erforderliche Sorgfalt angewendet beziehungsweise über Gebühr ausgereizt werden, kann dies zu Fehlern in der Konstruktion führen.²³

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Additive Fertigungsverfahren bieten zahlreiche Chancen, jedoch auch Risiken, die im Folgenden erläutert werden:

Chancen der Nutzung von additiven Fertigungsverfahren sind unter anderem:

- Produkte können individuell und bedarfsorientiert hergestellt werden durch individualisierte Veredelung von Produkten aus Serienfertigung.
- Additiv hergestellte Produkte lassen in der Regel eine Leichtbauweise, gesteuerte Materialeigenschaften und gestalterische Freiheiten zu.
- Herstellung und Lieferung ist just in time möglich. Damit verringern

sich die Lagerhaltung und die damit verbundenen Kosten.

- Hohe Materialeffizienz und geringerer Werkzeugverschleiß im Fertigungsprozess sind möglich.
- Ersatzteile für Reparaturen sind schnell lieferbar. Das Drucken individueller Ersatzteile ist schneller, flexibler und günstiger als herkömmliche Herstellungsverfahren (im Rahmen der Serienproduktion).
- Eine Dezentralisierung ist möglich und damit eine Einsparung von Lieferketten bei kleinen Losgrößen.
- Extrem komplexe Geometrien, die eine Vielzahl von Einzelkernen erfordern, sind einfacher herstellbar.
- Verbesserungen können leicht berücksichtigt werden.

Entwicklungszeiten können verkürzt werden.

- Bauteile und Gegenstände können originalgetreu nachgebildet werden.
- Kein Einsatz von Kühl- oder Schmiermitteln wie bei vergleichbaren konventionellen Arbeitsverfahren.

Gefahren und Nachteile bei der Nutzung von additiven Fertigungsverfahren können zum Beispiel sein:

- Die Materialeigenschaften der Produkte können unbekannt sein.
- Insbesondere beim Lasersintern, Laser-Strahlschmelzen und verwandten aufschmelzenden Verfahren entstehen thermisch induzierte

¹⁶ Deutscher Bundestag 2017, S. 185

¹⁷ § 3 Abs. 2 ProdSG

¹⁸ Deutscher Bundestag 2017, S. 201

¹⁹ Deutscher Bundestag 2017, S. 204

²⁰ Deutscher Bundestag 2017, S. 203

²¹ Deutscher Bundestag 2017, S. 201

²² VDI 2016, S. 30

²³ Bundestag 2017, S. 203

- Eigenspannungen im Bauteil.
- Gefährdungen durch den Einsatz von Gefahrstoffen, durch die Entstehung von feinen Stäuben oder durch Verpuffung beziehungsweise Explosion sind möglich.
- Möglich sind Gefährdungen durch mangelhafte Betriebssicherheit, wie beispielsweise gefahrbringende Bewegungen, die zu Quetsch- und Scherstellen führen können, gefährliche Berührungsspannungen, heiße Oberflächen oder Strahlungsquellen von Lasern.
- Da die Verantwortlichkeiten im digitalen additiven Fertigungsverfahren nicht eindeutig festgeschrieben sind, kann es zu Konflikten im Ablauf und zu Haftungsproblemen kommen.
- Bei von 3-D-Druckern hergestellten Produkten können wegen Individualisierung eher Fehler auftreten. Die Qualitätssicherung von individuell von 3-D-Druckern hergestellten Produkten kann Probleme bereiten, da in der Regel keine standardisierten Verfahren vorliegen (fehlende Referenzwerte in Planung und Konstruktion, nicht auf additive Fertigungsverfahren abgestimmte Softwaretools).
- Im digitalen additiven Fertigungsverfahren besteht die Gefahr durch Angriffe von Dritten (fehlende Datensicherheit).

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Bei der Einführung und dem Einsatz von additiven Fertigungsverfahren sind unter anderem folgende Maßnahmen empfehlenswert:

Einführung von additiven Fertigungsverfahren

- Überlegen, welche Vor- und Nachteile der Einsatz von additiven Fertigungsverfahren hat. Einen Mehrwert bieten insbesondere folgende Merkmale:²⁴
 - › Senkung der Betriebskosten
 - › Steigerung der Produktivität
 - › Steigerung des Kundennutzen
 - › Senkung des Montageaufwands und der Bauteilanzahl
 - › Senkung des Aufwandes für Maßnahmen zu Sicherheit und Gesundheit bei den Arbeitsverfahren
 - › Senkung der Nebenkosten (zum Beispiel Lagerhaltung oder Ausschuss)
 - › Senkung der Kosten für Logistik
- Festlegen, wo der additive Fertigungsprozess stattfinden soll („make or buy“).
- Informationen über Materialeigenschaften der Rohstoffe (Produkt- und Sicherheitsdatenblätter der Hersteller) und der fertigen Bauteile (zum Beispiel VDI-Richtlinie 3405) einholen.
- Offene Rechtsfragen klären, unter anderem:
 - › Wer übernimmt die Herstellerfunktion (im Sinne der Produkthaftung), wenn mehrere Akteure an der Herstellung des Bauteils beteiligt sind?
 - › Welche Rolle spielt der Lieferant der Konstruktionsdatei, da er einen bedeutenden Einfluss auf das Produkt hat?
 - › Wie werden Qualitätskriterien festgelegt und überprüft?
 - › Was muss hinsichtlich des Urheberrechts oder des Patentschutzes berücksichtigt werden?
 - Nur Komponenten additiver Fertigungssysteme anschaffen, wenn sie über ein CE-Zeichen verfügen.
 - Zum Umgang mit den Daten in den 4.0-Prozessen sollte unter anderem Folgendes geregelt werden:
 - › Welche Daten werden wie und wo erfasst und wo werden sie gespeichert?
 - › Wer hat Zugriff auf die Daten und wofür werden die Daten genutzt?
 - › *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.3 Plattformökonomie.*
 - › Welchen Zugriff haben Hersteller oder Dritte im additiven Fertigungsprozess? *› Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.*
 - › Es sollte mit den Beschäftigten (der Interessenvertretung) vereinbart werden, wie mit den Daten umgegangen wird. *› Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*

Verwendung von additiven Fertigungsverfahren

- Bei der Planung des Arbeitsprozesses zum Einsatz des 3-D-Druckers sind die Verantwortlichkeiten und Schnittstellen im additiven Fertigungsprozess festzulegen.
- Bei einer Gefährdungsbeurteilung zur Tätigkeit mit 3-D-Druckern und eingesetzten Materialien sollte unter anderem beachtet werden:
 - › Umgang mit Gefahrstoffen
 - › Verpuffungen oder Explosionsgefahr
 - › Betriebssicherheit des Druckers
 - › Schnittstellenprobleme, da die Grenzen zwischen Konstruktion und Produktion verwischen können
 - › Notwendige Unterweisung zum sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit neuen Arbeitsformen und -inhalten
- Die festgelegten Schutzmaßnahmen sind umzusetzen und zu dokumentieren, die Wirksamkeitskontrolle ist festzulegen.²⁵ *› Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0.*
- Beschäftigte sind im Umgang mit additiven Fertigungsverfahren zu unterweisen und zu trainieren.
- Prüffristen und Prüfer zum betriebssicheren Zustand des 3-D-Druckers und gegebenenfalls seiner Komponenten festlegen und Prüfungen organisieren und durchführen.

²⁴ VDI 2016, S. 22

²⁵ Die DGUV wird Mustervorlagen für Gefährdungsbeurteilungen zu additiven Fertigungsverfahren vorlegen (DGUV 2017)

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Azimi, P., Zhao, D., Pouzet, C., Crain, N. E., & Stephens, B. (2016). *Emissions of Ultrafine Particles and Volatile Organic Compounds from Commercially Available Desktop Three-Dimensional Printers with Multiple Filaments*. *Environmental Science & Technology*, 50, S. 1260–1268.
- Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) (2018). *3D-Druck/Additive Manufacturing*. <https://www.bgetem.de/arbeits-sicherheit-gesundheitsschutz/brancheninformationen1/druck-und-papierverarbeitung/3d-druck-additive-fertigungsverfahren>. Zugegriffen: 24.08.2018.
- Deutscher Bundestag (2017). *Technikfolgenabschätzung (TA) Additive Fertigungsverfahren „3-D-Druck“*. Drucksache 18/13455, Berlin. <http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/18/134/1813455.pdf>. Zugegriffen: 24.08.2018.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (2017). *Exposition bei additiven Fertigungsverfahren (3D-Druck)*. Berlin: DGUV.
- Gebhardt, A. (Hrsg.). (2015). *3D-Drucken in Deutschland: Entwicklungsstand, Potenziale, Herausforderungen, Auswirkungen und Perspektiven*. Aachen: Shaker Verlag.
- Huang, S., Liu, P., Mokasdar, A., & Hou, L. (2013). *Additive manufacturing and its societal impact: a literature review*. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 67 (5-8), S. 1191–1203.
- Institut für Arbeitsschutz (IFA) (2016). *Additive Fertigungsverfahren werden die gesamte Produktion auf den Kopf stellen*. IPA-Journal 03, 18-20. https://www.ipa-dguv.de/medien/ipa/publikationen/ipa-journale/ipa-journale2016/documents/ipa_journal_1603_interview.pdf. Zugegriffen: 24.08.2018.
- ProdSG – Produktsicherheitsgesetz, 08.11.2011.
- VDI (2016). *Handlungsfelder Additive Fertigungsverfahren*. Düsseldorf. www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/gpl_dateien/6242_PUB_GPL_Handlungsfelder_-_Additive_Fertigungsverfahren_Internet.pdf. Zugegriffen: 12.06.2018.
- VDI-Richtlinie 3405 Blatt 6.1 *Additive Fertigungsverfahren – Anwendersicherheit beim Betrieb der Fertigungsanlagen – Laser-Strahlschmelzen von Metallpulvern*.
- VDI-Richtlinie 3405 Blatt 6.2 *Additive Fertigungsverfahren – Anwendersicherheit beim Betrieb der Fertigungsanlagen – Laser-Sintern von Polymerpulvern*.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.5.3 Plattformökonomie
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS

3.1.3 Einsatz von smarten Drohnen



■ **Stichwörter:** neue Dienstleistungen, Arbeitsmittel, Datensicherheit, Datenschutz

› Warum ist das Thema wichtig?

Als technisches Assistenzsystem in cyber-physischen Systemen (CPS)¹ können Drohnen Arbeitsprozesse effektiver, effizienter und sicherer gestalten. Sie können auf Grundlage intelligenter Software mit ihren Mo-

dellen der künstlichen Intelligenz (KI)² selbstlernend und autonom agieren. Drohnen können große Mengen an Daten erheben und sammeln (zum Beispiel über Umgebung, Personen, Arbeitsprozesse) und damit wichtige

Informationen für CPS liefern. Es sind Sicherheits- und Datenschutzaspekte sowie rechtliche Bestimmungen zum Einsatz von Drohnen zu beachten.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Drohne

Drohnen können sowohl autonom fliegen als auch durch den Menschen gesteuert sein. Sie bestehen aus einem Fluggerät, einer Bodenkontrollstation mit Bildschirm und dem

beides verbindenden Data-Link. Die Steuerung kann auch über Smartphone oder Tablet geschehen. Die Steuerungselektronik beurteilt anhand von Sensoren (Beschleunigung oder GPS) die aktuelle Lage und regelt die

Rotoren. Drohnen können mit einer Foto- oder Videokamera und anderen Sensoren zur Erfassung von Daten ausgestattet werden.

Neben dem militärischen Einsatz finden Drohnen besonders in Bereichen wie Landwirtschaft und Handwerk, Medien, Verkehr, Logistik oder Forschung sowie Katastrophen- und Umweltschutz Anwendungsmöglichkeiten. Sie können zum Beispiel Überwachungs- und Kontrolltätigkeiten übernehmen sowie die ganze oder teilweise Steuerung von 4.0-Prozessen³ in allen Anwendungsbereichen⁴ unterstützen. Die unbemannten Flugroboter werden im Baugewerbe zum Beispiel zur Kontrolle von schwer zugänglichen Bereichen wie Schornsteinen, großen Wohneinheiten und Dächern eingesetzt. Bei anstehenden Sanierungen sind Luftaufnahmen

von Drohnen wertvoll für die Kundenberatung.⁵ Wärmebild- oder Thermalkameras von Drohnen können zum Beispiel Kältebrücken erfassen, Schäden an Solaranlagen, Energielecks oder Haarrisse feststellen und Menschen erkennen. Auch die Luftverkehrswirtschaft nutzt Drohnen beispielsweise bei der Sichtkontrolle von Flugzeugen, Sicherheitszäunen und Flugbetriebsflächen. Drohnen können auch den Einsatz herkömmlicher Kräne, Gerüste, Befahrplattformen oder Kletterer unterstützen und sicherer gestalten.

Um das hohe wirtschaftliche Potenzial dieser Technologie zu nutzen und die Sicherheit im Sinne von Safety und Security zu gewähren, gelten

für deren Einsatz klare Regeln⁶, die Unternehmen berücksichtigen müssen. Die Frage nach der Sicherheit stellt sich unabhängig davon, ob die Drohnen durch beauftragte Personen oder Betriebe, durch Installateure oder Anlagenbetreiber eingesetzt werden und ob die Drohne gekauft oder geliehen ist. Ähnlich wie bei Kraftfahrzeugen haftet der Halter der Drohne, unabhängig vom Verschulden. Um im Schadensfall schnell den Halter feststellen zu können, müssen alle Drohnen durch eine Plakette mit Namen und Adresse des Eigentümers gekennzeichnet sein. Beim Kauf werden die Geräte zentral nach dem Zweck ihres Einsatzes registriert.⁷

■ Als „unbemannte Flugmodelle“

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁴ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁵ Höxtermann 2016

⁶ vgl. u. a. Drohnen-VO 2017; VDI 2017; BG ETEM; VBG 2017

⁷ §§ 1, 25 LuftVG; Abschnitt 5.1 LuftVO; BDL 2016, S. 8

werden Drohnen bezeichnet, die zur *Freizeitgestaltung* genutzt werden.⁸

- Als „*unbemanntes Luftfahrtsystem*“ werden Drohnen bezeichnet, die insbesondere zu *gewerblichen* Zwecken eingesetzt werden und die damit unter das Luftfahrtgesetz fallen.

Die Drohnen-Verordnung⁹ des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur gilt seit April 2017 und schafft Rechtssicherheit beim gewerblichen Einsatz. Definiert sind die Aspekte Genehmigung¹⁰, Gewicht¹¹, Flughöhe¹², Einschränkungen der Nutzung¹³, Kennzeichnungspflicht oder Regelungen der Luftsicherheit.¹⁴

Beim Einsatz von Drohnen müssen die geltenden Vorschriften des Datenschutzes eingehalten werden. Dieser wird beispielsweise verletzt, wenn mithilfe der Drohne in den Bereich der privaten Lebensgestaltung Dritter eingedrungen wird (Persönlichkeitsrecht, Urheberrecht). Der Schutz der Privat-

sphäre wird durch das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) geregelt und setzt der Beobachtung öffentlicher Räume mit optisch-elektronischen Einrichtungen (Videoüberwachung) enge Grenzen; eine private oder gewerbliche Nutzung ist hier nicht gestattet.¹⁵ Auch Aufnahmen von Personen dürfen ohne deren Einwilligung nur veröffentlicht werden, wenn diese nicht identifizierbar sind. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen*. Ebenso können Videoaufnahmen von privaten oder öffentlichen Geländen, die von Drohnen erstellt werden, das Kunsturhebergesetz¹⁶ (KunstUrhG, „Recht am eigenen Bild“) und das allgemeine Persönlichkeitsrecht verletzen (Schutz der Privatsphäre).¹⁷

Auch der Aspekt der Datensicherheit ist beim Drohneneinsatz relevant. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen*.¹⁸

- Generierte Daten müssen sicher transferiert und gespeichert werden.
- Daten aus der Funkfrequenz, der

Fernsteuerung oder der Sensorik müssen vor Manipulationen oder Zugriffen von außen sicher sein.

Die Drohne ist aus arbeitsschutzrechtlicher Sicht nach Betriebssicherheitsverordnung als Arbeitsmittel zu betrachten.¹⁹ Bevor Unternehmer, Führungskräfte oder Beschäftigte Tätigkeiten mit Drohnen ausüben, ist eine Gefährdungsbeurteilung mit Dokumentation nach Betriebssicherheitsverordnung durchzuführen.²⁰ Die VDI-Richtlinie „Instandhaltung – Inspektion von Anlagen und Gebäuden mit UAV (Flug-Drohne)“²¹ beschreibt Standards für den gewerblichen und ausschließlich zivilen Einsatz und bietet eine Leitlinie, auch zum sicherheitstechnisch korrekten Einsatz von Drohnen. Außerdem enthält sie Hinweise für Wartung und Instandhaltung von Drohnen sowie Inspektionsrichtlinien.

Der Einsatz von Drohnen mit Überwachungsfunktion von Beschäftigten muss mit der betrieblichen Interessenvertretung abgestimmt werden.

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen beim Einsatz von Drohnen im Betrieb – zum Beispiel:

- Durch den Einsatz von Drohnen können in Betrieben gefährliche, aufwendige, körperlich anstrengende und belastende Tätigkeiten unterstützt und/oder ersetzt werden.
- Regelmäßige Inspektionen von Gebäuden, Anlagen, Hebezeugen oder Einrichtungen und die Dokumentation der Inspektion können durch den Einsatz von Drohnen sicherer, effektiver und effizienter

durchgeführt werden.

- Drohnen ermöglichen eine ortsunabhängige digitale Fernwartung und Überwachung von Prozessen. Damit können frühzeitig Ausführungsmängel erkannt und behoben werden.
- Drohnen können zusätzliche Informationen für die ganze oder teilweise Steuerung von 4.0-Prozessen liefern (zum Beispiel bei Baustellen, Fahr- und Transporttätigkeiten, Veranstaltungen).

- Der Einsatz von Drohnen schafft Möglichkeiten für neue Dienstleistungsangebote.

Gefahren beim Einsatz von Drohnen im Betrieb – zum Beispiel:

- Fehlendes Wissen über rechtliche Anforderungen und technische Funktionsweisen kann zu einem unsachgemäßen und gefährlichen Einsatz der Drohnen führen.
- Beim Einsatz von Drohnen können die Privatsphäre und das Recht am

⁸ Deutsche Flugsicherung 2017

⁹ Drohnen-Verordnung 2017

¹⁰ „Allgemeine Aufstiegserlaubnis (AE)“ muss beantragt werden je Bundesland bei der zuständigen Landesluftfahrtbehörde. Befähigungsnachweis zur Steuerung der Drohne bestätigt Starterlaubnis für bestimmte Person. Jeder Flug muss bei der Polizei angemeldet werden. Bis Abfluggewicht von 10 kg genehmigungsfrei möglich (§ 21a Abs. 1 LuftVO).

¹¹ Je nach Gewicht der Drohne (mehrfach gestaffelt) richten sich die Auflagen. So muss bei einem Abfluggewicht ab 2 kg eine Plakette mit Namen und Adresse des Besitzers angebracht werden und der Besitzer muss einen Flugkundenachweis über Erfahrungen mit Drohnen nachweisen.

¹² Nicht höher als 100 Meter. Um Nutzungschancen in der Landwirtschaft oder der Verkehrsüberwachung zu unterstützen, können Landesbehörden Flüge auch außerhalb der Sichtweite des Steuerers erlauben, solange der sichere Betrieb nachgewiesen ist. Ansonsten gilt Sicht, § 21b Abs. 1 Nr. 1 LuftVO.

¹³ Steuerer ab 2 kg müssen einen Drohnenführerschein besitzen (§ 21a Abs. 4 LuftVO). Außerdem ist eine Starterlaubnis vom Grundstückseigentümer erforderlich.

¹⁴ BDL 2016, S. 3

¹⁵ siehe § 6b Abs. 1 BDSG

¹⁶ siehe § 22 KunstUrhG

¹⁷ siehe § 1 BDSG

¹⁸ Beim Einsatz von Drohnen gibt es wichtige geltende Rechtsgrundlagen wie das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), Bundesdatenschutzgesetz (BDSG), das Luftverkehrsgesetz (LuftVG) und Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO) sowie die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV).

¹⁹ § 2 Abs. 1 BetrSichV

²⁰ BG ETEM 2017, S. 21

²¹ VDI 2017

eigenen Bild verletzt und personenbezogene Daten missbraucht werden.

- Ein nicht vereinbarter Einsatz von Drohnen zur Qualitätskontrolle von Arbeitsprozessen kann bei den betroffenen Beschäftigten zu Verunsicherung und Misstrauen führen.
- Unsachgemäßer Kontakt mit den Propellern kann zu Verletzungen führen.
- Es besteht die Gefahr eines Kontrollverlustes über die Drohne (zum Beispiel durch Systemfehler, Frequenzstörung, Hacking).
- Der Einsatz birgt die Gefahr von Kollisionen, Abstürzen oder Unfällen.
- Ungesicherte Daten, die durch

Drohnen erzeugt werden, ermöglichen einen unbefugten Zugriff durch Dritte.

- Der Einsatz von Drohnen kann die Prüfung von Arbeitsmitteln, Einrichtungen und Bauwerken durch befähigte Personen und Sachverständige nicht ersetzen.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Maßnahmen bei der Anschaffung von Drohnen – Beispiele:

- Es ist zu überlegen und abzuwägen, ob und wie der Einsatz von Drohnen unter Berücksichtigung der rechtlichen und sicherheitstechnischen Einsatzbedingungen Arbeitsprozesse effizienter, effektiver, sicherer und gesundheitsgerechter gestaltet. In diesem Zusammenhang ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen.
- Bei Anschaffung der Drohne sind zum Beispiel folgende Aspekte zu beachten:
 - › Erfüllt die Drohne die sicherheitstechnischen Anforderungen (zum Beispiel mindestens CE-Kennzeichen oder anderes Zertifikat, Akku/Ladegerät mit GS-Zeichen oder anderes Bauart-Zeichen für geprüfte Sicherheit)?
 - › Sind die von der Drohne erzeugten oder benötigten Softwareprogramme und Daten mit der intelligenten Software (inkl. KI) der CPS im Betrieb kompatibel?
 - › Ist bekannt, ob und welche Daten an den Hersteller übermittelt werden?
 - › Vom Hersteller kurze und verständliche Informationen einfordern, welche Daten die Drohne erfasst, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer Zugriff auf die Daten hat. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*
 - › Ist neue Hard- oder Software für die Nutzung der Daten der Drohne erforderlich? (zum Beispiel Spracheinstellungen, Lizenzen, Versionen, Nutzungsrechte beachten)
 - › Welche Interventionsmöglich-

keiten für Beschäftigte sind bei autonomen Drohnen möglich?

- › Welche Flugzeit/-dauer wird für den Einsatz im Arbeitsprozess benötigt? Gibt es einen/mehrere Wechsel-Akkus?
- › Existiert eine Auto-Go-Home-Funktion, die die Rückkehr der Drohne im sicheren Korridor bei Störungen und ohne Gefährdung von Personen ermöglicht? (Drohne kehrt auch automatisch zurück, sobald der Akku leer wird oder sie den Befehl per Knopfdruck erhält.)
- › Ist die Software der Drohne so gestaltet, dass sie im Falle des Ausfalls automatisch in einen sicheren Zustand überführt wird?
- › Wurde bei der jeweiligen Versicherung angefragt, inwieweit sie für Schäden beim Einsatz von Drohnen haftet?
- › Ist berücksichtigt, dass für das Führen einer Drohne eine entsprechende Bescheinigung (Kenntnisnachweis nach einer Prüfung) erforderlich ist? (zum Beispiel Kenntnisse über Anwendung und Navigation, luftrechtliche Grundlagen, örtliche Luftraumordnung)

Organisation des Einsatzes der Drohnen

- Eine Gefährdungsbeurteilung über den sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit der Drohne durchführen und Schutzmaßnahmen festlegen.
- Es sind klare Regelungen für den Einsatz und Umgang mit der Drohne (siehe unten) sowie Arbeitsanweisungen und Verantwortlichkeiten (Aufsichtsperson) im Betrieb festgelegt.
- Es ist sichergestellt, dass Drohnen

nur von Personen mit einer gültigen Bescheinigung einer anerkannten Stelle geführt werden. Die Bescheinigung gilt fünf Jahre.

- Nutzungs- und Zugriffsrechte von personenbezogenen Daten sind geklärt und mit Beschäftigten vereinbart. Eindringen in den Bereich der privaten Lebensgestaltung von Beschäftigten und Dritten, das Anfliegen von Personen, das Anfertigen von Fotos/Videos von Personen ohne deren Erlaubnis, das Überfliegen von Grundstücken ohne Genehmigung des Grundstückseigentümers müssen ausgeschlossen werden.
- Erhobene Daten sind gegen den Zugriff von Dritten abzusichern.
- Der Einsatz von Drohnen mit Überwachungsfunktion sollte mit den Beschäftigten abgestimmt werden und ist bei Betrieben mit Betriebsrat mitbestimmungspflichtig.
- Sicherheitshinweise zum Einsatz der Drohne sind festgelegt wie zum Beispiel keine Gefährdung von Personen bei Start und Landung, ausreichender Sicherheitsabstand zu Personen, 100 Meter Abstand zu Krankenhäusern, Autobahnen, Menschenansammlungen, Energieerzeugungs-/Verteilungsanlagen.
- Die Beschäftigten sind zum Einsatz der Drohne zu qualifizieren (eventuell Drohnenführerschein), zu trainieren und im sicheren und gesundheitsgerechten Einsatz zu unterweisen.
- In Teambesprechungen werden die Erfahrungen der Beschäftigten mit dem Umgang mit den Drohnen und die Wirksamkeit der festgelegten Schutzmaßnahmen ausgewertet und es werden gemeinsam Verbesserungsmaßnahmen festgelegt.

- Sicherstellen, dass nur geprüfte Drohnen eingesetzt werden und die Prüffristen für Drohnen festlegen (mindestens jährlich durch eine zur Prüfung befähigte Person und mindestens alle vier Jahre durch Prüfsachverständige²² – Gebrauchsanleitung des Herstellers muss Angaben zur Wartung und Instandhaltung enthalten).
 - Sicherstellen, dass die Drohnenflüge dokumentiert werden – zum Beispiel in einem Flugbuch mit Informationen unter anderem zu Namen des Drohnenführers, des Drohnen-Modells, Datum, Ort und Uhrzeit von Start und Landung, Anlass des Fluges.
 - Ausreichende Haftpflichtversicherung abschließen.²³
- Regelungen zum Einsatz und zum Umgang mit Drohnen**
- Für den sichereren Einsatz der Drohne sind unter anderem folgende Rahmenbedingungen einzuhalten:
- Beim Einsatz vor Ort Aufstiegsge-
nehmigung des Grundstückseigen-
tümers beziehungsweise der Be-
zirksregierung einholen.²⁴
 - Flüge ab 10 kg bei der Polizei an-
melden.
 - Vor jedem Einsatz der Drohne vor
Ort eine gründliche Sicht- und Funk-
tionskontrolle durchführen.
 - Jeden Einsatz dokumentieren (im
Flugbuch).
 - In Teambesprechungen Probleme
beim Einsatz der Drohne und der
Nutzung der Daten ansprechen und
gemeinsam Verbesserungsmaß-
nahmen festlegen und umsetzen.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

<p>BDStG – <i>Bundesdatenschutzgesetz</i>, 30.06.2017.</p> <p>BetrSichV – <i>Betriebssicherheitsverordnung</i>, 18.10.2017.</p> <p>BG ETEM; VBG (2017). <i>Kamerabewegungssysteme</i> – Fachinformation der BG ETEM und der VBG – Version 1.0/2017-01, Hamburg: VBG – Verwaltungs-Berufsgenossenschaft.</p> <p>BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017a). <i>Klare Regeln für Betrieb von Drohnen</i>. http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/LR/151108-drohnen.html. Zugriffen: 11.04.2018</p> <p>BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017b). <i>Die neue Drohnen-Verordnung – Ein Überblick über die wichtigsten Regeln</i>. (Flyer). Berlin: BMVI.</p> <p>DS GVO – <i>Datenschutz-Grundverordnung</i>, 04.05.2016.</p> <p>BG ETEM (2017). Unbemannte Luftfahrtsysteme: Sicher fliegen. In BG ETEM (Hrsg.), <i>Magazin für Prävention, Rehabilitation und Entschädigung</i>. 2.2017, S. 21–23. http://www.bgetem.de/redaktion/medien-service/</p>	<p>dokumente-und-dateien/etem/pdf/etem-2-2017-ausgabe-elektro-feinmechanik.pdf. Zugriffen: 11.04.2018.</p> <p>BDL – Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft e.V. (Hrsg.) (2016). <i>Zivile Drohnen. Positionspapier</i>. https://www.bdl.aero/download/2124/bdl-positionspapier-zu-drohnen.pdf. Zugriffen: 11.04.2018.</p> <p>Deutsche Flugsicherung (2017). <i>Flugmodelle/„Drohnen“</i>. Abgerufen am 11. April 2018 von https://www.dfs.de/dfs_homepage/de/Defaults/Suchergebnis/?searchResult=true&offset=1&query=Drohnen++nutzen. Zugriffen: 11.04.2018.</p> <p>Deutsches Institut für Normung (2016). <i>DIN-Normenausschuss Luft und Raumfahrt (NL)</i>. https://www.din.de/blob/76620/b5a74117092e04b7b05e8b211c2319be/nl-image-broschuere-data.pdf. Zugriffen: 11.04.2018.</p> <p>DGUV (2016). <i>Unbemannte Luftfahrtsysteme – UAS (Drohnen)</i>. https://www.bg-verkehr.de/redaktion/medien-und-downloads/informationen/branchen/post-logistik/fachinformation-unbemannte-luftfahrtsysteme.pdf</p>
---	---

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen

²² vgl. u. a. BG ETEM; VBG 2017, S. 31

²³ Ein unbemanntes Fluggerät darf erst und nur dann in Betrieb genommen werden, wenn der Betreiber zweifelsfrei über einen ausreichenden Versicherungsschutz (Mindestdeckung 1.500.000 €) verfügt (vgl. BG ETEM; VBG 2017, S. 24)

²⁴ Bei der Erteilung der Aufstiegs-erlaubnis wird unterschieden zwischen UAV mit einem Abfluggewicht unter 10 kg und solchen über 10 kg. Bei Geräten unter 10 kg kann unter bestimmten Auflagen eine zweijährige Aufstiegs-erlaubnis für das jeweilige Bundesland erteilt werden. Bei einem Abfluggewicht von über 10 kg muss generell eine Einzelerlaubnis für einen bestimmten und verhandelbaren Zeitraum und für ein bestimmtes kleinräumiges Fluggebiet beantragt werden (vgl. BG ETEM; VBG 2017, S. 24)

3.1.4 Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie



■ **Stichwörter:** Anlagen, Beschaffung, Betriebssicherheit, Gesamtheit von Maschinen, Konformitätserklärung

› Warum ist das Thema wichtig?

Bestandteil von cyber-physischen Systemen (CPS)¹ sind in Arbeitsprozessen oft Arbeitsmittel, die untereinander Daten austauschen und sich gegenseitig beeinflussen und ganz oder teilweise steuern. Dies kann in allen Anwendungsbereichen² geschehen, als autonomer Datenaustausch zwischen zwei Arbeitsmitteln oder

als Bestandteil einer gegebenenfalls umfangreichen Verkettung von Arbeitsmitteln und Arbeitsprozessen („Gesamtheit von Maschinen“ nach Maschinenrichtlinie). Diese gegenseitige Verkettung und Beeinflussung basiert in 4.0-Prozessen³ auf autonomer und selbstlernender intelligenter Software⁴ mit ihren Modellen der

künstlichen Intelligenz (KI). In diesen Prozessen trifft sie eigenständig Entscheidungen und beeinflusst damit auch die Sicherheit der Prozesse. Aus diesem Grund sollten die Sicherheitsaspekte verketteter Arbeitsmittel besonders beachtet werden.

In dieser Umsetzungshilfe werden keine überwachungsbedürftigen Anlagen behandelt.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Verkettete Arbeitsmittel – Gesamtheit von Maschinen

Unter **verketteten Arbeitsmitteln** werden hier Arbeitsmittel mit 4.0-Technologie⁵ verstanden, die über CPS und intelligente Software (inkl. KI) Daten austauschen, kommunizieren und zusammenarbeiten. Das kann eine einfache Verkettung sein wie ein Abstimmungsprozess zwischen zwei Arbeitsmitteln an einem Arbeitsplatz. Das können aber auch umfangreiche Verkettungen sein wie die Gesamtsteuerung von mehreren Maschinen als sogenannte „Gesamtheit von Maschinen“. Bei der Verkettung sind spezielle zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen erforderlich. Die Grenze zwischen einfa-

cher und umfangreicher Verkettung von Arbeitsmitteln ist nicht immer eindeutig zu ziehen. Deswegen ist bei jeder Verkettung zu überprüfen, ob es sich um eine „Gesamtheit von Maschinen“ (nach Maschinenrichtlinie) handelt.

Unter **Gesamtheit von Maschinen**⁶ werden (nach § 2 der Maschinenrichtlinie) mehrere Maschinen (Arbeitsmittel) verstanden, die zusammenwirken und so angeordnet sind und betätigt werden, dass sie als Gesamtheit funktionieren. Eine Gesamtheit bilden die Maschinen,

■ wenn ein produktionstechnischer Zusammenhang besteht wie die zusammenhängende Aufstellung, gemeinsame Herstellung eines Pro-

duktes, übergeordnete funktionale Steuerung

und

■ wenn ein sicherheitstechnischer Zusammenhang besteht, also beispielsweise ein Ereignis an einer Maschine zu einer Gefährdung an einer anderen Maschine führt (dann muss zum Beispiel eine Not-Halt-Einrichtung alle Maschinen stillsetzen, auch wenn nur von einer eine Gefahr ausgeht).

Handelt es sich um eine „Gesamtheit von Maschinen“, ist dafür eine Zertifizierung (CE-Konformitätserklärung) erforderlich und die funktionale Sicherheit herzustellen.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud) **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁴ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁵ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁶ BMAS 2011

Bei mit 4.0-Technologien verketteten Arbeitsmitteln sind immer die Maßnahmen der Umsetzungshilfe 3.1.1 zugrunde zu legen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 3.1.1 Betriebssicherheit der cyber-physischen Systemen (CPS).*

Verkettung von Arbeitsmitteln

Bei Arbeitsmitteln, die mit 4.0-Technologie verkettet sind, arbeiten die Steuerungssysteme (CPS/ Verwaltungsschalen) der einzelnen Arbeitsmittel mit der Steuerungssoftware des Gesamtsystems der verketteten Anlagen zusammen beziehungsweise die Einzelsysteme der Arbeitsmittel ergeben durch Verkettung ein gesamtes Funktionssystem. Dabei ist zu überlegen, welche (Einzel-)CPS der einzelnen Arbeitsmittel benötigt werden und wie sich die einzelnen Steuerungssysteme/CPS zueinander orientieren.

Beim Einsatz von Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie sollte der Unternehmer oder der Beschaffer immer analysieren, welche Daten das Arbeitsmittel erfasst, speichert, weiterleitet, wie diese Daten verarbeitet werden und wie sie sich auf die anderen Komponenten auswirken. So lässt sich auch feststellen, ob das Arbeitsmittel mit anderen Arbeitsmitteln Daten austauschen soll/kann beziehungsweise austauscht und wie diese für den Betrieb und die Arbeitsprozesse genutzt werden. Dies ist die Voraussetzung, um mit 4.0-Technologie Arbeitsmittel zu verketteten und damit Arbeitsprozesse produktiver, aber auch sicherer und gesundheitsgerechter gestalten zu können.

Damit die 4.0-Technologien die Arbeitsmittel untereinander autonom verketteten können, müssen sie „die selbe Sprache sprechen“ (Ontologien), die die steuernde intelligente Software (inkl. KI) der Arbeitsmittel versteht und verarbeiten kann. Dabei sollte der Betrieb unter anderem untersuchen,⁷ wie die Koordination zwischen den Arbeitsmitteln beziehungsweise die komplette oder teil-

weise Steuerung der Arbeitsmittel über das Steuerungssystem (CPS) erfolgen soll. Oft handelt es sich bei der Verkettung um Arbeitsmittel mit unterschiedlicher Programmiersprache. Damit können Steuerungsprofile der intelligenten Software (inkl. KI) unterschiedlich sein. Außerdem können die unterschiedlichen Arbeitsmittel unterschiedliche Arbeitsprofile abdecken. Insofern sollte überprüft werden, ob die zur Verfügung stehenden Arbeitsmittel die Anforderungen an die Verkettung erfüllen (zum Beispiel Schnittstellen der Programmierung).

Auch der Aspekt, welche der benötigten Arbeitsschritte einzelner Arbeitsmittel für den reibungslosen Ablauf des Gesamtsystems softwaretechnisch erforderlich sind und wie die Zusammenarbeit der Arbeitsmittel gestaltet sein muss, spielt eine Rolle (zum Beispiel Übergabe einer Komponente von einem Roboter an den nächsten). Berücksichtigt werden sollte bei der Planung der Verkettung auch, ob die Systeme den Bedien- und Wartungspersonen angemessene und ausreichende Informationen liefern und in welchem Format diese ausgegeben werden. Dies kann zur Folge haben, dass entsprechende Assistenzsysteme wie Tablets oder Datenbrillen angeschafft und in die Systeme der verketteten Arbeitsmittel integriert werden müssen.

Bei der Planung der verketteten Anlage ist zu reflektieren, ob die verketteten Arbeitsmittel mit anderen Steuerungssystemen im Betrieb, etwa Materialorganisation, Controlling oder Logistik, zusammenarbeiten oder auch auf welche Weise Dritte (zum Beispiel Kunden, Lieferanten, Hersteller, Wartungsdienste) in die Arbeitsabläufe der verketteten Anlage eingreifen sollen/können. Ebenfalls ist zu analysieren, wie die Daten der verketteten Anlage mit weiteren Plattformen und vergleichbaren Netzen verbunden sind und welche weitergehende Kommunikation, weiteren Anwendungen und Prozesse in diesem Zusammenhang erfolgen (Cybersicherheit).

Bei der Verkettung von Arbeitsmitteln über 4.0-Technologien sind immer sicherheitstechnische Aspekte zu berücksichtigen. Über CPS verkettete komplett oder teilweise gesteuerte Arbeitsmittel können immer dann, wenn es Schnittstellen zu Handlungen von Personen gibt, zu Gefährdungen führen, die diese Personen eventuell nicht beeinflussen können. Insofern sind bei Verkettungen von Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologien unter anderem folgende Aspekte des Arbeitsschutzes zu beachten:⁸

- Gefährdungsbeurteilung zu Arbeiten mit durch 4.0-Technologien verketteten Arbeitsmitteln
- Ergonomische Einrichtung und Aufstellung der verketteten Arbeitsmittel
- Wechselwirkungen zwischen Arbeitsmitteln (zum Beispiel elektromagnetische), die die Betriebssicherheit beeinflussen können
- Eingriffs- und Interventionsmöglichkeiten in die verketteten Arbeitsmittel durch Personen (Not-Aus-Einrichtung)
- Betriebsanweisungen zu einzelnen und verketteten Komponenten und Arbeitsanweisungen
- Information der Führungskräfte und Beschäftigten über die Funktionen und die Bedienung der verketteten Arbeitsmittel
- Unterweisung der Führungskräfte und Beschäftigten im sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit den verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie

Umfangreiche Verkettung von Arbeitsmitteln (Gesamtheit von Maschinen)

Der produktionstechnische und sicherheitstechnische Zusammenhang ist beim Einsatz von 4.0-Technologien (wie Sensoren/Aktoren, intelligenter Software/CPS) zunehmend gegeben. Zudem verketteten autonome und selbstlernende Softwaresysteme Arbeitsmittel selbstständig und flexibel, sodass immer wieder neue „Gesamtheiten“ entstehen.

⁷ Hoppe 2014, S. 266ff.

⁸ Kring 2018

Daraus leiten sich spezielle Schutzmaßnahmen ab, die durch den Betreiber abzusichern sind. Beispielsweise kann ein Unternehmer, der mehrere Arbeitsmittel über 4.0-Technologien verkettet, zum Hersteller oder Inverkehrbringer werden, wenn er dadurch eine neue funktionale Gesamtheit herstellt. Dann muss er als wesentliche Maßnahme die Anforderungen an das „Inverkehrbringen von Arbeitsmitteln“ beachten, etwa die Herstellung der CE-Konformität. Mit der CE-Kennzeichnung dokumentiert der Hersteller selbst, dass die mit 4.0-Technologie verketteten Arbeitsmittel die für den Betrieb notwendigen Sicherheitsstandards erfüllen.⁹

Insofern sollten Unternehmer bei Verkettungen von Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologien immer überprüfen, ob es sich um eine Gesamtheit von Maschinen im Sinne der Maschinenrichtlinie handelt. Dann sind sie als Hersteller in der Pflicht, die Konformität sicherzustellen. Anforderungen an eine Überprüfung bezüglich der Konformität umfassen die Fragen:

- Handelt es sich um ein verkettetes Arbeitsmittel?
- Wenn ja, welche sicherheitstechnischen Abhängigkeiten bestehen?
- Welche Konsequenzen ergeben sich aus der Bewertung der sicherheitstechnischen Abhängigkeiten?

Intelligente Software (inkl. KI) ermöglicht es, die Absicherung der si-

cherheitstechnischen Anforderungen in das System der verketteten Arbeitsmittel zu integrieren. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass die Sicherheitsanforderungen innerhalb der 4.0-Technologie (im Komponentenmanager der Verwaltungsschale) als Sicherheitsprofile definiert und abgelegt werden. Diese Profile ermöglichen es dann, sicherheitstechnische Teilkonzepte zu entwickeln und zu überprüfen, die für die Herstellung der Konformität der Gesamtheit der Maschinen hilfreich sind.

Voraussetzung ist, dass die Profile mit den Sicherheitsfunktionen in allen verketteten Arbeitsmitteln des Verbundes implementiert sind. Sollten im Verbund der verketteten Arbeitsmittel einzelne Arbeitsmittel vorhanden sein, die eines der benötigten Profile mit den Sicherheitsfunktionen nicht implementiert haben oder deren Profil veraltet ist, muss befähigtes Personal die nicht vollständig abgedeckten Sicherheitsrisiken bewerten. Diese von Personen vorgenommenen Bewertungen der nicht durch die 4.0-Technologie selbst als sicher eingestuften Arbeitsmittel und Arbeitsprozesse sollten dann zentral gespeichert werden. Diese festgestellten sicherheitstechnischen Anforderungen können dann in die bestehende 4.0-Technologie (Verwaltungsschale) der verketteten Arbeitsmittel beziehungsweise in das spezielle Arbeits-

mittel aufgenommen werden. Sie stehen zukünftig als neu hinterlegte Sicherheitsparameter zur Verfügung.

Bei den komplexen mit 4.0-Technologie verketteten Arbeitsmitteln, die als „Gesamtheit der Maschinen“ gelten, ist zur Zertifizierung eine Risikobeurteilung vorzunehmen, die ebenfalls in die Sicherheitsprofile der einzelnen Arbeitsmittel integriert werden könnte. Dabei ist darauf zu achten, dass das Sicherheitsprofil Not-Halt im Steuerungssystem der verketteten Arbeitsmittel sowie in jedem einzelnen Arbeitsmittel enthalten ist. Die Not-Halt-Funktion muss zwingend in jedem Modul vorhanden sein. Diese wirkt auf das Modul selbst und auf die gesamte Linie der verketteten Arbeitsmittel.

Bei allen Fragen der Integration der Sicherheitsprofile in die Arbeitsmittel verketteter Systeme ist auch zu beachten, dass die 4.0-Technologie gegebenenfalls die Arbeitsmittel ständig neu verkettet und zusammenstellt und somit vorab nicht abgeschätzt werden kann, welche Anlagenkonfigurationen in der Zukunft benötigt werden. Unterschiedliche Sicherheitsprofile (Protokolle) der einzelnen verketteten Arbeitsmittel verschiedenster Anbieter am Markt können die Überschaubarkeit aller möglichen Interaktionen zwischen Arbeitsmitteln und Anwendungen erschweren. Beide Aspekte müssen bei der Planung berücksichtigt werden.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen von mit 4.0-Technologie verketteten Arbeitsmitteln können unter anderem sein:

- Die 4.0-Technologie verkettet die Arbeitsmittel autonom und bedarfsgerecht in kürzester Zeit (teilweise beinahe in Echtzeit).
- Arbeitsprozesse der verketteten Arbeitsmittel können flexibel, schnell und produktiv gestaltet werden.
- Die 4.0-Technologie kann bei komplexen Anlagen (Gesamtheit von Maschinen) die Zertifizierung oder

Teile davon automatisch vornehmen.

- Arbeitsprozesse können sicherer und gesundheitsgerechter gestaltet werden, da die Risikobeurteilung teilweise in die 4.0-Technologie integriert ist und diese im laufenden Prozess Schutzmaßnahmen festlegt und umsetzt.

Gefahren von mit 4.0-Technologie verketteten Arbeitsmitteln können unter anderem sein:

- Die mit 4.0-Technologie verketteten Arbeitsmittel und deren intelligente Software (inkl. KI) erfüllen nicht die sicherheitstechnischen Anforderungen.
- Mit 4.0-Technologie im Prozess bedarfsgerecht komplex verkettete Arbeitsmittel (Gesamtheit von Maschinen) erfüllen nicht die europäische Konformität.
- Führungskräfte und Beschäftigten haben bei den verketteten Arbeitsmitteln keine Möglichkeit zu inter-

⁹ Der CE-Selbstzertifizierungsprozess umfasst für den Hersteller der verketteten Arbeitsmittel nach Maschinenrichtlinie folgende Pflichten: Risikobeurteilung, Maschinenkennzeichnung, Betriebsanleitung, Konformitätserklärung, CE-Kennzeichnung, technische Dokumentation (umfassende Darstellung in BG ETEM o. J.)

- venieren (zum Beispiel Not-Aus).
- Führungskräfte und Beschäftigte sind nicht über die Möglichkeiten der mit 4.0-Technologien verketteten Arbeitsmittel informiert und nicht im Umgang mit ihnen trainiert und unterwiesen.
- Die Datensicherheit der mit 4.0-Technologie verketteten Arbeitsmittel ist nicht geregelt.
- Wenn der Zugriff Dritter auf die einzelnen Arbeitsmittel oder die Gesamtheit der Maschinen nicht geregelt ist, können Gefahren für die Betriebssicherheit entstehen.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Neben den allgemeinen Maßnahmen zur Betriebssicherheit (› siehe *Umsetzungshilfe 3.1.1. Betriebssicherheit der CPS*) sind bei mit 4.0-Technologien verketteten Arbeitsmitteln unter anderem folgende Maßnahmen¹⁰ zu empfehlen:

Planung und Vorbereitung der Verkettung von Arbeitsmitteln

- Überprüfen, ob bestehende oder zu beschaffende Arbeitsmittel mit intelligenter Software (inkl. KI) verkettet sind oder ob diese nachgerüstet werden können (zum Beispiel Einbau weiterer Sensoren und Aktoren).
- Überprüfen, welche eigenständigen Verkettungen und Konfigurationen zwischen Arbeitsmitteln durch die autonome und selbstlernende Steuerungssoftware möglich sind.
- Überprüfen, ob die verketteten Arbeitsmittel eine komplexe Verkettung („Gesamtheit der Maschinen“) darstellen und somit zusätzliche Anforderungen durch den Betreiber einzuhalten sind.
- Überprüfen, wie die Daten des smarten Arbeitsmittels mit weiteren Plattformen und vergleichbaren Netzen verbunden sind und welche weitergehende Kommunikation, weiteren Anwendungen und Prozesse in diesem Zusammenhang erfolgen (Cybersicherheit).
- Vor dem Kauf von verketteten Maschinen und Arbeitsmitteln im Kaufvertrag regeln, wer für die Konformität der Gesamtanlage verantwortlich ist und welche Richtlinien zur Anwendung kommen.
- Ein Verfahren festlegen, wie die erforderliche Zertifizierung (Konformitätserklärung) realisiert werden kann.

- Festlegen, welche Bereiche der Zertifizierung durch die verketteten Arbeitsmittel selbst automatisch erfolgen können und inwieweit und für welche Module, Teile und Arbeitsmittel Personen die Zertifizierung übernehmen müssen.
- Überprüfen, ob die Zertifizierung vollständig ist und ob die erforderlichen Unterlagen vollständig erstellt werden können (zum Beispiel Risikobeurteilung, Konformitätserklärung der Gesamtanlage, CE-Zeichen, Betriebsanleitungen, technische Unterlagen wie Schaltpläne). Auch festlegen, wie die erforderlichen Unterlagen dokumentiert werden sollen (durch Personen oder automatisch durch die Arbeitsmittel).
- Bei der Planung und Beschaffung Betriebssicherheit, psychische/ physische Belastungen der Beschäftigten und Datensicherheit/-schutz berücksichtigen (zum Beispiel Anforderungen des Schutzkonzeptes im Lastenheft¹¹ definieren).
- Bei der Einrichtung von mit 4.0-Technologien verketteten Arbeitsmittel die Fachkraft für Arbeitssicherheit und den Datenschutzbeauftragten einbeziehen.
- Die Erfahrungen der Führungskräfte und Beschäftigten bei der Planung der mit 4.0-Technologien verketteten Arbeitsmittel berücksichtigen.
- Die Führungskräfte und Beschäftigten über die Funktionen und die Bedienung der verketteten Arbeitsmittel mit 4.0-Technologien informieren, einweisen und trainieren.

Gestaltung der Verkettung von Arbeitsmitteln

- Überprüfen, welche (4.0-Technolo-

gie-) Schnittstellen die Arbeitsmittel besitzen und wie diese untereinander kommunizieren können.

- Festlegen, welche Schnittstelle es zwischen den Arbeitsmitteln gibt beziehungsweise geben soll.
- Festlegen, wie die Koordination zwischen beziehungsweise die (Teil-)Steuerung der Arbeitsmittel über das Steuerungssystem (CPS) erfolgen soll – zum Beispiel Vollständigkeit der Aufgabeninhalte, Prozessstrukturen, Ablaufsequenzen, benötigte Operationen für den Ablauf, Übergabesituationen, angemessene und ausreichende Information der Bedienpersonen.
- Festlegen, in welchem Prozess die verketteten Arbeitsmittel zusammenarbeiten beziehungsweise welche Prozesse integriert werden sollen – zum Beispiel Materialfluss, Fertigungsschritte, Informationsfluss.
- Analysieren, was bei der Verbindung von mehreren Steuerungssystemen (CPS) zu beachten ist – (zum Beispiel, welche [Einzel-] CPS der einzelnen Arbeitsmittel benötigt werden, Orientierung dieser CPS zueinander, Verbindung zu anderen Steuerungssystemen im Betrieb wie Materialorganisation, Logistik, Kunden, Betriebssicherheit).
- Prüfintervalle und -umfänge sowie Qualifikation des Prüfpersonals festlegen.
- Vorgehensweise festlegen, wie bei der Ermittlung einer Störungursache vorgegangen wird. Sicherstellen, dass Störungen und deren Ursachen protokolliert und ausgewertet werden können. Überprüfen, ob dies über die Datenprofile der Arbeitsmittel automatisch erfolgen kann.

¹⁰ nach BGHM 2013; BG Metall Nord-Süd 2005; BMAS 2011; DIN EN ISO 11161:2010-10; Hoppe 2014; Kring 2018; Technologie-Initiative SmartFactory KL e. V. 2018

¹¹ Das Lastenheft für die Software wird in der Regel vom Auftraggeber verfasst, das Pflichtenheft vom Auftragnehmer. Das Pflichtenheft wird mit dem Auftraggeber abgestimmt. Auftraggeber und Auftragnehmer berücksichtigen dabei auch, in welche Richtungen die Software weiterlernt.

Umgang mit Daten

- Überprüfen, welche Arbeitsmittel welche Daten erheben und verarbeiten, wie Arbeitsmittel verknüpft werden können und welche Möglichkeiten für die Arbeitsprozesse in dieser Verkettung liegen.
- Überprüfen, welche Daten in welchem Format die Arbeitsmittel bereits erheben.
- Festlegen beziehungsweise überprüfen, wo die Daten gespeichert sind und das Steuerungssystem (CPS) agieren soll – zum Beispiel durch eine Lösung innerhalb der Arbeitsmittel (imbedded), auf der Cloud des Betriebes, eines Dienstleisters oder Herstellers. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud.*
- Festlegen, welche Qualität der Daten erforderlich ist, um sichere und verlässliche Verbindungen und Prozesse zwischen den Arbeitsmitteln zu garantieren – zum Beispiel Erhebung und Verarbeitung aller Daten, die für die Verkettung und (Teil-)Steuerung erforderlich sind, keine fehlerhaften Rückmeldungen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*
- Die Datensicherheit sicherstellen, um keine unberechtigten Eingriffe auf die Daten und die Abläufe zu ermöglichen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.*
- Mit Herstellern/Dienstleistern die Zugriffsrechte auf die Daten festlegen.
- Überprüfen, ob die verketteten Arbeitsmittel personenbezogene Daten erheben – zum Beispiel der Bediener, des Wartungspersonals), wie diese Daten für wirkungsvolle Arbeitsprozesse genutzt werden

können und wie die Schnittstellen zwischen Mensch und Arbeitsmittel gestaltet sind.

- Werden personenbezogene Daten von den verketteten Arbeitsmitteln erhoben, den Umgang mit diesen Daten mit den Betroffenen und der Interessenvertretung vereinbaren. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*
- Überprüfen, ob noch weitere Daten von den Arbeitsmitteln erhoben werden sollen, um sie in dem (Teil-)Steuerungsprozess der verketteten Arbeitsmittel nutzen zu können (zum Beispiel Daten zum Fertigungsprozess selbst, zu Bedienpersonen, zur Qualitätssicherung, zur Sicherheit). Ist das der Fall, festlegen, wie dies realisiert werden kann (zum Beispiel Einbau weiterer Sensoren und Aktoren).

Betriebssicherheit und funktionale Sicherheit (in Bezug auf CE-Konformität)

- Analysieren, welche Gefährdungen für Personen infolge des Zusammenwirkens der einzelnen Arbeitsmittel mit 4.0-Technologien entstehen können. Gegebenenfalls Schutzmaßnahmen und Sicherheitsvorkehrungen, die beim Bedienen und bei Instandhaltungsarbeiten notwendig sind, sowie Fristen für die Wirksamkeitsüberprüfung festlegen (Gefährdungsbeurteilung). ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0; 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS.*
- Untersuchen, in welchen Betriebszuständen welche Personengruppen welche Tätigkeiten mit den verketteten Arbeitsmitteln auszuführen haben und wie diese

Mensch-Arbeitsmittel-Schnittstelle gestaltet wird, damit keine Gefährdungen entstehen können.¹²

- Festlegen, wie die verketteten Arbeitsmittel mit 4.0-Technologien ergonomisch aufgestellt und eingerichtet werden (zum Beispiel erforderliche Kennzeichnungen, Warnsignale, ergonomische Anzeigen, gute Erreichbarkeit, keine Zwangshaltung beim Umgang mit dem Arbeitsmittel, geeignete Platzierung von unter Druck stehenden Arbeitsmitteln).
- Sicherstellen, dass die Steuerung verketteter Arbeitsmittel mit 4.0-Technologien nicht durch elektromagnetische Wechselwirkungen zwischen Arbeitsmitteln gestört werden kann.
- Festlegen, wie beteiligte Personen in die verketteten Arbeitsmittel eingreifen und intervenieren können (zum Beispiel Not-Aus-Funktion bei Störungen, Unfällen, Interventionsmöglichkeiten bei Über-/Unterforderung des Bedieners, bei fehlenden Informationen).
- Festlegen, wie Dritte (zum Beispiel Hersteller, Dienstleister) in die verketteten Arbeitsmittel eingreifen können.
- Die Arbeitsaufgaben, die Abläufe und die Schutzmaßnahmen beim Umgang mit den mit 4.0-Technologien verketteten Arbeitsmitteln festlegen und beschreiben (zum Beispiel in einer Betriebsanweisung, Arbeitsanweisung).
- Die Beschäftigten im sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit den mit 4.0-Technologien verketteten Arbeitsmitteln unterweisen.
- Zugänge in Gefahrenbereiche zum Beispiel mit Sensoren und Aktoren sichern.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

BG ETEM – Berufsgenossenschaft Energie, Textil, Elektro, Medienerzeugnisse (o. J.). *Voraussetzungen für das Inverkehrbringen von Maschinen in den Europäischen Wirtschaftsraum*. Köln:

BG ETEM. http://dp.bgetem.de/pages/service/download/medien/BG_413_DP.pdf. Zugegriffen: 31.08.2018.

BGHM – Berufsgenossenschaft Holz und Metall (2013): *Verkettete Anlagen*. Infor-

mation 07/2013. Mainz: BGHM.

BG Metall Nord-Süd (2005). *Verkettete Anlagen*. Der Betriebsleiter (3), S. 5.

BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2011). *Interpretationspapier*

¹² u. a. nach DIN EN ISO 11161:2010-10 und TRBS 1151

zum Thema „Gesamtheit von Maschinen“. GMBI, Nr. 12 05/2011, Berlin.

DIN EN ISO 11161. (2010). *Sicherheit von Maschinen – Integrierte Fertigungssysteme – Grundlegende Anforderungen*: Berlin: Beuth Verlag.

Hoppe, G. (2014). High-Performance Automation verbindet IT und Produktion. In T. Bauernhansl, M. ten Hompel, & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), *Industrie 4.0 in Produktion- Automatisierung und Logistik* (S. 249–275). Wiesbaden: Springer Vieweg.

Kring, F. (2018). *Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung von verketteten Maschinen*. <https://www.weka-manager-ce.de/KONFORMITAETSERKLAERUNG/KONFORMITAETSERKLAERUNG-CE-KENNZEICHNUNG-VERKETTETE-MASCHINEN/>. Zugegriffen: 12.08.2018.

TRBS 1151 – Technische Regeln für Betriebssicherheit. (2015). *Gefährdungen an der Schnittstelle Mensch – Arbeitsmittel – Ergonomische und menschliche Faktoren, Arbeitssystem*. Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales.

Technologie-Initiative SmartFactory KL e.V. (Hrsg.). (2018). *Safety an modularen Maschinen*. Whitepaper SF-3.1: 04/2018, Kaiserslautern.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 2.1.4 4.0-Prozesse und agiles kooperatives Change Management
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS

3.1.5 Sicherheit autonom fahrender Fahrzeuge



■ **Stichwörter:** (teil-)autonomes Fahren, Daten, Software entscheidet, Mensch-Maschine-Übergabe

› Warum ist das Thema wichtig?

Selbstfahrende Fahrzeuge werden in der Arbeitswelt in 4.0-Prozessen¹ eingesetzt und sind im öffentlichen Verkehr in der Erprobung.² Durch CPS³ und intelligente Software⁴ mit ihren Modellen künstlicher Intelligenz (KI) gesteuert können sie teilautonom oder autonom Arbeits- und Fahraufgaben

erledigen. Autonomes Fahren kann den Fahrzeugführer entlasten, assistieren oder diesen teilweise oder ganz ersetzen und die Produktivität von Arbeitsabläufen erhöhen.⁵ Autonom fahrende Fahrzeuge müssen eine Reihe von Anforderungen erfüllen. Sie müssen verlässlich und sicher mit Men-

schen interagieren und in die Arbeitsabläufe integriert werden. Außerdem muss die Fahrzeugtechnik betriebssicher zu bedienen, der Datenaustausch und die Sensorik unterbrechungsfrei abgesichert und die Technologie gegen Angriffe von außen oder unberechtigte Nutzung durch Dritte geschützt sein.⁶

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Autonom fahrende Fahrzeuge

Unter autonom fahrenden Fahrzeugen werden hier Fahrzeuge verstanden, die mit bordeigenen Sensoren und intelligenter Software (im Fahrzeug sowie in Clouds) die Fahrzeu-

gumgebung selbstständig und zielgerichtet erfassen und eigenständig fahren.⁷ Beim autonomen Fahren übernimmt die 4.0-Technologie⁸ des Fahrzeugs auch die anderen Aufgaben eines menschlichen Fahrers wie das Lenken, Bremsen, Beschleunigen.⁹

Autonom fahrende Fahrzeuge sind selbstlernende technische Systeme. Autonome Fahrtechnologie wird beispielsweise eingesetzt in Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Traktoren, Staplern, Erdbaumaschinen, Bussen oder Militärfahrzeugen.

Autonom fahrende Fahrzeuge können teilautonom oder vollautonom¹⁰ agieren (siehe Tabelle 1).

Das automatisierte und autonome Fahren hat Anfang des Jahrtausends mit Assistenzsystemen (Stufe 1, Tabelle 1) begonnen. Sie unterstützen den Fahrer in bestimmten Situationen. Bis einschließlich Stufe 3 muss der Fahrer potenziell in der Lage sein, zu übernehmen. Ab Stufe 3 muss der Fahrer

nicht mehr dauerhaft auf der Hut sein. Erst ab dieser Stufe kann von autonomem Fahren gesprochen werden.¹¹ Hier erkennt die Software auch selbstständig die Leistungsgrenzen, wenn die Umgebungsbedingungen nicht mehr dem Funktionsumfang der 4.0-Technologie entsprechen. Dann wird der Fahrer aktiv aufgefordert, das Steuer zu übernehmen. Ab Stufe 4 muss der Fahrer das System nicht mehr überwa-

chen. Das Fahrzeug meistert das Fahren auch in vielen Problemfällen ohne menschlichen Eingriff. Erst bei Stufe 5 ist das tatsächlich fahrerlose Fahren erreicht. Hier ist von Start bis Ziel kein Fahrer erforderlich.

Bei Nutzfahrzeugen, die betrieblich genutzt werden, werden bereits Fahrzeuge der Stufe 5 eingesetzt. Autonom fahrende Fahrzeuge werden derzeit beispielsweise in der Lagerlogistik,¹²

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

² VDI 2016; VDA 2015, S. 19

³ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

⁴ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁵ Ethik-Kommission 2017, S. 6. Die Ethik-Kommission „Automatisiertes und Vernetztes Fahren“ hat für Politik und Gesetzgebung erste Leitlinien für selbstfahrende Fahrzeuge im öffentlichen Raum entwickelt, die eine Zulassung dieser Fahrsysteme erlauben, aber im Hinblick auf Sicherheit, menschliche Würde, persönliche Entscheidungsfreiheit und Datenautonomie besondere Anforderungen stellen.

⁶ Bitkom 2018

⁷ VDA 2015, S. 12

⁸ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁹ Bühler & Rohleder 2018; VDA 2015, S. 19

¹⁰ VDA 2015, S. 19

¹¹ Kurz 2018

¹² Das sind beispielsweise fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) ohne Fahrersitz und Lenkrad. Sie transportieren innerhalb eines Anwendungsbereichs zum Beispiel Güter in Logistikzentren, auf Betriebshöfen, in Häfen oder bei Stückgut-Herstellern, Montagelinien in der Serienmontage.

auf Baustellen,¹³ in der Produktion oder in der Landwirtschaft genutzt. Diese Systeme sind an bestimmte Orte gebunden und unterliegen strengen Geschwindigkeitsregelungen. Sie fahren da, wo die Wege klar definiert und für die Fahrzeuge berechenbar sind (wie im Warenlager).¹⁴ Auch kann bei betrieblicher Nutzung die Intervention durch Dritte kontrolliert werden. Zudem können alle Beteiligten über Risiken aufgeklärt und unterwiesen werden.¹⁵ Da die Bedingungen der stationären Arbeitsumgebung (geschlossene Areale, bestimmbarer Personenkreis) verlässlicher kontrollierbar sind, schreitet die innerbetriebliche Nutzung autonom fahrender Fahrzeuge schneller voran als im öffentlichen Straßenverkehr.

Bestandteil von autonom fahrenden Fahrzeugen ist die Vernetzung der Fahrzeuge untereinander (Car-to-Car/C2C) sowie mit der Infrastruktur (wie Ampelanlagen oder Verkehrsleitsystemen, Arbeitsmitteln und Räumen/Arbeitsplätzen, Car-to-Infrastructure/C2I). Damit kann ein Fahrzeug in Bruchteilen von Sekunden von der Arbeitsumgebung, vorausfahrenden Fahrzeugen oder von Verkehrsleitsystemen Informationen, zum Beispiel über Gefahrensituationen, sammeln und diese beinahe in Echtzeit verarbeiten.¹⁶ Informationen können an Fahrzeuge oder andere Dinge in der Umgebung weitergegeben werden. Das Fahrzeug kann so selbstständig eine Gefahrenstelle berücksichtigen und sie umfahren, ohne dass die eigenen Sensoren diese erkannt haben. Informationen über Situationen, die nicht vollständig durch die Fahrzeugsensoren erfasst werden, können durch die vernetzte Kommunikation der Fahrzeuge untereinander oder mit der Infrastruktur ergänzt werden – zum Beispiel bei Umfeldbedingungen wie Nebel, Schnee oder verschmutzter Fahrbahn¹⁷

oder im Fahrbereich geplanten Arbeitsvorgängen. Im öffentlichen Straßenverkehr hat dies noch eine weitere Funktion: Da jedes Fahrzeug fast alle Informationen seiner Sensoren zu aktueller Position und Geschwindigkeit an das Umfeld weitergibt, können Verkehrslagen genauer erkannt, Prognosen frühzeitiger entwickelt und damit die Verkehrssteuerung optimiert werden. Da autonome Fahrzeuge selbstlernend sind, können sie diese Leistungen qualitativ zunehmend wirkungsvoller erbringen.

Selbstfahrende Fahrzeuge haben eine Reihe von positiven Effekten. Die Fahrer können durch die autonome Steuerung entlastet werden. Teilweise übernehmen die Fahrzeuge ganze Arbeitsgänge wie Anlieferung von Arbeitsstoffen oder Transport von Produkten. Sie nutzen optimal die Ressourcen und so kann beispielsweise Treibstoff eingespart werden oder bei betrieblicher Nutzung können die Fahrwege optimiert werden.¹⁸ Auch Menschen, die etwa aus gesundheitlichen Gründen nicht (mehr) fahrtüchtig sind, können einfacher und flexibler mobil sein.¹⁹ Außerdem ist die betriebliche Nutzung selbstfahrender Fahrzeuge nicht mehr von der Verfügbarkeit der Fahrer abhängig und die Beschäftigten können für andere Aufgaben eingesetzt werden.²⁰

Bei der Nutzung müssen diverse Aspekte der Sicherheit bedacht werden. Ab dem Einsatz autonom fahrender Fahrzeuge der Stufen 3 und 4 (Tabelle 1) ergeben sich nach heutigem Stand technische, organisatorische und ethische, rechtliche Herausforderungen. Einige werden im Folgenden dargestellt.

Die Software entscheidet

Durch die intelligente Software (inkl. KI) können die Fahrzeuge sicherheitsrelevante Entscheidungen

treffen: Die Entscheidungen basieren auf den Daten, die die Sensoren des Fahrzeugs erheben, und den Informationen, die das Fahrzeug aus vernetzten virtuellen Systemen erhält (wie andere Fahrzeuge, Personen, Arbeitsabläufe, Umgebung, Wetter). Die intelligente Software (inkl. KI) berücksichtigt dabei rein quantitativ in ihren sicherheitsrelevanten Entscheidungen deutlich mehr Daten, als Menschen dies in vergleichbarer Situation könnten. Dazu kommt, dass sie – anders als der Mensch – ständig Daten erfassen und verarbeiten können. So wird die intelligente Software im Regelbetrieb immer beispielsweise die Abstände zu anderen Fahrzeugen sicher einhalten, die angemessene Geschwindigkeit wählen oder eine ressourcenschonende Fahrweise.

Es ist zu bedenken, dass die intelligente Software (inkl. KI) ausschließlich im Rahmen ihrer technischen Möglichkeiten handelt (technische Muster) **› siehe Umsetzungshilfe 1.1.2 Autonomie der Systeme, wie zum Beispiel:**

- Die intelligente Software kann komplexe Umgebungssituationen falsch interpretieren wie beispielsweise das Einschätzen von menschlichem Verhalten, für das Erfahrungswissen und Einfühlungsvermögen erforderlich sind.

- Die Qualität der Daten ist nicht ausreichend **› siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen**, zum Beispiel kann die technische Funktion von Sensoren durch Schmutz oder Nässe beeinflusst sein, wodurch beispielsweise Abstände nicht korrekt ermittelt werden.

Außerdem ist intelligente Software auch abhängig von den Vorgaben der Programmierer, auf deren Grundlage die KI lernt und handelt. So könnten beispielsweise Aspekte der Sicher-

¹³ Das sind beispielsweise Flurförderzeuge, bei denen sich automatisierte und vernetzte Stapler auf künstliche Intelligenz stützen und autonom arbeiten. Dabei kommen Deep-Learning-Algorithmen zum Einsatz, die eine große Zahl möglicher Szenarien in hoher Geschwindigkeit vorausschauen und passende Reaktionen ausüben können. So können sie zuverlässig anhalten oder ausweichen, wenn Menschen in den Fahrweg laufen. Auch können diese technischen Systeme über Reihenfolge und Routen entscheiden. Zum Beispiel können Lageraufgaben über Vernetzung mit anderen Fahrzeugen kooperativ und komplett autonom geschehen.

¹⁴ Die Richtlinien VDI 2510, VDI 2710, VDI 4451 und VDI 4452 geben aktuelle Vorgaben zu fahrerlosen Transportsystemen.

¹⁵ <https://www.logistik-heute.de/Logistik-News-Logistik-Nachrichten/Newsletter/18583/Autonomie-Lkw-Bringt-uns-der-Fokus-auf-geschlossene-Areale-voran>

¹⁶ VDA 2015, S. 19

¹⁷ VDA 2015, S. 19; VDI 2016, S. 7

¹⁸ So kann etwa ein Lkw gezielt vor einer Steigung beschleunigen, um Schwung aufzubauen und am Ende der Steigung kraftstoffsparend über die Kuppe zu rollen. VDA 2015, S. 16

¹⁹ VDI 2016, S. 4

²⁰ Kersten et al. 2017, S. 30; Lemmer 2016, S. 6

Automatisierungsstufen des autonomen Fahrens ²¹						Tabelle 1
Stufe		Beschreibung, Beispiele	Lenken, Beschleunigen, Bremsen	Überwachen der Fahrumgebung	Rückfallebene bei dynamischen Fahraufgaben	Übernahme der Software
0	Keine	Der Fahrer übernimmt alle dynamischen Fahraufgaben. Keine automatisierten Fahrfunktionen. Es gibt keine eingreifenden, sondern lediglich warnende Systeme. Beispiele: Spurverlassenswarner, Totwinkelüberwachung	Fahrer	Fahrer	Fahrer	Keine eingreifende Software
1	Assistiert	Der Fahrer wird in manchen Fahrsituationen durch Fahrerassistenzsysteme unterstützt (beschleunigend, lenkend mit Information über Fahrumgebung). Fahrer führt alle verbleibenden dynamischen Fahraufgaben aus. Beispiele: Spurhalte- oder Parklenkassistent	Fahrer und Software	Fahrer	Fahrer	Software übernimmt jeweils einzelne Funktion, entweder Längs- oder Querführung
2	Teilautomatisiert (teilautonom)	Der Fahrer wird in bestimmten Fahrsituationen unterstützt durch ein oder mehrere Fahrerassistenzsysteme. Fahrer überwacht fortlaufend Fahrzeug und Verkehr. Er muss jederzeit dazu in der Lage sein, sofort die Steuerung des Fahrzeugs zu übernehmen. Einsatz i. d. R. auf bestimmte Geschwindigkeiten begrenzt. Beispiele: Stau-, Parkmanöverkassistent	Software	Fahrer	Fahrer	Software übernimmt in einem spezifischen Anwendungsfall mehrere Funktionen: Längs- und Querführung
Ab Stufe 3 überwacht automatisiertes Fahrsystem die Fahrumgebung. Fahrer muss Fahrzeug nicht dauerhaft überwachen.						
3	Abhängige Automatisierung (teilautonom)	Fahrzeug fährt mit allen Aspekten der dynamischen Fahraufgabe selbstständig. Ausnahme – Fahrer greift auf Anforderung ein und übernimmt die Kontrolle über das Fahrzeug. Beispiele: Fahren auf der Autobahn, Fahren im Stau	Software	Software	Fahrer	Software erkennt eigene Grenzen, fordert Fahrer zur Übernahme auf (Zeitreserve)
4	Hohe Automatisierung (autonom)	Fahrzeug fährt mit allen Aspekten der dynamischen Fahraufgabe selbstständig, auch wenn Fahrer nicht nach Anforderung eingreift und Kontrolle über Fahrzeug übernimmt. Beispiele: Fahren in der Stadt, fahrerloses Parken	Software	Software	Software	Software kann im spezifischen Anwendungsfall alle Situationen automatisch meistern
5	Volle Automatisierung fahrerlos (autonom)	Software übernimmt dynamische Fahraufgabe bei allen Straßentypen, Geschwindigkeitsbereichen und Umweltbedingungen vollständig. Lenkrad und Pedalerie sind obsolet.	Software	Software	Software	Software übernimmt komplett

²¹ Die Begriffe „automatisiert“ und „autonom“ werden sehr unterschiedlich verwendet. Oft werden – wie in Tabelle 1 – autonome Entscheidungen als höhere Grade der Automatisierung verstanden. Den Umsetzungshilfen Arbeit 4.0 liegt folgendes Verständnis zugrunde: Autonome technische Systeme entscheiden und agieren eigenständig und selbstlernend auf Grundlage von künstlicher Intelligenz und 4.0-Technologie (eigenständiges Handeln im Rahmen des technologischen Programms). Automatisierte Systeme agieren auf Grundlage streng geregelter und „starr“ programmierter Abläufe (präzise Reproduktion).

heit und Gesundheit bei der Arbeit nicht berücksichtigt sein, da sie nicht Bestandteil der Fahrsoftware sind. Hierzu zählen zum Beispiel Sicherheitsmaßnahmen beim Transport von gefährlichen Stoffen, Maßnahmen der Ladungssicherung oder Berücksichtigung von Zutrittsverboten.

Für den öffentlichen Straßenverkehr werden die autonom fahrenden Fahrzeuge intensiv geprüft, beispielsweise ob die intelligente Software (inkl. KI) in der Lage ist, in den sich ständig verändernden Situationen sicher zu navigieren. Zu überprüfen ist, ob sicherheitsrelevante Aspekte aus der Fahrzeugtechnik und den Sicherheitsanforderungen, die sich aus der Gesetzeslage ergeben, von der intelligenten Software (inkl. KI) berücksichtigt werden. In der Arbeitsumgebung ist der Unternehmer für den Einsatz der autonomen Fahrzeuge verantwortlich. Er sollte daher überprüfen, ob die autonom fahrenden Fahrzeuge die Anforderungen der Sicherheit und Gesundheit im Betrieb berücksichtigen (wie zum Beispiel Zufahrtverbote, Sonderregelungen zum Fahrverhalten, Notfallsituationen). Außerdem sollte der Unternehmer sicherstellen, dass die Datenqualität der autonomen Fahrzeuge für die gestellten Arbeitsaufgaben ausreichend ist. Diese Informationen sollte er vom Hersteller einfordern.

Die Technik des autonom fahrenden Fahrzeugs muss generell so ausgelegt sein, dass kritische Situationen gar nicht erst entstehen. Dennoch muss der Betrieb bei autonom fahrenden Fahrzeugen klären, welches Risiko akzeptiert wird, wie sicher „sicher genug“ ist.²² Dabei ist unter anderem relevant, wie sich das Fahrzeug in Not-situationen verhält. Zu kritischen Situationen gehören auch Dilemma-Situationen (wie Kind versus ältere Person), in der die intelligente Software (inkl. KI) des autonom fahrenden Fahrzeugs etwas abwägen müsste, was nicht abwägbar ist.²³ Menschenleben können nicht gegeneinander aufgerechnet werden, stellt die Ethik-Kommission

„Automatisiertes und Vernetztes Fahren“²⁴ fest. Intelligente Software (inkl. KI), die derartige Abwägungen vornimmt, darf nicht verwendet werden.

Schutz und Sicherheit von durch das Fahrzeug erzeugten Daten

Jedes selbstfahrende Fahrzeug erhebt eine Fülle von Daten. Zum Beispiel Daten über Drehzahl, Tempo, Beschleunigung, Bremsintensität, Füllstand des Tanks, Kilometerleistung, Standortdaten, Fahrzeugrouten, Bewegungsprofile, Pausen, Tag- und Nachtfahrten, Fahrstil, Fahrerwechsel. Diese Daten- und Informationsströme sind erforderlich zum sicheren Betrieb von autonom fahrenden Fahrzeugen. Gleichzeitig lassen sie Rückschlüsse auf die Fahrer/Nutzer der Fahrzeuge zu. So können umfassende Profile zum Fahr- und Arbeits- oder Pausenverhalten erstellt werden.

In vielen Fahrzeugen können zusätzliche Serviceleistungen genutzt werden wie zum Beispiel die Nutzung von Informationsdiensten (wie Concierge-Service) oder Telefon mit persönlichem Adressbuch. Auch diese Serviceleistungen erfassen, speichern und verarbeiten personenbezogene Daten beziehungsweise Daten, die Rückschlüsse auf das Verhalten der Personen zulassen.

Aus diesen Gründen sind Datenschutz und Datensicherheit in Fahrzeugen von Bedeutung.²⁵ Grundsätzlich sollte das Unternehmen (der Fahrzeughalter) über Weitergabe und Verwendung der anfallenden Fahrzeugdaten entscheiden. Empfehlenswert ist, dass der Unternehmer sich – am besten vor der Anschaffung des Fahrzeugs – beim Hersteller informieren, welche Daten das Fahrzeug erfasst und verarbeitet. Im Idealfall liefern Hersteller von sich aus ein entsprechendes Dateninformationsblatt mit (in Anlehnung an das Sicherheitsdatenblatt im Umgang mit Gefahrstoffen). **► Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.** Mit den Beschäftigten, die das Fahrzeug bedienen, sollte verein-

bart werden, wie mit Daten umgegangen wird, die einen Rückschluss auf den Beschäftigten zulassen. **► Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.**

Übergabe der Kontrolle von Fahrzeug zum Menschen

Ein weiterer Aspekt der Sicherheit ist die Übergabe der Handlungsträgerschaft und Kontrolle von autonom fahrenden Fahrzeugen auf den Menschen, beispielsweise in einer Gefahrensituation oder bei Auftreten technischer Mängel.

In diesem Fall gilt grundlegend, dass die 4.0-Technologie autonom fahrender Fahrzeuge so ausgelegt ist, dass die Notwendigkeit einer abrupten Übergabe der Kontrolle an den Fahrer („Notstand“) praktisch ausschließt. In Notsituationen muss das Fahrzeug autonom, das heißt ohne menschliche Unterstützung, in einen „sicheren Zustand“ gelangen.²⁶ Eine unvorbereitete Übergabe der Kontrolle vom Fahrzeug an den Menschen muss ausgeschlossen sein. Außerdem muss die Information des Fahrzeugs so klar und schnell erfassbar sein, dass der Mensch nicht überfordert wird. **► Siehe Umsetzungshilfe 3.2.3 Technische Assistenzsysteme in Fahrzeugen (wie Navis, Tablets, Bildschirme).**

Eine Voraussetzung für einen reibungslosen Übergang ist, dass in jeder Fahrsituation klar geregelt und erkennbar ist, wer für die Fahraufgabe zuständig ist, wer also der Handlungsträger ist: Mensch oder Software des Fahrzeugs. **► Siehe Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).**²⁷ Das autonom fahrende Fahrzeug sollte außerdem dokumentieren, an welchen Stellen und wie (Zeitpunkt und Zugriffsregelungen) das autonom fahrende Fahrzeug und an welchen und wie der Mensch die Entscheidungen trifft und zuständig ist (Verantwortung besitzt). Dies ist auch hilfreich, um eventuel-

²² Zum Festlegen der Risikoakzeptanzgrenze hilft die Orientierung an Sicherheitsstandards (wie der ISO 26262 für [nicht automatisierte] Straßenfahrzeuge)

²³ BMVI 2017

²⁴ Ethik-Kommission 2017, S. 18

²⁵ VDA 2015, S. 20

²⁶ Ethik-Kommission 2017

²⁷ Ethik-Kommission 2017

le Haftungsfragen klären zu können.
 ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen.*

Schließlich darf der Fahrer dem au-

tonom fahrenden Fahrzeug nicht ausgeliefert sein, sondern muss souverän eingreifen können, wenn es ihm erforderlich erscheint (Interventionsmöglichkeit). Falls dies technisch nicht

vom Hersteller vorgesehen ist, sollten im Betrieb Verfahren vereinbart werden, wie eine derartige Intervention möglich ist.

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Autonom fahrende Fahrzeuge bieten unter Berücksichtigung der Sicherheitsaspekte viele **Chancen**, wie zum Beispiel:

- Die Zahl von Unfällen kann verringert werden und die Sicherheit für Personen im Umfeld kann zunehmen.
- Der sichere betriebliche Einsatz von selbstfahrenden Nutzfahrzeugen kann die Wirtschaftlichkeit durch erhöhte Produktivität verbessern und die Flexibilität erweitern (wie optimale Routenplanung, autonome Einsatzsteuerung, weniger Personal, Teilhabe von Menschen mit Einschränkungen).
- Die umfassende Datenlage über den Einsatz der betrieblichen Fahrzeuge ermöglicht ein wirkungsvolles Controlling.

- Ein ressourcenschonender, effektiver Einsatz der Fahrzeuge wird möglich durch softwaregesteuerte Optimierungsprogramme der Fahrzeugnutzung (wie Verbrauch, Fahrstil, Routenplanung, Stauvermeidung, Verminderung von CO²-Emissionen).
- Fahrer können entlastet werden.²⁸

Die Nutzung selbstfahrender Fahrzeuge ohne Berücksichtigung der Sicherheitsaspekte kann unter anderem folgende **Gefahren** mit sich bringen:

- Die intelligente Software (inkl. KI) des Fahrzeugs kann, von der bloßen Unterstützung bis hin zur autonomen Steuerung, eine falsche Sicherheit suggerieren.
- Durch nicht ausreichende Daten-

sicherheit können Angriffe von außen, Softwaremanipulation oder Diebstahl von Daten erfolgen.

- Fehlender Datenschutz kann dazu führen, dass personenbezogene Daten erfasst und missbraucht werden (auch durch den Hersteller).
- Bei nicht ausreichender Vorwarnzeit könnte eine abrupte Übergabe der Kontrolle von selbstfahrendem Fahrzeug an den Menschen zum Risiko werden (wie Fehlreaktionen, Überforderung).
- Die Verantwortungsbereiche von Unternehmen und Herstellern können sich verschieben und unklar sein (zum Beispiel wenn das Fahrzeug autonom fährt und sich ein Unfall ereignet).

▶ Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Planung des Einsatzes selbstfahrender Fahrzeuge

Bei der Planung des Einsatzes selbstfahrender Fahrzeuge sind unter anderem folgende Überlegungen zu empfehlen:

- Einschätzen, welches Ziel und welchen Nutzen der Einsatz selbstfahrender Fahrzeuge für die vorgesehenen Arbeitsaufgaben hat – wie zum Beispiel effektivere Arbeitsabläufe, höhere Produktivität, weniger Unfälle, Verminderung von Schäden, positive Auswirkungen auf die Leistungsbereitschaft von Führungskräften und Beschäftigten.
- Sicherheitskriterien festlegen, die die intelligente Steuerungssoftware selbstfahrender Fahrzeuge erfüllen soll (wie zum Beispiel rechtliche Anforderungen der Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit). Generell gilt: Der Schutz von Menschen hat Vorrang vor allen weiteren Nützlichkeitsabwägungen.

- Überprüfen, wie das Fahrzeug in Notsituationen reagiert. Die abrupte Übergabe der Steuerung („Notstand“) des Fahrzeugs an den Menschen (Fahrer) muss ausgeschlossen sein. Die Informationen des technischen Systems sollten klar und schnell verständlich sein.

- In Erfahrung bringen, nach welchen Kriterien die intelligente Steuerungssoftware (inkl. KI) des selbstfahrenden Fahrzeugs entscheidet und lernt. Dies ist relevant für den sicheren Einsatz im Betrieb. Diese Kenntnisse sind auch aus Haftungsgründen notwendig.

- Festlegen, welche Daten das selbstfahrende Fahrzeug speichern und dokumentieren soll, und sicherstellen, dass der Betrieb Eigentümer der Daten bleibt, die von seinen Fahrzeugen erzeugt werden (Datensouveränität). Der Betrieb sollte entscheiden, wer seine Daten wie nutzen darf. Diese Entscheidung sollte nicht Herstellern

überlassen werden. Sich erkundigen, ob es herstellerübergreifende Standards für den Umgang mit diesen Daten gibt.

- Da die Daten der selbstfahrenden Fahrzeuge in der Regel auf digitalen Plattformen gespeichert werden, überprüfen, wie dort der Zugriff für Berechtigte geregelt ist.
 ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.3 Plattformökonomie.*
- Abstimmen, wie die Daten aus dem Betriebsumfeld (Arbeitsmittel, Arbeitsstoffe, Räume, Personen) mit den Steuerungssystemen des selbstfahrenden Fahrzeugs kommunizieren und wie diese Daten zur (Teil-)Steuerung genutzt werden können.
- Es sollte überprüft werden, ob und wie Daten für das Controllingsystem des Betriebes genutzt werden können (zum Beispiel Daten zum Verbrauch, Fahrrouten, Fahrer).
 ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse.*

²⁸ VDA 2015, S. 8

- Überprüfen, welche Auswirkungen der geplante Einsatz der selbstfahrenden Fahrzeuge auf die Datensicherheit im Betrieb hat. Auch klären, wie die Datensicherheit des selbstfahrenden Fahrzeugs gewährleistet wird.
 - Der Fahrer muss aus eigener Souveränität eingreifen können, wenn es ihm erforderlich erscheint (Interventionsmöglichkeit).
 - Das Fahrzeug sollte eine zuverlässige und robuste Umfeldwahrnehmung haben. Ausfällen einzelner Sensoren, zum Beispiel einer Verdeckung der Abstandserkennung durch Schnee, sollte durch weitere Systeme zur Umfelderkennung, wie zum Beispiel die Car-to-Car- oder Car-to-Infrastructure-Kommunikation entgegengewirkt werden.
 - Überprüfen, wie das selbstfahrende Fahrzeug mit den Arbeitsmitteln und Personen im Betrieb zusammen agiert – Schnittstellen Mensch – Arbeitsmittel – Fahrzeug, Kompatibilität. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI); 3.1.4 Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie.*
 - Die Assistenzmittel im selbstfahrenden Fahrzeug sollten die Anforderungen der Gebrauchstauglichkeit und des sicheren Betriebes erfüllen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI); 3.2.3 Technische Assistenzsysteme in Fahrzeugen (wie Navis, Tablets, Bildschirme).*
 - Die Haftungsfrage sollte vorab klar geregelt sein. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.3.4 Autonome Softwaresysteme und Unternehmerverantwortung; 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen.*
 - Darauf achten, dass der Hersteller seine Systeme kontinuierlich optimiert und auch bereits ausgelieferte Systeme beobachtet und verbessert, wenn dies technisch möglich und zumutbar ist. Bei Schäden durch selbstfahrende Fahrzeuge gelten die gleichen Grundsätze wie in der übrigen Produkthaftung.
 - Das Fahrzeug muss auch bei einem Komplettausfall der Stromversorgung noch funktionieren.
- Maßnahmen zum Einsatz selbstfahrender Fahrzeuge**
- Beim Einsatz selbstfahrender Fahrzeuge sind unter anderem diese Überlegungen empfehlenswert:
- Die Einführung der selbstfahrenden Fahrzeuge sollte den Führungskräften und Beschäftigten detailliert erklärt und begründet werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation.*
 - In der Arbeitsplanung sollte festgelegt werden, in welchen Arbeitsaufgaben die selbstfahrenden Fahrzeuge wie eingesetzt werden. Es sollten Arbeitsanweisungen erstellt werden, in welchen Bereichen die Fahrzeuge und in welchen die Beschäftigten Handlungsträgerschaft übernehmen beziehungsweise wie diese aufgeteilt ist (hybride Systeme). Die Verteilung der Zuständigkeiten (und damit der Verantwortung) zum Beispiel im Hinblick auf Zeitpunkt und Zugriffsregelungen sollte dokumentiert und gespeichert werden. Das gilt vor allem für Übergabevorgänge zwischen Mensch und Technik.
 - Es sollte eine Gefährdungsbeurteilung erstellt werden, mit der die Gefährdungen im Umgang mit selbstfahrenden Fahrzeugen beurteilt und die Risiken eingeschätzt werden. Es sind gegebenenfalls Schutzmaßnahmen festzulegen und umzusetzen sowie Fristen und Verantwortlichkeiten für die Wirksamkeitskontrolle zu vereinbaren. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0.*
 - Die Datensicherheit der selbstfahrenden Fahrzeuge auch in der Schnittstelle zwischen Fahrzeug- und Betriebsdaten ist herzustellen und regelmäßig zu kontrollieren. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.*
 - Organisieren, dass die technischen Grundlagen für IT-Sicherheit und Datenschutz regelmäßig (bei der Prüfung der Arbeitsmittel) geprüft werden. Mit den Führungskräften und Beschäftigten vereinbaren, wie mit den personenbezogenen Daten, die das selbstfahrende Fahrzeug erfasst, umgegangen wird. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen; 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*
 - Die betroffenen Führungskräfte und Beschäftigten sollten im Umgang mit den selbstfahrenden Fahrzeugen qualifiziert, trainiert und im sicheren und gesundheitsgerechten Umgang unterwiesen werden.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Bitkom (2018). *Autonome Autos: Hoffnung auf mehr Sicherheit und Umweltschutz*. <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Autonome-Autos-Hoffnung-auf-mehr-Sicherheit-und-Umweltschutz.html>. Zugegriffen: 11.07.2018.
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017). *Maßnahmenplan der Bundesregierung zum Bericht der Ethik-Kommission Automatisiertes und Vernetztes Fahren (Ethik-Regeln für Fahrcomputer)*, Berlin: BMVI.
- Bühler, J., & Rohleder, B. (2018). *Autonomes Fahren und vernetzte Mobilität*. <https://www.bitkom.org/Presse/Anhang-an-PIs/2018/Bitkom-Charts-Autonomes-Fahren-und-vernetzte-Mobilitat-18-04-2018-final.pdf>. Zugegriffen: 11.07.2018.
- elektronik-zeit (2017). *Autonomes Fahren – Definition der Autonomiestufen, Übersicht der Fahrzeugmodelle mit autonomen Funktionen*. <https://www.elektronik-zeit.de/mobilitaet-der-zukunft/autonomes-fahren/autonomes-fahren-definition-der-autonomiestufen-uebersicht-der-fahrzeugmodelle-mit-autonomen-funktionen>

- nen/. Zugegriffen: 17.07.2018.
- Ethik-Kommission (2017). *Automatisiertes und vernetztes Fahren. Eingesetzt durch den Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur*. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/bericht-der-ethik-kommission.pdf?__blob=publicationFile. Zugegriffen: 11.07.2018.
- Kersten, W., Seiter, M., von See, B., & Hackius, N. (2017). *Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management. Chancen der digitalen Transformation*. https://logistiktrends.bvl.de/system/files/t16/2017/Trends_und_Strategien_in_Logistik_und_Supply_Chain_Management_-_Chancen_der_digitalen_Transformation_-_Ker-
- ten_von_See_Hackius_Maurer_2017.pdf. Zugegriffen: 20.07.2018.
- Kurz, C. (2018). *In falscher Sicherheit*. In Frankfurter Allgemeine vom 03.04.2018. <http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/aus-dem-maschinenraum/selbst-fahrende-autos-in-falscher-sicherheit-15523206-p2.html>. Zugegriffen: 11.07.2018.
- Lemmer, K. (Hrsg.). (2016). *Neue auto-Mobilität*. Automatisierter Straßenverkehr der Zukunft - acatech STUDIE. <https://idw-online.de/de/attachment-data54037.PDF>. Zugegriffen: 17.07.2018.
- Nedden, C. zur (2017). *Autonomes Fahren: „Verantwortung trägt immer der Mensch“*. <https://www.wired.de/collection/tech/auto-autonom-selbsfah->
- rend-ethik-sicherheit-unfall-in-sassen-passanten-schuetzen. Zugegriffen: 19.07.2018.
- VDA – Verband der Automobilindustrie (Hrsg.) (2015). *Automatisierung – Von Fahrerassistenzsystemen zum automatisierten Fahren*. <https://www.vda.de/dam/vda/publications/2015/automatisierung.pdf> zugegriffen am 16.07.2018.
- VDI (Hrsg.). (2016). *Statusreport Verkehr und Umfeld im Wandel. Stand, Tendenzen, Schlussfolgerungen*. http://jahresbericht.vdi.de/fileadmin/user_upload/VDI-Statusreport_Verkehr_und_Umfeld_im_Wandel.pdf. Zugegriffen: 20.07.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.3.4 Autonome Softwaresysteme und Unternehmerverantwortung
- 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.5.3 Plattformökonomie
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS
- 3.1.4 Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie
- 3.2.3 Technische Assistenzsysteme in Fahrzeugen (wie Navis, Tablets, Bildschirme)
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)

3.1.6 Smarte Formen der Instandhaltung von Arbeitsmitteln



■ **Stichwörter:** Gefährdungen, Inspektion, Instandsetzung, Pflege, Schutzmaßnahmen, (teil-)autonome Instandhaltung, Verbesserung, Wartung

> Warum ist das Thema wichtig?

Die Instandhaltung von Maschinen und Anlagen erhält mit den cyber-physischen Systemen (CPS)¹ neue Möglichkeiten. Durch die Verbindung von Sensoren und Aktoren mit intelligenter Software² mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz

(KI) ist eine (teil-)autonome Instandhaltung von Maschinen und Anlagen möglich. Schon seit geraumer Zeit werden Instandhaltungsvorgänge automatisiert. Kennzeichen der (teil-)autonomen Instandhaltung ist, dass die 4.0-Technologie³ die Analyse vor-

nimmt und autonom vorausschauend Handlungen der Instandhaltung einleitet. Damit ein Unternehmen die (teil-)autonome Instandhaltung für produktive und gesundheitsgerechte Arbeitsprozesse nutzen kann, sind einige Maßnahmen zu beachten.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Instandhaltung – (teil-)autonome Instandhaltung

Unter **Instandhaltung** wird hier die Vorbereitung, Planung, Organisation, Durchführung und Überwachung von sämtlichen technischen und administrativen Abläufen zur Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung von Maschinen und Anlagen verstanden.⁴

Die **Wartung** fasst alle Maßnahmen zusammen, die dem Erhalt der Funktion dienen und die Abnutzung verzögern. Die **Inspektion** beinhaltet

alle Maßnahmen zur Festlegung und Beurteilung des Ist-Zustands, um die Ursachen der Abnutzung zu bestimmen und die notwendigen Maßnahmen festzulegen. Unter **Instandsetzung** versteht man Maßnahmen zur Wiederherstellung der Funktion einer fehlerhaften Einheit.

Die **Verbesserung** umfasst die Steigerung der Zuverlässigkeit oder der Sicherheit einer Einheit, ohne die Grundfunktionen zu verändern. Sie kombiniert technische, administrative und Managementmaßnahmen.

Unter **(teil-)autonomer Instandhaltung** (Predictive/Smart Maintenance) wird hier eine Instandhaltung verstanden, die auf Grundlage von 4.0-Technologien funktioniert.

Bei der teilautonomen Instandhaltung handelt das Instandhaltungspersonal auf Grundlage der Datenlage und der Analysen der intelligenten Software (inkl. KI) vor Ort oder raumunabhängig. Bei der autonomen Instandhaltung agiert die intelligente Software autonom und leitet Instandhaltungsaktionen ein.

(Teil-)autonome Instandhaltung

Mit Sensoren und vernetzter eingebetteter intelligenter Software (inkl. KI) ausgestattete Maschinen und Anlagen erfassen den aktuellen Zustand relevanter Komponenten und leiten ihn an zentrale Plattformen weiter. Dadurch verschiebt sich der inhaltliche Aufgabenschwerpunkt der Instandhaltung in Richtung softwarebasierter Objekte. Gleichzeitig erhöhen die

verketteten Maschinen und Anlagen die Anzahl an vorhandenen Instandhaltungsobjekten.⁵ Die Daten werden vom autonomen technischen System analysiert und entsprechende Wartungs-, Inspektions- und Instandsetzungsaktivitäten eingeleitet. Die intelligente Software (inkl. KI) kann autonom Fehler und Verschleißzustände erkennen, mit Herstellern beziehungsweise Dienstleistern kom-

munizieren, diese mit Wartung und Instandhaltung beauftragen oder die Bestellung von bestimmten Teilen selbsttätig und prädiktiv einleiten.⁶

Die (teil-)autonomen Instandhaltungssysteme liefern umfassende Informationen über den Zustand der Maschinen und Anlagen (beispielsweise Betriebs-, Produktions- und Condition-Monitoring-Daten). Sie dienen funktional als Schutz- und Im-

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ DIN 31051; DGUV 2018

⁵ acatech 2015, S. 18

⁶ Anwendungsbeispiele siehe Deska et al. 2016

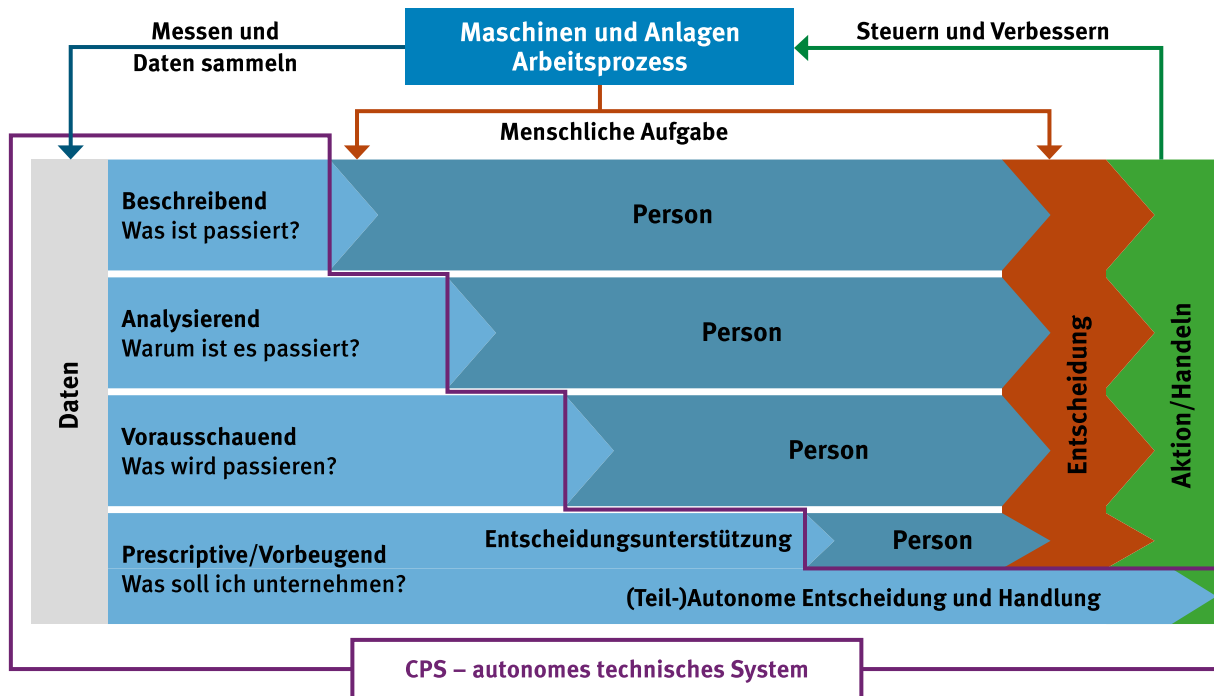


Abbildung 1: Grad der Softwareautonomie in der Instandhaltung (nach Linden 2016)

munsystem. Auf Grundlage der Daten können Planung, Vorbereitung, Umsetzung und Kontrolle von Instandhaltungsmaßnahmen optimiert werden. Die Führungskräfte und Beschäftigten können Störungen früher entdecken und Fehler schneller identifizieren.⁷ Die CPS mit ihrem Zugriff auf die Daten vergleichbarer Maschinen und Anlagen weltweit (Big Data) und die Instandhaltungsmuster (Data-Mining) erlauben umfassende Analysen und Auswertungen der Daten der Maschinen und Anlagen.⁸ Personen, die an Instandhaltungsprozessen beteiligt sind, müssen befähigt sein/werden, die komplexen Informationen zu verstehen und zu bewerten.

Neben der Berücksichtigung realer Komponenten erweitert die (teil-)autonome Instandhaltung das Aufgabenspektrum der Instandhaltung, da nun auch die Funktionsfähigkeit der intelligenten Software (inkl. KI) und die Kommunikationsinfrastruktur sowie die damit verbundenen digitalen Elemente betrachtet werden müssen. Dadurch kann sich der Verantwortungs-

bereich der Instandhaltung vergrößern, die Tätigkeitsschwerpunkte können sich verlagern und neue Instandhaltungsobjekte werden zu betreuen sein.⁹

Bei der (teil-)autonomen Instandhaltung sind unterschiedliche Grade der Autonomie möglich wie beispielsweise – siehe Abbildung 1.

- **Information über Ist-Zustand:** Die intelligente Software (inkl. KI) kann den Zustand der Maschine und der Anlage beschreiben und diese Information der zuständigen Person zur Verfügung stellen. Alle weiteren Entscheidungen und Handlungen obliegen der zuständigen Person.
- **Analyse des Ist-Zustandes:** Die intelligente Software (inkl. KI) kann den Zustand der Maschine und der Anlage zusätzlich analysieren und diese Analyse der zuständigen Person zur Verfügung stellen, die dann weitere Schritte einleitet.
- **Analyse des zukünftigen Zustands:** Die intelligente Software (inkl. KI) kann zukünftige Zustände der Maschine und der Anlage voraus-

schauend analysieren und die Ergebnisse der zuständigen Person zur Verfügung stellen, die dann entscheidet und handelt.

- **Vorschläge für Lösungsmöglichkeiten:** Die intelligente Software (inkl. KI) unterbreitet der zuständigen Person Vorschläge, welche Handlungen einzuleiten sind. Die Person entscheidet dann, was zu tun ist und leitet die Handlungen ein.
- **Software handelt autonom:** Die intelligente Software (inkl. KI) entscheidet, was zu tun ist, und leitet autonom Handlungen ein. Sie übernimmt im Instandhaltungsprozess damit die Handlungsträgerschaft.

Da die (teil-)autonome Instandhaltung die Handlungsträgerschaft ganz oder teilweise übernehmen kann, sollte vorab überlegt werden, ob die intelligente Software (inkl. KI) tatsächlich die teilweise komplizierten, umfangreichen Situationen bei Instandhaltungsarbeiten abdeckt (zum Beispiel Auswirkungen auf Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit an verketteten

⁷ acatech 2015, S. 18

⁸ acatech 2015, S. 30

⁹ acatech 2015, S. 18

Maschinen/Anlagen oder auf benachbarte Arbeitsplätze, auf den Ablauf und andere Akteure des Wertschöpfungsprozesses).¹⁰ Überlegt werden sollte auch, ob bei der (teil-)autonomen Übernahme der Instandhaltungsarbeiten durch intelligente Software (inkl. KI) das Erfahrungswissen der Beschäftigten über Maschinen und Anlagen, das für den reibungslosen Ablauf wertvoll ist, berücksichtigt wird. Dabei ist allerdings zu beachten, dass sich auch die Funktion des Erfahrungswissens durch die (teil-)autonome Instandhaltung verändern kann; nicht jedes Erfahrungswissen bleibt hilfreich, da die Datenlage über eine Maschine Informationen liefern kann, die verlässlicher als Erfahrungswissen sein können.

Es sollte auch darauf geachtet werden, dass die (teil-)autonomen Instandhaltungssysteme die Aspekte der Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit berücksichtigen. Dies sollte bei der Programmierung der (teil-)autonomen Instandhaltungssysteme berücksichtigt werden. Hierzu gehört zum Beispiel:

- Automatische Unterbrechung der Energieversorgung bei Arbeiten an elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen
- Automatische Blockade der gefährbringenden Bewegung

- Berücksichtigung physikalischer, chemischer und biologischer Einwirkungen und entsprechender Schutzmaßnahmen
- Automatisches Verhindern der unbefugten, irrtümlichen oder unerwarteten Inangangsetzung
- Sicherstellen der organisatorischen oder personellen Maßnahmen, zum Beispiel nur fachlich geeignete Personen informieren und einsetzen

Die Instandhaltungsarbeiten durch Personen können durch den Einsatz von technischen Assistenzsystemen (zum Beispiel Smartphones, Tablets) unterstützt werden. So können beispielsweise Wartungsaufträge, Maschinenstandorte, die bisherige Instandhaltungshistorie der einzelnen Maschinen und Anlagen, aktuelle Zustandsinformationen, Pläne, Betriebsanleitungen und Checklisten angezeigt werden. Zudem können Arbeitsschritte, Maschinen und Anlagen sowie deren Komponenten in 3-D visualisiert werden und so die Arbeit erleichtern. Spezialisten können über technische Assistenzsysteme zugeschaltet werden beziehungsweise die Instandhaltungsarbeit kann ortsunabhängig durchgeführt werden.

Durch die (teil-)autonome Instandhaltung können sich die Verantwortungs-

bereiche der beteiligten Akteure verändern. So sollte überprüft werden, ob beispielsweise Hersteller oder Instandhaltungsdienstleister durch die Übernahme von Instandhaltungsarbeiten über 4.0-Technologien direkt in betriebliche Abläufe eingreifen können. Hier sind klare Regelungen und Abstimmungen zwischen Unternehmen, Herstellern, Instandhaltungsdienstleistern und gegebenenfalls Kunden erforderlich.

➤ *Siehe Umsetzungshilfen 1.3.4 Autonome Softwaresysteme und Unternehmerverantwortung; 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen.*

Um die Wartung und Instandhaltung (teil-)autonom zu gestalten, müssen nicht grundsätzlich neue Maschinen und Anlagen beschafft werden. Konventionell mechanische Komponenten können mit zusätzlicher Technologie, beispielsweise Sensoren und Aktoren, ausgestattet werden, um sie in CPS einbinden zu können. Für Maschinen und Anlagen, die nicht über Sensorik oder Aktorik verfügen, bietet sich beispielhaft die Nutzung des Raspberry Pi an, um diese Hardware nachzuinstallieren und mittels Software die Maschinen und Anlagen in CPS zu integrieren. Der Raspberry Pi ist ein Einplatinencomputer (Single Board Computer – SBC).¹¹

➤ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Die produktive und gesundheitsgerechte Gestaltung (teil-)autonomer Instandhaltung bietet unter anderem folgende **Chancen**:

- Instandhaltungsmaßnahmen können vorausschauender geplant werden, da umfangreichere Informationen über den Zustand der Maschinen und Anlagen früher zur Verfügung stehen.
- Durch intelligente Software (inkl. KI) können die Instandhaltungsprozesse systematischer, effektiver und effizienter gestaltet werden.
- Störungen können rechtzeitig erkannt werden; damit kann die Zu-

verlässigkeit von Maschinen und Anlagen erhöht werden.

- Hersteller können ihre Maschinen und Anlagen konstruktiv verbessern, weil ihnen Daten zu Leistungen, Störungen, Defekten und die realen Einsatzbedingungen vorliegen.
- In der teilautonomen Instandhaltung können Belastungen der Instandhalter reduziert werden (zum Beispiel durch Assistenzsysteme, Instandhaltungsinformationen beinahe in Echtzeit). Zudem können sie bedarfsgerecht unterstützt werden.

- Die Anzahl der ungestörten Betriebsstunden kann erhöht werden.
- Durch die Erfassung und Auswertung von Daten aus 4.0-Technologien können auch die Resultate von Instandhaltungsmaßnahmen direkter nachvollzogen und detaillierter bewertet werden.

Eine Gestaltung (teil-)autonomer Instandhaltung, die die Aspekte der präventiven Arbeitsgestaltung nicht berücksichtigt, birgt unter anderem die folgenden **Gefahren**:

- Die Komplexität und Intransparenz bezüglich technischer Funktionali-

¹⁰ acatech 2015

¹¹ Cernavin & Lemme 2018, S. 21ff.

tät und Vernetzung können zunehmen.

- Hersteller oder Dienstleister können ungewollt Zugriff auf Maschinendaten und interne Prozesse haben.
- Es besteht bei fehlender Datensicherheit die Gefahr des unbefugten Fremdzugriffs auf das Instandhaltungssystem. Damit verbunden sind Gefahren für die Betriebssicherheit und die Einhaltung von Betriebsgeheimnissen.

herheit die Gefahr des unbefugten Fremdzugriffs auf das Instandhaltungssystem. Damit verbunden sind Gefahren für die Betriebssicherheit und die Einhaltung von Betriebsgeheimnissen.

- Aspekte der Sicherheit und Gesundheit bei Instandhaltungsarbeiten werden nicht berücksichtigt.

sundheit bei Instandhaltungsarbeiten werden nicht berücksichtigt.

- Mangelnde Qualität der Instandhaltungsdaten kann zu fehlerhaften Einschätzungen führen.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Bei Beschaffung und Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI) zur intelligenten Instandhaltung sollten unter anderem die folgenden Maßnahmen berücksichtigt werden:

- Anforderungsanalyse: Die Ziele der (teil-)autonomen Instandhaltung sollten festgelegt und entsprechende Anforderungen an die zu beschaffende intelligente Software (inkl. KI) sowie weitere erforderliche Komponenten zum Beispiel in einem Lastenheft¹² formuliert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Aspekte der Sicherheit und Gesundheit bei Instandhaltungsarbeiten sowie die Betriebssicherheit von der (teil-)autonomen intelligenten Software (inkl. KI) einbezogen werden.
- Betroffene Bereiche sollten involviert werden, zum Beispiel Instandhaltungspersonal, Produktion, IT oder Kundenservice. Auch eine Fachkraft für Arbeitssicherheit und ein Betriebsarzt sollten hinzugezogen werden. Beschäftigte sollten einbezogen und beteiligt werden beziehungsweise die Interessenvertretungen (etwa Betriebs- und Personalräte, Schwerbehindertenvertretungen, Gleichstellungsbeauftragte) sind entsprechend ihren jeweiligen Aufgaben zu beteiligen. Beteiligungsorientierte Lösungen schaffen meistens gute Ergebnisse.
- Es sollte festgelegt werden, welche Qualität die Daten, die die (teil-)autonome Instandhaltung verarbeiten soll, für die definierten Er-

gebnisse liefern müssen. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*

- Es sollte geregelt werden, wo die Daten der (teil-)autonomen Instandhaltung des Betriebes gespeichert, dokumentiert und verarbeitet werden und wer auf diese Daten Zugriff hat. › *Siehe Umsetzungshilfen 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud; 2.5.3 Plattformökonomie.*
- Bei der Beschaffung sollte darauf geachtet werden, dass die intelligente Software (inkl. KI) der (teil-)autonomen Instandhaltung kompatibel mit den anderen Systemen im Betrieb ist, dass sie ergonomisch gestaltet ist und dass keine Abhängigkeiten von Anbietern entstehen. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte.*
- Verantwortungs- und Haftungsfragen zwischen Unternehmer und Hersteller beziehungsweise Dienstleister sollten geregelt werden. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen.*
- Es sollte sichergestellt sein, dass die Sicherheit der Daten der (teil-)autonomen Instandhaltung gewährleistet ist. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.*
- Es sollte überprüft werden, ob im Rahmen der (teil-)autonomen Instandhaltung personenbezogene Daten erfasst, gespeichert und verarbeitet werden. Ist das der Fall, ist mit den betroffenen Personen zu

vereinbaren, wie mit ihren personenbezogenen Daten umgegangen wird. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*

- Die beteiligten Personen sollten wissen, welche grundlegenden Daten die (teil-)autonome Instandhaltung erfasst, verarbeitet, ausgewertet und nutzt – das fördert die Akzeptanz.
- Die Zugriffsrechte auf die Daten der (teil-)autonomen Instandhaltung sollten geregelt werden.
- Im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung sollten Arbeitsbedingungen der (teil-)autonomen Instandhaltung geprüft und Maßnahmen festgelegt werden. Die Maßnahmen sollten hinsichtlich ihrer Wirksamkeit überprüft werden. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0.*
- Es sollte überprüft werden, ob die (teil-)autonome Instandhaltung Auswirkung auf die Betriebssicherheit von verketteten Maschinen und Anlagen hat. › *Siehe Umsetzungshilfe 3.1.4 Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie.*
- Beschäftigte und Führungskräfte sollten im Umgang mit den Tools der (teil-)autonomen Instandhaltung qualifiziert, geschult und im sicheren und gesundheitsgerechten Umgang unterwiesen werden.
- In Teambesprechungen sollten die Erfahrungen der Führungskräfte und Beschäftigten mit der (teil-)autonomen Instandhaltung ausgetauscht und Verbesserungen abgeleitet werden.

¹² Das Lastenheft für die Software wird in der Regel vom Auftraggeber verfasst, das Pflichtenheft vom Auftragnehmer. Das Pflichtenheft wird mit dem Auftraggeber abgestimmt. Auftraggeber und Auftragnehmer berücksichtigen dabei auch, in welche Richtungen die Software weiterlernt.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

DIN 31051 (2012). *Grundlagen der Instandhaltung*. Normenausschuss für technische Grundlagen. Berlin: Deutsches Institut für Normung e. V.

acatech (2015). *Smart Maintenance für Smart Factories – Mit intelligenter Instandhaltung die Industrie 4.0 vorantreiben*. acatech Position. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. München.

Cernavin, O., & Lemme, G. (2018). Technologische Dimensionen der 4.0-Prozesse. In O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 21–57). Wiesbaden: Springer Verlag.

Deska, B., Höft, K., & Schneider, H. (2016). *Digitale Wartung und Instandhaltung – Grundlagen und Anwendungsbeispiele*. Dortmund: Mittelstand 4.0-Agentur Prozesse.

DGUV (2018). *DGUV 209-015 Instandhaltung – sicher und praxispflichtig durchführen*. <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/209-015.pdf>. Zugegriffen: 28.08.2018.

Hill, J. (2016). *Intelligente Wartung per IoT in der Industrie 4.0*. <https://www.computerwoche.de/a/intelligente-wartung-per-iiot-in-der-industrie-4-0,3313377>. Zugegriffen: 13.07.2018.

Linden, A. (2016). Gartner Research Director, www.gartner.com. In O. Sauer (2014), *International Automation Congress 2014, Developments and Trends in shopfloor-related ICT-Systems*. https://www.researchgate.net/publication/266741796_International_Automation_Congress_2014_DEVELOPMENTS_AND_TRENDS_IN_SHOPFLOOR-RELATED_ICT_SYSTEMS. Zugegriffen: 29.01.2018.

Mittelstand 4.0 Agentur Prozesse (2016). *Digitale Wartung und Instandhaltung – Grundlagen und Anwendungsbeispiele*. https://www.prozesse-mittelstand.digital/images/PDF/Broschuere_Digitale_Wartung_und_Instandhaltung.pdf. Zugegriffen: 24.08.2018.

Schacht, M., & Niemeyer, M. (2017). Entwicklung eines mobilen Shopfloor-Assistenzsystems zur Unterstützung der Instandhaltung im Karosseriebau. In A. Bullinger-Hoffmann (Hrsg.), *S-CPS: Ressourcen-Cockpit für Sozio-Cyber-Physische Systeme*. aw&I Report Bd. 1 2017, TU Chemnitz. <https://www.bibliothek.tu-chemnitz.de/ojs/index.php/awIR/article/view/112>. Zugegriffen: 24.08.2018.

Sauer, O. (2016). Entwicklungstrends bei Manufacturing Execution Systems (MES). In C. Manzei, L. Schleupner, & R. Heinze (Hrsg.), *Industrie 4.0 im internationalen Kontext* (S. 60–63). Berlin: VDE Verlag GmbH.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.3.4 Autonome Softwaresysteme und Unternehmerverantwortung
- 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)

3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein



■ **Stichwörter:** Ambient Intelligence (AmI), Assistenzsysteme, Exoskelette, Fitnessarmbänder, Navis, Service- und Assistenzroboter, Smartphone/-watch/-glasses, Tablets, Wearables

› Warum ist das Thema wichtig?

Technische Assistenzsysteme, wie zum Beispiel Smartphones, Datenbrillen und Roboter, sind je nach Situation integraler Bestandteil unserer Lebens- und Arbeitswelt. Damit sind zahlreiche Verbesserungen der Arbeits- und Lebenswelt verbunden. Es lassen sich Kosten sparen, Fehler reduzieren, Ef-

fizienzen erhöhen, Arbeitsabläufe optimieren, beinahe in Echtzeit das Lernen sowie Sicherheit und Gesundheit verbessern. Diese Systeme erfassen aber immer auch Daten, die von intelligenter Software¹ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) genutzt werden. Um technische Assistenzsys-

teme als Bestandteil von cyber-physischen Systemen (CPS)² besser einschätzen zu können und um für die Vielzahl technischer Assistenzsysteme in allen Anwendungsbereichen³ eine Systematik zum Einsatz in 4.0-Prozessen⁴ zu besitzen, wird hier eine Kategorisierung dieser Systeme vorgestellt.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Technisches Assistenzsystem

Unter dem Begriff „Technisches Assistenzsystem“ fassen wir hier alle Arbeits- und Hilfsmittel zusammen, die die Führungskräfte und Beschäftigten bei der Ausführung ihrer Ar-

beit direkt unterstützen. Technische Assistenzsysteme sind Bestandteil cyber-physischer Systeme (CPS) und werden durch intelligente Software (inkl. KI) genutzt beziehungsweise gesteuert. Technische Assistenzsysteme unterstützen den Menschen koopera-

tiv und verbessern die menschliche Handlung im Sinne einer jeweils programmierten Lösung automatisch.⁵ Technische Assistenzsysteme sind integraler Bestandteil von fast allen 4.0-Prozessen.

Bevor die Kategorien von technischen Assistenzsystemen vorgestellt werden, sollen zwei wesentliche Hinweise gegeben werden, die bei der Beschäftigung mit technischen Assistenzsystemen für 4.0-Prozesse zu bedenken sind:

■ Alle unterschiedlichen Kategorien der technischen Assistenzsysteme, wie sie im Folgenden beschrieben werden, können miteinander gekoppelt und verknüpft beziehungsweise ihre Daten und Aktio-

nen untereinander koordiniert und abgestimmt werden.

■ Technische Assistenzsysteme aller Kategorien funktionieren immer in zwei Richtungen: Sie geben Mitteilungen und liefern Unterstützungsleistungen in Richtung auf die zu unterstützende Person oder den Arbeitsprozess. Gleichzeitig sind sie in der Lage, Daten über die Person (sofern die Daten der Person zugeordnet werden können), den Arbeitsprozess oder

die Dinge der Umgebung an cyber-physische Systeme (inkl. KI) weiterzugeben. Jedes technische Assistenzsystem besitzt Unterstützungsfunktionen und gleichzeitig Datengenerierungsfunktionen (etwa über Sensoren, Aktoren). So zeigt das Smartphone mittels verbautem GPS-Sensor und einer Navigations-App den Nutzer den Weg zu einer Zielkoordinate und gibt gleichzeitig Daten über seine aktuelle Position weiter. Oder

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁴ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁵ Gerke 2015, S. 9; der Begriff „Assistenzsysteme“ wird sehr diffus verwendet und es gibt ein sehr unterschiedliches Verständnis. Unter Assistenzsystemen wird oft jegliche Softwareunterstützung verstanden, danach wäre fast jedes cyber-physikalische System beziehungsweise jede Lösung mit intelligenter Software (inkl. KI) ein Assistenzmittel (vgl. u. a. Ludwig 2015; Rathmayer & Pongartz 2015). Wir beschränken uns deswegen auf technische Assistenzsysteme im hier definierten Verständnis.

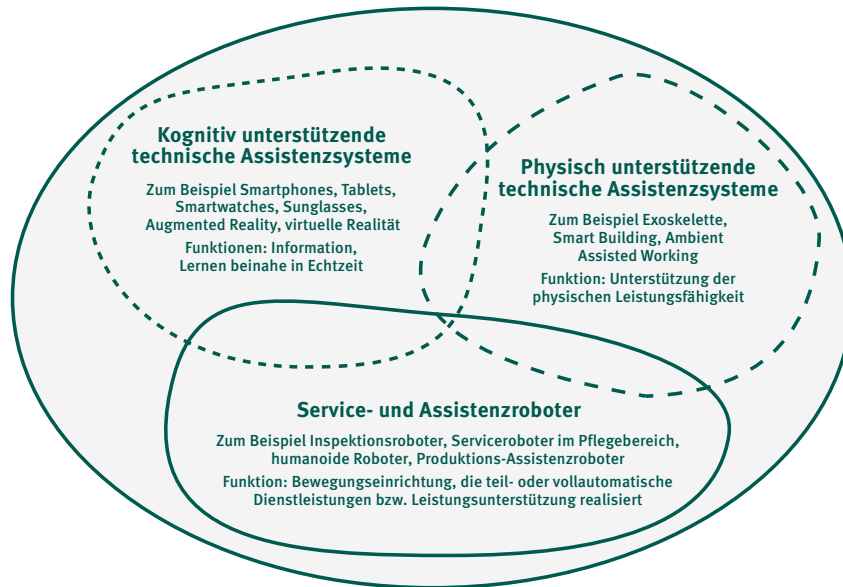


Abbildung 1: Kategorien technischer Assistenzsysteme (eigene Darstellung)

die Sensoren aus einem Wearable (smartes T-Shirt) liefern Daten über Körperfunktionen, die Bewegungsabläufe und/oder Arbeitszeiten seines Trägers. Insofern ist der Begriff „Assistenz“ in zwei Richtungen zu verstehen: als Unterstützungsleistung für Personen und Arbeitsprozesse (Route finden) sowie als Datenquelle (aktuelle Nutzerposition) für intelligente Software (inkl. KI) von CPS.

Technische Assistenzsysteme können in unterschiedliche Kategorien unterteilt werden.⁶ Wir kategorisieren die Assistenzsysteme nach der Unterstützungsfunktion für die Nutzer, um die Potenziale (Chancen), aber auch Gefahren für eine präventive Arbeitsgestaltung sichtbar zu machen. Die technischen Assistenzsysteme können aus dieser Perspektive folgendermaßen systematisiert werden – siehe Abbildung 1.

Kognitiv unterstützende technische Assistenzsysteme

Diese Systeme informieren die Personen über Arbeitsabläufe und ermöglichen Lernprozesse. Sie können

die Zuverlässigkeit der Leistungen von Personen sowie die Zusammenarbeit zwischen Menschen und Maschinen fördern. Zu diesen Systemen gehören beispielsweise Programme, die über Smartphones, Tablets, Smartwatches, Smartglasses, Fitnessarmbänder oder Wearables beinahe in Echtzeit im Sinne der Prozessanforderung bedarfsbezogenen Informationen liefern. Zu beachten ist, dass derartige Assistenzsysteme immer auch Abläufe, Tätigkeiten und Zeiten erfassen können und diese in zusätzliche Informationsprozesse einbringen. Der Umgang mit diesen Daten sollte mit allen Beteiligten vereinbart werden, da fast immer auch personenbezogene Daten erfasst und verarbeitet werden. Die Nutzung von kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsystemen kann Auswirkungen auf die psychische Belastung der beteiligten Personen haben.

Physisch unterstützende technische Assistenzsysteme

Hierzu zählen unterstützende Technologien, die in die Kleidung oder die Raumumgebung von Personen integriert sind und die über eingebettete Sensoren und Aktoren die physische

Leistungsfähigkeit erhöhen sollen (zum Beispiel Exoskelette, Smart Building, Ambient Assisted Working). In Exoskelette und in Anzüge oder Handschuhe integrierte Assistenzsysteme sind in der Lage, bioelektrische Signale der Muskeln zu empfangen und mit dem Ziel zu analysieren, die Person bei Bedarf in der Bewegung zu unterstützen (aktiv/passiv). Zu den physisch unterstützenden technischen Assistenzsystemen gehört außerdem die automatische individuelle Arbeitsplatzanpassung (zum Beispiel Raumklima, Beleuchtung, Tischhöhe, Sprache, Bedienoberfläche) auf Grundlage von Benutzerprofilen oder vordefinierten Umgebungsparametern (Ambient Assisted Working).

Service- und Assistenzroboter

Ein *Serviceroboter* ist eine frei programmierbare Bewegungseinrichtung, die teil- oder vollautomatisch Dienstleistungen verrichtet (zum Beispiel Inspektionsroboter in Rohrleitungen, Serviceroboter im Pflegebereich, Rasenmäherroboter, Industrieroboter)⁷. Ein *Assistenzroboter* ist hingegen ein mobiles, autonomes, interaktionsfähiges und nachgiebiges Robo-

⁶ Oft werden als Kategorien die Funktionen der intelligenten Software (inkl. KI) verwendet, wie die Kategorien zu informieren, zu interagieren, zu lernen, zu gestalten oder zu steuern. Wir schreiben diese Kategorien eher der Software zu, die hinter den technischen Assistenzsystemen liegt und die nicht nur Assistenzsysteme, sondern auch ganz „normale“ Arbeitsmittel, Fahrzeuge oder Planungs- und Organisationsprozesse steuert.

⁷ Gerke 2015, S. 106

tersystem mit maschineller Wahrnehmung und „kognitiver“ Kontrolle. Er besitzt die Fähigkeit, schnell verschiedene Aufgaben zu erlernen und situationsabhängig Verhaltensweisen zur Erreichung langfristiger Ziele durchzuführen.⁸ Ein Problem bei Assistenzrobotern liegt in der Interaktion mit dem Menschen (Kollaborationsraum). Wenn der Roboter seine Umwehrgung verlässt und mobil im Raum tätig wird, ist ein „digitaler Schutzraum“ um den Menschen zu schaffen, um kontrolliert und ohne Gefährdungen kooperieren zu können.

Diese Roboter können die Funktion der Assistenz überschreiten, indem sie die menschliche Tätigkeit übernehmen. Auf diesen Gesichtspunkt kann hier nur hingewiesen werden.

Die hier aufgeführten Kategorien sind für eine allgemeine Unterscheidung und Systematisierung technischer Assistenzsysteme hilfreich. In der Praxisanwendung überschneiden sich die Unterstützungsfunktionen. So sind beispielsweise physische Unterstützungsfunktionen ohne psychische und kognitive Auswirkungen nicht denkbar. Auch der Einsatz von

Service- und Assistenzrobotern wird immer physische, psychische und kognitive Auswirkungen auf die beteiligten Personen besitzen.

Jedes Assistenzsystem sollte ein kurzes Informationsblatt des Herstellers enthalten, in dem kurz und verständlich erklärt wird, welche Daten das Assistenzsystem erfasst, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer Zugriff auf die Daten hat. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Passende und auf die Nutzer abgestimmte technische Assistenzsysteme sind eine wesentliche Voraussetzung für effektive und effiziente 4.0-Prozesse, die von den Nutzern akzeptiert werden. Diese Chance der technischen Assistenzsysteme kann genutzt werden, wenn

- die Menschen die Systeme als eine tatsächliche Hilfe und Unterstützung im Arbeitsprozess ansehen,
- die Menschen wissen, welche personenbezogenen Daten von den Assistenzsystemen erfasst werden und was mit diesen Daten geschieht,
- die Menschen wissen, welche Entscheidungen die Assistenzsysteme beziehungsweise die intelligente Software (inkl. KI) treffen,
- die Qualität der Daten eine der Aufgabe angemessene Aussagekraft besitzt.

Aus diesem Grunde sollten die Führungskräfte und Beschäftigten die unterschiedlichen Stärken und Schwächen der genannten Kategorien technischer Assistenzsysteme kennen.

Gefahren: Wird dies vernachlässigt, können unter anderem folgende Effekte entstehen:

- Die technischen Assistenzsysteme werden nicht akzeptiert.
- Die Informationen oder das Feedback über die technischen Assistenzsysteme erreichen die Zielgruppe nicht oder werden von ihr missverstanden.
- Es kann zu Gefährdungen kommen, weil der Umgang mit den technischen Assistenzsystemen die Aufmerksamkeit vom primären Arbeitsprozess abzieht.

■ Beim Tragen von Exoskeletten können zusätzliche Gefährdungen entstehen (zum Beispiel Ausfall von Assistenzsystemen).

■ Der Umgang mit ungeeigneten und mangelhaften technischen Assistenzsystemen kann zu physischen und psychischen Belastungen führen.

■ Die Aussagekraft von quantitativen Vitaldaten kann unterschiedlich ausfallen und lässt nicht immer Rückschlüsse auf das Belastungsniveau zu. Die Daten dürfen nicht mit validen Aussagen über den Gesundheitszustand oder die psychische Verfassung von Führungskräften und Beschäftigten gleichgesetzt werden.

▶ Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Bei der Einführung von technischen Assistenzsystemen sollten grundsätzlich folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Bei der Auswahl von Assistenzsystemen sollte immer die betriebliche Aufgabe im Mittelpunkt stehen und nicht das technisch Mögliche: Für welche Prozesse und Aufgaben im Betrieb sind Assistenzsysteme vorgesehen und welche Aspekte der

Prävention sind dabei zu beachten? Der Betrieb sollte sehr detailliert prüfen, welche Assistenzsysteme für die betrachteten Abläufe hilfreich sind. Die Nutzung eines Smartphones im Arbeitsprozess kann beispielsweise den Arbeitsablauf an einer Maschine fördern (durch sinnvolle Informationen wie Betriebsanweisungen/Unterweisungen) oder beeinträchtigen

(durch Ablenkung, Informationsfülle). Es sollte auch abgewogen werden, ob „traditionelle Assistenzsysteme“ (wie zum Beispiel Krane) oder smarte technische Assistenzsysteme (wie zum Beispiel Exoskelette, Roboter) wirkungsvoller für den betrieblichen Ablauf sind.

- Es empfiehlt sich insbesondere für kleine und mittlere Betriebe, zunächst mit vertrauten Systemen

⁸ Gerke 2015, S. 108

zu beginnen (wie zum Beispiel Smartphone oder Tablet) und Teilsysteme, wie zum Beispiel die Zeiterfassung, Personaleinsatzplanung, Arbeitsablaufplanung, mit Verbesserungsprozessen damit zu verbinden.

- Tritt durch die Assistenzsysteme eine wesentliche Änderung ein, ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen, in der potenzielle Gefährdungen der Beschäftigten durch das technische Assistenzsystem ermittelt werden, und es sind entsprechende Schutzmaßnahmen festzulegen.
- Der Betrieb sollte genau prüfen,

welche Software-Programme bereits vorhanden und für die Nutzung technischer Assistenzsysteme hilfreich sind.

- Die Beschäftigten müssen das technische Assistenzsystem akzeptieren und nutzen. „Wenn das System nicht als Bereicherung erkannt wird, so wird es nur ungerne genutzt und die Vorteile des Systems werden nicht erreicht. Zur Absicherung der Akzeptanz ist deshalb ein besonderer Fokus auf die Nutzerfreundlichkeit der Anwendung zu legen.“⁹ Um die Akzeptanz sowie den fehlerfreien Umgang mit Assistenzsystemen zu steigern, sollten

die Beschäftigten bei der Einführung beteiligt und im Umgang mit den Systemen entsprechend qualifiziert werden.

- Es sollte immer geklärt werden, welche Daten die technischen Assistenzsysteme erfassen, wo diese Daten liegen und wie sie verwendet werden beziehungsweise wie sie für den Betrieb genutzt werden können. Der Umgang mit den personenbezogenen Daten von Beschäftigten, die von den technischen Assistenzsystemen erfasst und weiterverarbeitet werden, sollte mit den Beteiligten geregelt und vereinbart werden.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Bischoff, J. (Hrsg.) (2015). *Erschließen der Potenziale der Anwendung von „Industrie 4.0“ im Mittelstand. Kurzfassung der Studie*. Mülheim an der Ruhr: agiplan GmbH.

Gerke, W. (2015). *Technische Assistenzsysteme. Vom Industrieroboter zum*

Roboterassistenten. Berlin, München, Boston: Walter de Gruyter GmbH.

Ludwig, B. (2015). *Planbasierte Mensch-Maschine-Interaktion in multimodalen Assistenzsystemen*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag – Xpert.press, DOI 10.1007/978-3-662-44819-9_2.

Rathmayer, S., & Pongratz H. (Hrsg.) (2015). *Proceedings of DeLFI Workshops 2015 – co-located with 13th e-Learning Conference of the German Computer Society (DeLFI 2015)*, München.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen
- 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses
- 3.2.3 Technische Assistenzsysteme in Fahrzeugen (wie Navis, Tablets, Bildschirme)
- 3.2.4 Exoskelette
- 3.2.5 Ambient Intelligence, Ambient Assisted Working
- 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)
- 3.2.7 Nutzung von Robotern

⁹ Bischoff 2015, S. 92

3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses

■ **Stichwörter:** Head Mounted Displays, Kontrollbildschirme, Navigationsgeräte, Smartglasses, Smart Mobile Devices, Smartphones, Smartwatches, Tablets

› Warum ist das Thema wichtig?

Smartphones, Laptops, Bildschirme, Tablets, Smartwatches, Smartglasses (kognitiv unterstützende technische Assistenzsysteme) und vergleichbare Systeme stellen oft die Verbindungsstelle zwischen intelligenter Software¹ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI), Mensch und Arbeitsprozess her. Sie erleichtern zum Beispiel den Zugang zu Wissen, informieren und unterweisen beinahe in Echtzeit, haben Einfluss auf die Produktion und die Wertschöpfung. Sie sollen Führungskräfte und Beschäftigte bei den CPS²-basierten 4.0-Prozessen³ unterstützen. Das kann zum

Beispiel bedeuten:

- Optimierung der Auftragsbearbeitung (Datenverarbeitung, Integration von Instandhaltung und Fehlerbeseitigung in Arbeitsprozesse und Dienstleistungen),⁴
- Direktere, schnellere Kommunikation und damit Zeitersparnis.⁵
- Lange Einarbeitungszeiten sind nicht mehr unbedingt erforderlich.
- Ungelernte wie auch erfahrene Arbeitskräfte erledigen neue Aufgaben mit visueller Unterstützung schneller (um 30 bis 40 Prozent⁶).
- Geringste Fehlerquoten und zufriedene Kunden (ein Flugzeugbauer

meldet 90 Prozent weniger Fehler bei 30 Prozent schnellerer Fertigung).⁷

- Leistungsgewandelte Personen können wirkungsvoll unterstützt werden und haben die Möglichkeit, höherwertige Tätigkeiten auszuführen.

Kognitiv unterstützende Assistenzsysteme können bei mangelhafter Gestaltung jedoch auch zu Belastungen und Gefährdungen führen. Die Potenziale der Assistenzsysteme können nur dann voll ausgeschöpft werden, wenn sie sicherheits- und gesundheitsgerecht gestaltet und wirtschaftlich eingesetzt werden.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Kognition, kognitiv

Unter Kognition (und kognitiv) werden hier alle Prozesse der Informa-

tionsverarbeitung verstanden. Der Begriff umfasst zum Beispiel das Wahrnehmen, die Mustererkennung,

die Aufmerksamkeit, das Erinnern, das bildhafte Vorstellen, Denken, Lernen und Problemlösen.⁸

Kognitiv unterstützende technische Assistenzsysteme sind Arbeitsmittel, die in Verbindung mit intelligenter Software (inkl. KI) den Nutzern meist über Displays oder über Sprache Informationen bereitstellen. Sie sollen die Nutzer bei der Informationsverarbeitung unterstützen und bei der Ausführung ihrer Arbeit helfen.

Arten kognitiv unterstützender technischer Assistenzsysteme

Kognitiv unterstützende technische Assistenzsysteme sind beispielsweise:

- Smartglasses beziehungsweise Head-Mounted Displays (HMDs) (es gibt monokulare HMDs, die Informationen vor einem Auge einblenden, und binokulare HMDs,

die beide Augen zur Informationsaufnahme benötigen)

- Smartwatches und andere Wearables
- Smartphones
- Tablets, Notebooks, Laptops
- Bildschirme (fest montiert) an Arbeitsplätzen (Kontrollbildschirme, Multidisplays an Arbeitsplätzen)
- Navigationsgeräte

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁴ BAuA 2016, S. 4

⁵ BAuA 2016, S. 8

⁶ vgl. u. a. Grass 2014; Hartbrich 2014; Senderek & Geisler 2015, S. 38f.

⁷ IG BCE 2017

⁸ Nerding 2003

Viele dieser Arbeitsmittel sind bereits seit geraumer Zeit im Einsatz und haben flächendeckende Verbreitung gefunden. Die neue Qualität der 4.0-Prozesse besteht in der Verknüpfung dieser Arbeitsmittel mit intelligenter Software (inkl. KI), die es ermöglicht, Daten beinahe in Echtzeit zu nutzen und zu übertragen.

Bei der Tätigkeit werden über diese technischen Assistenzsysteme für den Vorgang erforderliche Informationen eingeblendet. Denkbar ist dies beispielsweise in Form von Handlungsanweisungen, Unterweisungen oder Montageanweisungen, Informationen zu Materialien und Werkstoffen, über (mögliche) Fehler, Störfälle oder zum Umgang mit Gefahrstoffen. Diese Assistenzsysteme sind in der Lage, Informationen zum Beispiel in Bezug auf Sprache, Umfang und Inhalte zu personalisieren und auf individuelle Anforderungen (wie Qualifikation, ergonomische Anforderungen, persönliche Situation) einzugehen.

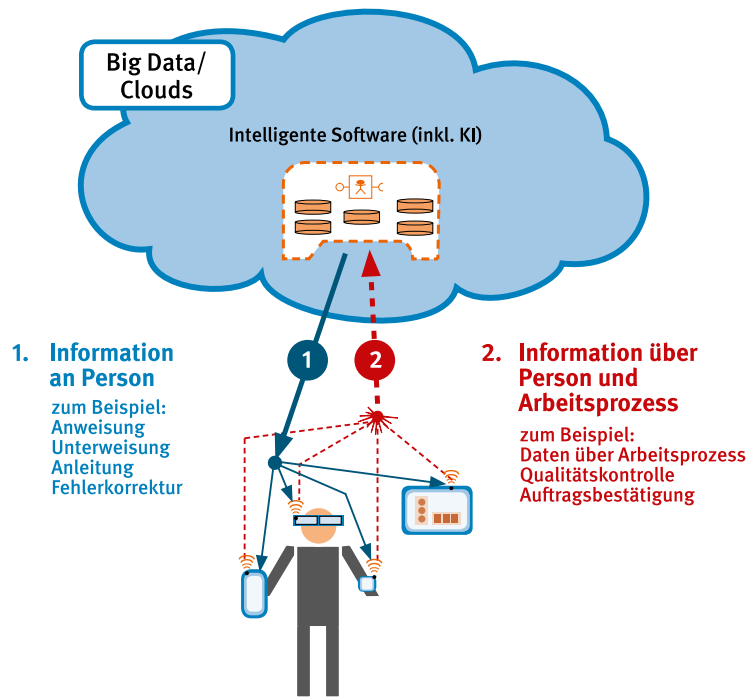


Abbildung 1: Die zwei Informationswege der kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsysteme (eigene Darstellung)

Leistungen kognitiv unterstützender technischer Assistenzsysteme

Kognitiv unterstützende technische Assistenzsysteme können

- Informationen bereitstellen (beispielsweise zum Informieren, Lernen, Feedbackgeben, Überzeugen),⁹
- Vorgaben für Handlungen, Handlungsschritte und -prozesse erzeugen,
- bewertendes Feedback geben.

Kognitiv unterstützende technische Assistenzsysteme liefern nicht nur Informationen, sondern können gleichzeitig Daten sammeln und über intelligente Software (inkl. KI) verarbeiten. Dies können zum Beispiel Daten zu Arbeitsgeschwindigkeit, Arbeitsfortschritt, Fehlerquote, Arbeitsumgebung (zum Beispiel Klima, Temperatur, Licht), Zeiten, Vitaldaten (zum Beispiel Puls, Hauttemperatur), Ort und Bewegung sein.

Jedes kognitiv unterstützende technische Assistenzsysteme sollte ein kurzes Informationsblatt des Her-

stellers enthalten, in dem verständlich erklärt wird, welche Daten das Assistenzsystem erfasst, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer Zugriff auf die Daten hat. *➤ Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*

Nutzung kognitiv unterstützender technischer Assistenzsysteme

Die Nutzung kognitiv unterstützender technischer Assistenzsysteme kann mit Akzeptanzproblemen verbunden sein. Diese können unterschiedliche Ursachen haben wie beispielsweise Mediennutzungsverhalten, Vorerfahrung und Persönlichkeit.¹⁰ In Studien wurden physische und psychische Belastungen bei der Nutzung derartiger Assistenzsysteme festgestellt.¹¹ Vor allem komplexe Informationen über Assistenzsysteme während des Arbeitsprozesses (primäre Arbeitsaufgabe) können die Aufmerksamkeit vom Arbeits- beziehungsweise Fahrprozess abziehen und auf die Nebenaufgabe (sekundäre Arbeitsaufgabe) richten (Lesen,

Verarbeiten der Information des technischen Assistenzsystems).

Die Belastung durch Smart Mobile Devices, insbesondere Smartphones, ähnelt der durch traditionelle Computertechnologien. Dabei spielen eine ungünstige Körperhaltung, häufige Bewegungswiederholungen und einseitige Muskelbelastung eine Rolle. Einfluss haben dabei auch die unterschiedlichen Umgebungsbedingungen. Der Lichteinfall sowie Reflexionen und Blendungen können dazu führen, dass die Nutzer versuchen, den Kontrast durch veränderte Haltungen zu verbessern mit der Gefahr der Fehlhaltung. Die Belastung konzentriert sich auf Nacken oder Handgelenke, in Abhängigkeit davon, ob das Gerät vor dem Gesicht oder tief gehalten wird. Zudem werden die Daumen in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer stark beansprucht. Gleichzeitig können bei der Nutzung Überforderungen entstehen, wenn Kompetenzen zur Bedienung der technischen Assistenzsysteme fehlen.

Zu berücksichtigen ist, dass mobi-

⁹ Zimbardo & Gerrig 1999

¹⁰ vgl. Hartwig 2017, kognitiv unterstützende technische Assistenzsysteme können auch Überzeugungsarbeit leisten (persuasive Assistenzsysteme). Untersuchungen zeigen, dass persuasive Botschaften sich beispielsweise dazu eignen können, Verstöße zu verringern und sicherheitsgerechtes Verhalten zu fördern.

le kognitiv unterstützende technische Assistenzsysteme (Smartphones) die Konzentrationsfähigkeit beeinträchtigen können. So lag bei Tests die Konzentrationsfähigkeit deutlich höher (bis zu 26 Prozent), wenn sich das Smartphone außerhalb der Reichweite der Probanden befand, als wenn sich das Mobilgerät in Nähe etwa der Hände befand.¹² Beim Bedienen von Fahrzeugen ist durch die Handynutzung die Unfallgefahr erhöht; in einer repräsentativen Studie wurde ermittelt, dass der Umgang mit dem Handy das Unfallrisiko im Straßenverkehr um den Faktor 3,6 erhöht.¹³ In diesen Fällen führt das Assistenzsystem nicht zu einer Unterstützung im Arbeitsprozess.

Spezielle Hinweise zum Einsatz von Smartglasses

Speziell beim Einsatz von Smartglasses (Datenbrillen) werden folgende Gefährdungen und Belastungen beschrieben:¹⁴

- Durch eine ungleiche Gewichtsverteilung der Datenbrille können die Muskeln im Gesichtsbereich unterschiedlich stark beansprucht

werden und versuchen, einen Ausgleich zu erzeugen.

- Datenbrillen erfordern eine bis zu 30 Minuten andauernde physiologische Eingewöhnungsphase, die zu der produktivitätsrelevanten Nutzungsphase hinzukommt. Dabei können Augen- und Kopfschmerzen auftreten.
- Die Kopfhaltung bleibt beim Einsatz von Datenbrillen starr. Die Nutzer blicken nicht von der Arbeitsaufgabe auf.
- Der Nutzer hält inne, um Informationen aufzunehmen. Umfangreichere Informationen werden nicht gleichzeitig zur Arbeit wahrgenommen. Dadurch liegt die Aufmerksamkeit nicht mehr bei der primären Arbeitsaufgabe, wodurch Gefährdungen entstehen können.
- Die visuelle Ermüdung ist höher und tritt schneller ein als beispielsweise bei Tablet-Nutzung. Ältere Beschäftigte sind davon stärker betroffen.
- In Abhängigkeit von der Gestaltung der Datenbrille werden Komfort und damit Trageakzeptanz negativ oder positiv beeinflusst.

Für Leistungsgewandelte sowie An- und Ungelernte bieten kognitiv unterstützende technische Assistenzsysteme neue Möglichkeiten, ganzheitlich beziehungsweise schnell auch in anspruchsvollere Arbeitsaufgaben eingebunden zu werden. Facharbeiter können ebenso von geringeren Einarbeitungszeiten und gezielten Hinweisen auf auftragsspezifische Änderungen beziehungsweise Abweichungen von Standards profitieren. Wichtig ist dabei, dass Informationen nach Art und Umfang in Abhängigkeit der Erfahrung der jeweiligen Person dargestellt werden. Anderenfalls können gerade Facharbeiter sich bevormundet oder unterfordert fühlen. Auch das Einbringen von Erfahrungswissen sowie Handlungsspielräume und die Verantwortlichkeit, wichtige Aspekte einer gesunden Arbeit, können eingeschränkt werden. Eine gezielte situations- und personenspezifische Unterstützung können Assistenzsysteme nur dann leisten, wenn entsprechende Informationen erfasst werden, daraus ergibt sich prinzipiell die Möglichkeit der Leistungskontrolle.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Die Möglichkeit, kognitiv unterstützende technische Assistenzsysteme am Arbeitsplatz einzusetzen und so Informationen in Echtzeit zur Verfügung zu haben, bietet die Chance, die Qualität der Arbeit sowie die Effektivität und Effizienz zu erhöhen. Das zeigt sich in folgenden Beispielen:

- Fehler und Gefährdungen können vermieden beziehungsweise frühzeitig erkannt werden.
- Beschäftigte und Führungskräfte können mehr Informationen über laufende Prozesse in Echtzeit erlangen.
- Hersteller können bei Bedarf direkt Anlagen und Arbeitsmittel warten beziehungsweise Nutzer anweisen, Probleme zu beseitigen.¹⁵
- Learning on the Job wird ermöglicht, indem schrittweise an neue

Arbeitsweisen und -inhalte herangeführt wird.

- Sicherheitsunterweisungen können je nach personeller Anforderung individualisiert werden (zum Beispiel bezogen auf Sprache, Leistungsstand, aktuelles Problem) und direkt bei Bedarf stattfinden.
- Wirkungsvolle Qualitätssicherung kann erreicht werden, indem Assistenzsysteme Produkte mit den Zielparametern abgleichen und dokumentieren¹⁶ (in der Flugindustrie werden Nietverbindungen digital kontrolliert: Tablets werden darübergehalten und melden eventuelle Abweichungen).¹⁷
- Die Nutzung von vielen kognitiv unterstützenden Assistenzsystemen kann zu einer Erhöhung der Arbeitszufriedenheit beitragen, wenn sie

Informationen in einer interaktiven und persönlichen Form bereitstellen.

- Außerdem können die meisten dieser Assistenzsysteme auch im Privatleben genutzt werden (falls erlaubt). Dies kann die Bindung an den Betrieb und die Arbeitsmotivation der Beschäftigten erhöhen.

Gefahren: Wenn der Einsatz von kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsystemen nicht sicher und gesundheitsgerecht gestaltet ist, können auch Gefahren und Belastungen auftreten.

- Durch ungeeignete Passung zwischen Aufgabe und Technologie (Task-Technology Fit) können Motivation, Arbeitszufriedenheit und individuelle Arbeitsleistung sinken.¹⁸

¹² Senderek & Geisler 2015, S. 39

¹³ vgl. u. a. Meetz 2009; Tegtmeier 2016

¹⁴ Kaspersky-lab 2016

¹⁵ vgl. Dingus et al. 2016; Metz 2009

¹⁶ Tegtmeier 2016

¹⁷ vgl. u. a. Blinn et al. 2010

¹⁸ vgl. Haase et al. 2016, S. 19f.

- Konzentrationsfähigkeit und Aufmerksamkeit für die primäre Arbeitsaufgabe können beeinträchtigt werden, wenn Regelungen im Umgang mit den Assistenzsystemen fehlen. Erfordert die Aufgabe das vollständige Sicht- und Blickfeld sowie ständige Aufmerksamkeit, sind Smartglasses nicht zu empfehlen.¹⁹
- Fehlende Vorbereitung und fehlende Qualifizierung im Umgang mit den Assistenzsystemen können zu Akzeptanzproblemen, Unzufriedenheit, Fehlern im Ablauf und zu Produktivitätsverlusten führen.
- Eine eventuelle ständige Erreichbarkeit kann die Zufriedenheit der Beschäftigten und ihre Leistungsbereitschaft negativ beeinträchtigen (erweiterte arbeitsbezogene Erreichbarkeit).
- Der Umgang mit unzureichend gestalteten kognitiv unterstützenden Assistenzsystemen kann zu ungünstigen Körperhaltungen, häufigen Bewegungswiederholungen und einseitigen Muskelbelastungen führen.
- In Abhängigkeit von der Arbeitsumgebung können Reflexionen und Blendungen entstehen, unter denen die Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfähigkeit leidet.
- Entsprechen die Software und die Betriebssysteme der Assistenzsysteme nicht den softwareergonomischen Kriterien, können negative Auswirkungen auf die Produktivität, die Leistungsfähigkeit und -bereitschaft der Beschäftigten oder die Trainingskosten entstehen.
- Werden personenbezogene Daten durch die Assistenzsysteme ohne Einwilligung beziehungsweise Vereinbarung mit den Nutzern erhoben, können Ängste und Misstrauen wie die Sorge vor nicht bekannten Leistungskontrollen entstehen.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Folgende Maßnahmen können beispielsweise helfen, den Einsatz von kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsystemen (wie Smartphones, -watches, -glasses, Tablets) sicher, gesundheitsgerecht und produktiv zu gestalten:

Maßnahmen vor der Anschaffung der kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsysteme

- Analysieren, welche Assistenzsysteme bei welchen Arbeitsaufgaben eingesetzt werden sollen, und festlegen, welche Art der Geräte sinnvoll für die angestrebte Nutzung ist; beispielsweise eignen sich Smartphones und Tablets nur für den kurzfristigen Einsatz oder einen Einsatz mit abwechslungsreichen Tätigkeiten und entsprechenden Pausen, da eine ergonomische Handhabung, insbesondere durch das Fehlen der Trennung von Tastatur und Bildschirm sowie eine geringe Größe, nicht möglich ist. Vor- und Nachteile der einzelnen Gerätetypen in Bezug auf die geplanten Arbeitseinsätze abwägen. Durch gute Passung zwischen Aufgabe und Technologie (Task-Technology Fit) steigt in der Regel auch die individuelle Arbeitsleistung, da die Anforderungen der Aufgabe besser erfüllt werden können.²⁰
- Analysieren, welche Software verwendet wird und wie die Informationen über die Assistenzsysteme an die Führungskräfte und Beschäftigten weitergegeben werden sollen. Informationen, die keine Relevanz haben beziehungsweise nicht benötigt werden, sollten nicht dargestellt werden.
- Vom Hersteller kurze und verständliche Informationen einfordern, welche Daten das technische Assistenzsystem erfasst, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer Zugriff auf die Daten hat. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*
- Wird die primäre Arbeitsaufgabe durch Informationen über das kognitiv unterstützende Assistenzsystem beeinflusst, ist gegebenenfalls eine Neubewertung des Tätigkeits- oder Aufgabenprofils durchzuführen (zum Beispiel veränderte Arbeitsabläufe, Kompetenzaufbau und Qualifikation).
- Gespräch mit Führungskräften und Beschäftigten führen, welche Erfahrungen mit vorhandenen kognitiv unterstützenden Assistenzsystemen vorliegen und welche Anforderungen die anzuschaffenden Assistenzsysteme erfüllen sollten.
- Gegebenenfalls mit Hersteller, IT-Dienstleister oder Programmierer überprüfen, ob die bestehenden und geplanten Softwareprogramme mit den Geräten für die vorgesehene Nutzung geeignet sind und wie sie integriert werden können (Individualsoftware versus Standardsoftware).
- Überprüfen, ob Hardware, Betriebssysteme und Software sowie Schnittstellen für weiterführende Nutzung geeignet sind (Machbarkeitsanalyse).
- Die Softwareergonomie²¹ beachten wie zum Beispiel Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Steuerbarkeit, Fehler-toleranz, Erwartungskonformität, Individualisierbarkeit, Lernförderlichkeit.
- Die Geräteergonomie beachtet zum Beispiel reflexionsfreie Displays (Anti-Glare), gut sitzend, geringes, gleichmäßig verteiltes Gewicht, individuell anpassbar.
- Gegebenenfalls interne und externe Experten hinzuziehen – Fachkraft für Arbeitssicherheit, Betriebsärzte, IT-Experten, Datenschutzbeauftragte, technische Berater.
- Erfahrungen anderer Unternehmer bezogen auf die anzuschaffenden Assistenzsysteme einholen und sich vom Anbieter Referenzkunden nennen lassen.
- Gefährdungsbeurteilung zum Ar-

¹⁹ IG BCE 2017

²⁰ BAuA 2016, S. 9

²¹ DGUV 2016

beitseinsatz der geplanten Geräte durchführen, um Risiken, mögliche Belastungen und Gefährdungen zu ermitteln und zu berücksichtigen. Dabei auch die Arbeitsabläufe (wie Bewegungen, Körperhaltungen beziehungsweise Standort des Assistenzsystems, Blickverhalten, Konzentration für Arbeitsabläufe) und die Arbeitsumgebung (wie Reflexionen, Blendung) mitberücksichtigen. Möglicherweise kann hier ein Muster der Berufsgenossenschaften hilfreich sein.

- Überprüfen, ob Hilfsmittel sinnvoll und erforderlich sind, wie zum Beispiel Entlastung von Armen und Rücken durch Aufsteller, Halterungen für Tablets, Eingabehilfen, Touchkissen, Eingabestift (Stylus).
- Auch die notwendigen Hilfsmittel und Zusatzgeräte anschaffen wie etwa Schutztaschen und Ladekabel, eventuell eine Kfz-Freisprechanlage für Beschäftigte im Vertrieb.
- Den Einsatz der Assistenzsysteme zuerst an einem Arbeitsplatz/ in einem Teil des Betriebes erproben. Vor- und Nachteile mit den Führungskräften und Beschäftigten auswerten.
- In Betrieben mit Interessenvertretung Mitbestimmung²² gewährleisten.

Einführung und Voraussetzung für den Einsatz der kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsysteme

- Festlegen, wie die Informationen aufgenommen werden sollen – zum Beispiel Signal-Informationen die in ein bis zwei Sekunden wahrgenommen werden können²³, können während des Arbeitsprozesses (primäre Arbeitsaufgabe) verarbeitet werden, für komplexere Informationen sind Unterbrechungen im Arbeitsprozess vorzusehen beziehungsweise es sind vergleichbare Regelungen zu treffen.
- Einsatzbedingungen festlegen, wie zum Beispiel Smartphone

› Richtwert für die Arbeitsdauer mit Smartphones: fünf Minuten andauernde Tätigkeit²⁴; Beschäftigte sollten zum Beispiel regelmäßig die Möglichkeit bekommen, die Datenbrille abzusetzen, um die Augen zu entlasten.

- Vereinbarungen zum Umgang mit personenbezogenen Daten und zum Datenschutz treffen. Überlegen und festlegen, welche Sicherheitsmaßnahmen beim Einsatz der kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsysteme erforderlich sind.
- Beim Einsatz von kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsystemen genau prüfen, welche Beschäftigten die Geräte erhalten sollen. Dabei auch Aspekte des Gerechtigkeits- und Gleichheitsprinzips beachten, da die Nutzungsmöglichkeit auch als Auszeichnung empfunden werden kann.
- Beim Einsatz von Smartglasses Voraussetzungen beziehungsweise Bedarfe von Brillenträgern beachten.
- Überprüfen, ob den Beschäftigten eine arbeitsmedizinische Vorsorge angeboten werden muss oder ob sie durchzuführen ist²⁵; sich vom Betriebsarzt beraten lassen.
- Arbeitsanweisungen zum Umgang mit dem kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsystem erstellen, in denen auch die Art der Informationsaufnahme und die Einsatzbedingungen sowie der sichere und gesundheitsgerechte Umgang berücksichtigt werden.
- Führungskräfte und Beschäftigte wenn erforderlich im sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit dem Assistenzsystem trainieren.
- Alle Beteiligten über die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen der kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsysteme informieren und zur Einhaltung verpflichten (zum Beispiel Vorgaben für die Verwendung von Passwörtern oder das Festlegen von Sperren nach längerer Inaktivität des Gerätes).

Arbeitsanweisung/Vereinbarung mit Beschäftigten zum Umgang mit den kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsystemen

Vor dem Einsatz der kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsysteme sollten die folgenden Punkte als Arbeitsanweisung festgelegt werden. Zu empfehlen ist es, diese Punkte mit den Beschäftigten zu vereinbaren – möglichst schriftlich als Arbeitsanweisung oder als Betriebsvereinbarung.²⁶

- Festlegen, wie die kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsysteme während der Arbeitszeit genutzt werden sollen.
- Festlegen, ob und wie die kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsysteme für private Zwecke genutzt werden können.
- Festlegen, ob und wie die Assistenzsysteme auf öffentlichen Internet-Plattformen genutzt werden (auch Verbot der Bekanntgabe von Betriebs- oder Firmengeheimnissen oder von urheberrechtlich geschütztem Material).
- Alle Beteiligten sollten wissen, welche Daten und welche Zugriffsmöglichkeiten die eingesetzte Administrationssoftware („Mobile Device Management“ [MDM]) bietet (zum Beispiel Zugriff auf die Inhaltsdaten wie Fotos oder E-Mails, Überblick über Kommunikationspartner, gegebenenfalls auch Inhalte der Kommunikation, das Abrufen von Log-in-Zeiten, Überwachung von Ortungsdaten).
- Festlegen, welche Daten das technische Assistenzsystem erhebt (zum Beispiel Benutzeraktivität, Datum und Uhrzeit, Identifizierung des zugreifenden Rechners oder Nutzers, Abläufe, Daten über den Nutzer). Berücksichtigen, dass Protokolldaten nach § 31 Bundesdatenschutzgesetz nicht zur Auswertung personenbezogener Daten verwendet werden dürfen.
- Festlegen, dass Zugriff auf die personenbezogenen Daten der Beschäftigten protokolliert wird.

²² § 87 Abs. 1 Nr. 6 sowie § 90 Abs. 1 Nr. 3 BetrVG

²³ vgl. Meetz 2009, S. 20f.

²⁴ DGUV Information 211-036, 2016, S. 22

²⁵ VBG 2015 (detaillierte Informationen zur arbeitsmedizinischen Vorsorge bei Bildschirmarbeit)

²⁶ vgl. u. a. Thannheiser 2014; HBS 2017

Die Betriebsvereinbarung ist eine Empfehlung, die Wahrung von Unterrichts-, Beratungs- und Mitbestimmungsrechten erfordert nicht automatisch eine Betriebsvereinbarung.

- Festlegen, was bei der Nutzung kognitiv unterstützender technischer Assistenzsysteme protokolliert und festgehalten wird.
- Festlegen, wann die gespeicherten Daten gelöscht werden.
- Festlegen, wer die Protokolldaten einsehen darf. Gegebenenfalls diese Personen zur Verschwiegenheit verpflichten (zum Beispiel Systemadministrator).
- Festlegen, dass die erhobenen Daten nicht weitergegeben werden (beziehungsweise wenn doch, unter welchen Bedingungen).
- Mit den Beschäftigten klären, ob und welche privaten Apps auf den technischen Assistenzsystemen genutzt werden dürfen. Das Anfertigen von Sicherheitskopien und die spätere Übernahme der gekauften Apps auf andere Mobilgeräte kann je nach mobilem Betriebssystem mittelschwer bis gar nicht möglich sein.
- Festlegen, ob und wenn ja, wann die Führungskräfte und Beschäftigten über die kognitiv unterstützten technischen Assistenzsysteme außerhalb der Arbeitszeit erreicht werden können. Eine dienstliche Nutzung außerhalb der Arbeitszeit soll nur in Ausnahmefällen erfolgen beziehungsweise wenn dies zu ihren Aufgaben gehört (beispielsweise Rufbereitschaft, Administration).
- Ein Fernzugriff auf die Smartphones ist nur unter ausdrücklicher Zustimmung des Betroffenen zulässig. Vereinbaren, ob, wie und zu welchen Themen dies möglich ist.
- Jeder Beschäftigte erhält das Recht, Einsicht in die über ihn erhobenen Daten zu erhalten. Fehlerhafte Daten sind zu berichtigen oder zu löschen.
- Festlegen, wie vermuteter Missbrauch von Datennutzung kontrolliert wird (zum Beispiel Einsicht des Beschäftigten beziehungsweise eines von ihm legitimierten Experten in Protokolle).
- Festlegen, dass nach aktueller Datenschutzgesetzgebung gearbeitet wird.
- Regeln, dass die Weitergabe des kognitiv unterstützenden techni-

schen Assistenzsystems an Dritte oder Fremde (auch vorübergehend) nicht zulässig ist, beziehungsweise vereinbaren, wann dies der Fall ist.

- Ein Verfahren für den Fall festlegen, dass ein Gerät verloren gegangen ist.

Einsatz der kognitiv unterstützten technischen Assistenzsysteme

- Alle Führungskräfte und Beschäftigten sorgfältig anhand der Arbeitsanweisungen informieren und unterweisen.
- Die Kontraststärke der Geräte muss der Umgebungsbeleuchtung angepasst sein (Leuchtdichte mindestens 400 Candela/m²).²⁷
- Zeichen und Grafiken sollten ausreichend groß dargestellt werden.
- Anweisen, dass sämtliche Funk- (wie WLAN, Bluetooth), Infrarot- und andere Kommunikationschnittstellen zu deaktivieren sind, sofern diese nicht benutzt werden.
- In Teambesprechungen regelmäßig Erfahrungen mit dem Einsatz der Assistenzsysteme auswerten und Verbesserungsmaßnahmen festlegen.

Maßnahmen beim Einsatz von Smartglasses

Bei Smartglasses/Datenbrillen²⁸ sind unter anderem folgende Maßnahmen relevant:

- Datenbrillen sollten grundsätzlich nur eingesetzt werden, wenn es die Art der Aufgabe erfordert. Möglicherweise ist die Nutzung herkömmlicher Arbeitsmittel (zum Beispiel Displays) eher geeignet.
- Zeit zur Gewöhnung des Tragens und des Arbeitens mit Smartglasses vorsehen und einplanen.
- Geeignete Ausführung, um Akzeptanzprobleme und Belastungen zu verringern: keine Blickfeldstörung, hoher Tragekomfort, gute Akkulaufzeit, ästhetische Gestaltung, einfache Bedienung, individuelle Einstellmöglichkeiten fördern den Tragekomfort.
- Verständliche Anleitung zur Einstellung und Kalibrierung von Datenbrillen, ausreichend Information beim „Erstkontakt“.
- Individuelle Einstellung und Anpas-

sung von Leuchtdichte und Kontrast ermöglichen.

- Kleinere Pausen vorsehen, um die Belastung und Beanspruchungen zu reduzieren und gleichzeitig Erholung zu ermöglichen.
- Verwendung in Form eines Helms statt einer Kopfhaltung. Dieser wird eher akzeptiert und das Tragen als angenehmer empfunden (Tragekomfort).
- Konstante Lichtverhältnisse schaffen.
- Blendung und Spiegelungen vermeiden.
- Einsatz im Außenbereich überprüfen.
- Die gleichzeitige Verwendung von Gleitsicht- oder normalen Brillen muss mitberücksichtigt und die Datenbrille gegebenenfalls daran angepasst werden.

Maßnahmen für den Einsatz von privaten Geräten (BYOD „Bring Your Own Device“)

Zunehmend ermöglichen Unternehmen den Beschäftigten, ihre privaten Geräte bei der Arbeit einzusetzen (BYOD „Bring Your Own Device“). Hier sind unter anderem folgende Maßnahmen zu beachten:²⁹

- Festlegen der Zugriffsrechte der Administration des Unternehmens auf das private Gerät.
- Sicherstellen, dass private und geschäftliche Daten getrennt sind.
- Das Unternehmen sollte jederzeit die Kontrolle über geschäftliche Daten wie E-Mails, Dokumente und Applikationen haben (Zugangskontrolle, da Unternehmen Verantwortung insbesondere für personenbezogene Daten trägt). Dies ist softwaretechnisch einzurichten.
- Regeln, dass das Unternehmen nicht auf die privaten Daten zugreifen kann.
- Festlegen, welche Sicherheitsaspekte bei der Nutzung zu berücksichtigen sind.
- Regeln, wie private und dienstliche Informationstechnik gewartet und repariert wird.
- Kostenregelungen eindeutig (möglichst schriftlich) vereinbaren.

²⁷ DGVU Information 211-036, 2016, S. 44; BAuA 2016

²⁸ BAuA 2011

²⁹ Detaillierte weitere Hinweise: Bitkom 2013

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011). *Datenbrillen – Aktueller Stand von Forschung und Umsetzung sowie zukünftiger Entwicklungsrichtungen*. Workshop vom 20. Juni 2011 in Dortmund. 1. Auflage. Dortmund: BAuA.
- BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2016). *Head-Mounted Displays – Arbeitshilfen der Zukunft – Bedingungen für den sicheren und ergonomischen Einsatz monokularer Systeme*. Berlin: BAuA.
- BetrVG – Betriebsverfassungsgesetz, 17.07.2017.
- DGUV Information 211-036 (2016). *Belastungen und Gefährdungen mobiler IKT-gestützter Arbeit im Außendienst moderner Servicetechnik*. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV).
- Bitkom Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (2013). *Bring Your Own Device*. Berlin.
- Blinn, N., Nüttgens, M., Fellmann, M., Thomas, O., & Schlicker, M. (2010). Produktivitätssteigerung technischer Kundendienstleistungen durch intelligente mobile Assistenzsysteme. In Gesellschaft für Informatik e. V. (Gl) Informatik, 2010, *Service Science – Neue Perspektiven für die Informatik*. Beiträge der 40. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e. V. (Gl) (S. 681–686), Band 1, Leipzig: Gesellschaft für Informatik e. V. (Gl).
- DGUV Information 215-450 (2016). *Softwareergonomie*. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV).
- Dingus, T. A., Feng, G., Leea, S., Antina, J. F., Pereza, M., Buchanan-Kinga, M., & Hankeya, J. (2016). Driver crash risk factors and prevalence evaluation using naturalistic driving data. In *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 113 no. 10, (S. 2636–2641). www.pnas.org/content/113/10/2636.abstract. Zugegriffen: 15.05.2018.
- Grass, K. (2014). *Hilfskraft + Datenbrille = Facharbeiter*. Spiegel-online, Stand: 29.09.2014. <http://www.spiegel.de/karriere/datenbrillen-bei-der-arbeit-ersatz-fuer-facharbeiter-a-993221.html>. Zugegriffen: 10.04.2017.
- Haase, T., Termath, W. & Schumann, M. (2016). Integrierte Lern- und Assistenzsysteme für die Produktion von morgen. In *Industrie 4.0 Management* 32 (3), S. 19–22.
- Hartbrich, I. (2014). *Das Handbuch auf der Nase – Wenn teure Maschinen kaputt sind, sollen Datenbrillen beim Reparieren helfen*. DIE ZEIT. <http://www.zeit.de/2014/36/datenbrille-service-reparatur>. Zugegriffen: 10.04.2017.
- Hartwig, M. (2017). *Sicher und gesund durch persuasive Technologien?* Forschung Projekt F 2327. Dortmund/Berlin/Dresden: BAuA. doi:10.21934/baua:bericht20170418.
- HBS, Hans-Böckler-Stiftung (2017). *Archiv Betriebsvereinbarungen, Themenbereich: EDV – IT – Datenschutz – Kommunikation*. <https://www.boeckler.de/594.htm#bvdoku32572>. Zugegriffen: 12.04.2017.
- IG BCE (2017). *Datenbrille. Faktenblätter Arbeiten 4.0*. <https://www.igbce.de/vanity/renderDownload-Link/101090/134954>. Zugegriffen: 15.05.2018.
- Kaspersky-lab (2016). *I don't want to miss a thing – Why we cannot keep our fingers off our*. Nottingham, Würzburg: Nottingham-Trent-University, Universitäten Würzburg. http://newsroom.kaspersky.eu/fileadmin/user_upload/de/Downloads/PDFs/L_dont_want_to_miss_a_thing.pdf. Zugegriffen: 12.04.2017.
- Metz, B. (2009). *Worauf achtet der Fahrer? – Steuerung der Aufmerksamkeit beim Fahren mit visuellen Nebenaufgaben*. Würzburg: Psychologisches Institut der Universität Würzburg. http://www.psychologie.uni-wuerzburg.de/izvw/texte/2009_Metz_Diss.pdf. Zugegriffen: 12.02.2017.
- Nerdinger, F. W. (2003). *Grundlagen des Verhaltens in Organisationen*. Stuttgart: W. Kohlhammer GmbH, S. 24.
- Senderek, R., & Geisler, K. (2015). Assistenzsysteme zur Lernunterstützung in der Industrie 4.0. In S. Rathmayer & H. Pongratz ((Hrsg.), *Proceedings of DeLFI Workshops 2015, co-located with 13th e-Learning Conference of the German Computer Society (DeLFI 2015)*. München, September 1, S. 36–46.
- Tegtmeier, P. (2016). *Review zu physischer Beanspruchung bei der Nutzung von Smart Mobile Devices*. Berlin, Dresden, Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- Thannheiser, A. (2014) *Mobile Endgeräte – Smartphone, Handys, Blackberry und Tablets. Betriebs- und Dienstvereinbarungen. Kurzauswertungen*. HBS. https://www.boeckler.de/pdf/mbf_bvd_mobile_endgeraete_14.pdf. Zugegriffen: 15.05.2018.
- Theis, S., Pfendler, C., Alexander, T., Mertens, A., Brandl, C., & Schlick, C. M. (2016). *Head-Mounted Displays – Bedingungen des sicheren und beanspruchungsoptimalen Einsatzes: Physische Beanspruchung beim Einsatz von HMDs*. Projekt F 2288. Berlin, Dresden, Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- VBG (2015). *DGUV Grundsatz für arbeitsmedizinische Untersuchungen „Bildschirmarbeitsplätze“ G 37* (mit Kommentar), Hamburg: Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG).
- Wille, M. (2016). *Head-Mounted Displays – Bedingungen des sicheren und beanspruchungsoptimalen Einsatzes: Psychische Beanspruchung beim Einsatz von HMDs*. Projekt F2288. Berlin, Dresden, Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- Zimbardo, P. G., & Gerrig, R. J. (1999). *Psychologie* (S. 13, 275). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)

3.2.3 Technische Assistenzsysteme in Fahrzeugen (wie Navis, Tablets, Bildschirme)



■ **Stichwörter:** Fahrerarbeitsplatz, Fahrzeuge, Informationsaufnahme, Informationsverarbeitung, IT-Terminals, Navigationssysteme, Straßenverkehr

> Warum ist das Thema wichtig?

Fahrzeuge in der Arbeitswelt – wie zum Beispiel Pkws, Lkws, Flurförderfahrzeuge, Erdbaumaschinen, Busse – werden zunehmend mit Kommunikations- und Informationssystemen ausgestattet, die in 4.0-Prozesse¹ cyber-physischer Systeme (CPS)² in-

tegriert sind. Diese über intelligente Software³ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) teilweise oder ganz gesteuerten Systeme sollen die Disposition oder die Flottensteuerung sowie die Arbeitsabläufe vereinfachen und effizienter machen. Bei sinnvoller

Anwendung können diese 4.0-Technologien⁴ den Fahrer von fahrfremden Tätigkeiten entlasten, Gefährdungen verringern und ein gesundheitsgerechtes sowie produktives Arbeiten sowie effiziente Abläufe ermöglichen.

In dieser Umsetzungshilfe geht es nicht um selbstfahrende Fahrzeuge, sondern um kognitiv unterstützende Assistenzsysteme im Fahrzeug, die während des Fahrens Informationen zum Fahren oder zum Arbeitsprozess oder zur Arbeitsaufgabe liefern > Siehe Umsetzungshilfe 3.1.5 Sicherheit autonom fahrender Fahrzeuge.

> Worum geht es bei dem Thema?

Die kognitiv unterstützende technische Assistenzsysteme in Fahrzeugen stellen über Displays oder über Sprache Informationen zum Fahren, zum Arbeitsprozess oder zur Arbeitsaufgabe bereit. > *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses.* Technische Assistenzsysteme in Fahrzeugen sind zum Beispiel Displays oder Sprachsysteme von

- Tablets, Smartphones, Notebooks, die über Haltesysteme im Blickfeld des Fahrers montiert sind,
- Navigationssysteme,
- IT-Terminals im Blickbereich als Bestandteil von Organisationssystemen des Betriebes mit möglicherweise komplexeren Bedienfunktionen.

Zu kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsystemen in Fahrzeugen zählen auch Head-up-Displays (HUDs), die Informationen im Sichtfeld des Fahrers auf die Frontscheibe und/oder auf den Außenspiegel projizieren.

Diese Assistenzsysteme im Fahrzeug erfüllen drei grundlegende Funktionen:

- Informationen *an* den Fahrer
- Dateneingabe *des* Fahrers
- Informationen über den Fahrer und den Arbeitsprozess an die intelligente Verwaltungs-/Organisationssoftware des Betriebes oder an andere Plattformen (zum Beispiel von Dienstleistern, Herstellern)

Im Einzelnen erfüllen die kognitiv unterstützenden technischen Assis-

tenzsysteme in Fahrzeugen unter anderem folgende Funktionen:⁵

- Informationen zu zentral gesteuerten Auftragsvergaben
- Informationen zur Disposition (zum Beispiel Routenplan, Kundenadressen, Auslieferungsliste, Verkehrslage),
- Navigation
- Informationen zur sicheren und produktiven Durchführung des Arbeitsprozesses sowie zur Anleitung von Tätigkeiten
- Hinweise auf Gefährdungen im Fahr- und Arbeitsprozess (zum Beispiel Fahrsituation, Personen im Schwenkbereich, fehlerhafte Beladung)
- Qualitätssicherung und Fehlerkontrolle

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁴ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁵ DGVU Information 211-031, 2009, S. 7f.

- Informationen zur Steuerung und Überwachung von an- beziehungsweise aufgebauten Geräten am Fahrzeug
- Technisch unterstützte Ausführung festgelegter Tätigkeiten, wie zum Beispiel mit einem zentralen Steuerungssystem verbundene Datenerfassung der Arbeitsabläufe

Noch stärker als bei stationären Arbeitsplätzen ist bei Fahrerarbeitsplätzen zwischen primärer (Bedienen des Fahrzeugs und seiner Einrichtungen) und sekundärer Arbeitsaufgabe (Informationsaufnahme über technische Assistenzsysteme) zu unterscheiden.

Ein Problem beim Führen von Fahrzeugen besteht darin, dass die primäre Arbeitsaufgabe, die Bedienung des Fahrzeugs und seiner Einrichtungen, in der Regel die volle Aufmerksamkeit des Fahrzeugführers verlangt. Der Umgang mit dem kognitiv unterstützenden Assistenzsystem erfordert jedoch zusätzlich mentalen Aufwand für das Wahrnehmen und Verarbeiten der Information und kann so den Fahrzeugführer ablenken. Inwieweit Aufmerksamkeit von der primären Arbeitsaufgabe durch das Assistenzsystem abgezogen wird, hängt auch von der Dauer und der Art der Information ab. Als grobe Grundorientierung für die Dauer und Art der Information lassen sich folgende zwei Typen ableiten:⁶

- *Die Kurz-Information für den Fahrzeugführer – kurze Hinwendungsdauer:* Bei der Kurz-Information handelt es sich um Signale und Anzeigen, die quasi „mit einem Blick“ erfasst werden können. Diese Informationen sind oftmals Bestandteil von Handlungsroutinen (Gewohnheiten) und Automatismen.⁷

Sie werden eher nicht bewusst oder auf einer geringen Aufmerksamkeitsstufe bewusst vom Gehirn des Fahrers verarbeitet.⁸ Hierzu gehören beispielsweise Informationen wie Kilometerangabe, Ortsangabe, Ja/Nein-Informationen zu Arbeitsabläufen, Kontrollblick auf Videobild, eine kurze Sprachinformation (zum Beispiel „links fahren“, „rechts fahren“). Nach Studien aus dem Straßenverkehr beträgt die Blickabwendungsdauer für derartige visuelle Kurzinformationen zwischen 0,5 bis 2 Sekunden.⁹ Diese Art der Informationen belasten nicht das Aufmerksamkeits-Bewusstsein¹⁰ und können parallel zum Arbeits- und Fahrprozess wahrgenommen werden.

- *Die komplexe Information für den Fahrzeugführer – längere Hinwendungsdauer:* Bei umfassenderen Informationen werden komplexere Inhalte vermittelt, die nicht „mit einem Blick“ zu erfassen sind. Hierzu gehören beispielsweise Orientierung auf dem Navigationssystem mit einer komplexeren Darstellung, Lesen von Informationen zur Arbeitsaufgabe, Erklärungen zu Fehlerkorrekturen, Informationen zur Auftragsvergabe. Diese Informationen erfordern, dass sich der Fahrzeugführer mit ihnen beschäftigt. Er muss sie lesen und verstehen, darüber nachdenken und gegebenenfalls antworten (Daten eingeben). Diese Informationen sind in der Regel neu und wichtig für den Fahrzeugführer und erreichen sein Aufmerksamkeits-Bewusstsein. Da das Gehirn aber nur eine begrenzte Anzahl von Informationen gleichzeitig bewusst

verarbeiten kann, muss es andere Informationen zur Seite schieben.¹¹ Das kann bedeuten, dass sich die Aufmerksamkeit der Information aus dem Assistenzsystem zuwendet und vom Arbeits- und Fahrprozess abgezogen wird. Die Verarbeitung dieser Informationen durch den Fahrzeugführer lässt sich nicht mit dem Arbeits- und Fahrprozess vereinbaren. Hier ist zu organisieren, dass diese beiden Prozesse so stattfinden können, dass der Fahrzeugführer sich immer nur auf eine der beiden Aufgaben konzentrieren muss (zum Beispiel sicherstellen, dass komplexe Informationen nur bei stehendem Fahrzeug gelesen und bearbeitet werden).

Diese Unterschiede zwischen Kurz-Informationen und komplexen Informationen sind bei der Planung des Fahr- und Arbeitseinsatzes zu berücksichtigen.

Technische Assistenzsysteme in Fahrzeugen können mit betrieblichen oder außerbetrieblichen CPS verknüpft sein, zum Beispiel mit Prozesssteuerung oder Personaleinsatzplanung, Hersteller- oder Kundensystemen, Smart-Home-Systemen. So können Daten des Fahrzeugführers, seines Fahrverhaltens und des Fahrprozesses (zum Beispiel Standorte, Bewegungsprofile) beinahe in Echtzeit erfasst, an betriebliche CPS weitergegeben und von ihnen verarbeitet werden. Auf Basis der Verarbeitung der Daten aus einem oder mehreren Fahrzeugarbeitsplätzen kann das CPS Arbeitsanweisungen generieren, die über die Assistenzsysteme wieder in den Fahrprozess einfließen können.

⁶ vor allem aus Studien aus den Bereichen Straßenverkehr und Gefahrenkognition bei Katastrophen; vgl. u. a. Hofinger 2003; Israel 2012; Metz 2009; Ungerer & Morgenroth 2001; Wickens 2008

⁷ vgl. u. a. Hofinger 2003, S. 122; Zimbardo & Gerrig 1999, S. 171f.

⁸ Roth 1997, S. 229

⁹ Metz 2009, S. 20f.

¹⁰ Roth 1997, S. 214

¹¹ vgl. Hofinger 2003, S. 122; Ungerer & Morgenroth 2001, S. 17f.; Zimbardo & Gerrig 1999, S. 166ff.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Alle Chancen und Gefahren, die in der Umsetzungshilfe 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses (kognitiv unterstützende technische Assistenzsysteme) aufgeführt sind, gelten auch für die speziellen kognitiv unterstützenden Assistenzsysteme im Fahrzeug.

Kognitiv unterstützende technische Assistenzsysteme am Arbeitsplatz einzusetzen bietet unter anderem zusätzlich folgende **Chancen**:

- Qualität des Fahrer Arbeitsplatzes erhöhen und die Routineaufgaben vereinfachen
- Effektivität und Effizienz der Arbeitsabläufe und Wertschöpfungsketten verbessern
- Fehler und Gefährdungen erkennen, zum Beispiel aus dem Umfeld, wie Personen im Schwenkbereich, gefährliche Verkehrssituationen, Befindlichkeiten des Fahrzeugführers, die seine Aufmerksamkeit beeinflussen
- Kurzfristige Reaktionen auf Verän-

derungen im Arbeitsablauf ermöglichen, zum Beispiel veränderte Fahrrouten, Auftragslagen, Kundenanforderungen, betriebliche Erfordernisse

- Informationen beinahe in Echtzeit verfügbar machen, zum Beispiel Herstellerinformationen, Betriebsanweisungen, Routeninformationen

Wenn der Einsatz von kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsystemen im Fahrzeug nicht sicher und gesundheitsgerecht gestaltet ist und vorgenommen wird, können beispielsweise folgende **Gefährdungen** auftreten:

- Stress durch Informationsüberlastung
- Stress durch kurzfristige Änderungen der Arbeitsabläufe
- Erhöhte Unfallgefährdung durch Ablenkungen
- Akzeptanzprobleme, zum Beispiel durch fehlende Unterweisung oder Einbindung in die Implementierung der Systeme
- Misstrauen durch ungeklärten Umgang mit personenbezogenen Daten
- Ungünstige Körperhaltungen bei Bedienung der Systeme oder Informationsaufnahme
- Reflexionen und Blendungen durch Lichteinfall auf Bildschirmen

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Alle Maßnahmen, die in den *Umsetzungshilfen 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses* und *3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)* aufgeführt sind, sind auch für die speziellen technischen Assistenzsysteme im Fahrzeug anzuwenden.

Folgende zusätzliche Maßnahmen können beispielsweise helfen, den Einsatz von kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsystemen im Fahrzeug sicher, gesundheitsgerecht und produktiv zu gestalten:¹²

Organisatorische Maßnahmen zu technischen Assistenzsystemen im Fahrzeug

Organisatorische Maßnahmen zum Einsatz kognitiv unterstützender technischer Assistenzsysteme im Fahrzeug sind unter anderem:

- Ermitteln, welche personenbezogenen Daten vom Assistenzsystem erhoben, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer zugreifen kann. Führungskräfte und Beschäftigte informieren und Umgang mit personenbezogenen Daten vereinbaren.
- Vom Hersteller kurze und verständ-

liche Informationen einfordern, welche Daten das technische Assistenzsystem im Fahrzeug erfasst, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer Zugriff auf die Daten hat.

› *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*

- Verfahrensweisen für das Verhalten der Fahrzeugführer festlegen. Die Verfahren sollen die Fahrzeugführer anweisen, während der Fahrt **keine** komplexen Informationen zu lesen, anzuhören oder zu beobachten. Es sollte bei jedem kognitiv unterstützenden technischen Assistenzsystem festgelegt werden, ob es während der Fahrt genutzt werden kann beziehungsweise ob eine Nutzung unzulässig ist. Dabei sollten auch Betriebsanweisungen und Anleitungen des Herstellers berücksichtigt und notfalls angefordert

werden, falls sie nicht mitgeliefert wurden.

- Wenn den Fahrern mehrere (nicht integrierte) Assistenzsysteme im Fahrzeug zur Verfügung stehen, ist es empfehlenswert, dies in der Verfahrensanweisung zu berücksichtigen – zum Beispiel System A darf während der Fahrt nicht gleichzeitig mit System B genutzt werden.
- Gegebenenfalls die Interaktion mit komplexeren Systemfunktionen unmöglich machen, solange sich das Fahrzeug in Bewegung befindet. Wenn dies nicht möglich ist, zumindest in unmissverständlicher Weise vor entsprechenden nicht erwünschten Interaktionen warnen.
- Sicherstellen, dass die betrieblichen Verfahrensanweisungen sowie die Betriebsanweisungen und Anleitungen des Herstellers zum Umgang mit den kognitiv unterstüt-

¹² DGUV Information 211-031, 2009, S. 23

zenden Assistenzsystemen in die Assistenzsysteme selbst integriert sind. Zu empfehlen ist es, diese Dokumente auch über fahrzeugunabhängige Assistenzsysteme (wie Smartphone, Tablet) zur Verfügung zu stellen – zumindest die Verfahrenshinweise zum Verhalten in Stör- und Notfällen.

- Gefährdungsbeurteilung zum Einsatz des Assistenzsystems durchführen oder bestehende aktualisieren, Maßnahmen festlegen und umsetzen.
- Es ist notwendig, die Beschäftigten in der Nutzung der kognitiv unterstützenden Assistenzsysteme im Fahrzeug zu trainieren und im sicheren Umgang zu unterweisen. Das Training und die Unterweisung sollten sich nicht nur auf die Bedienung des Assistenzsystems im Fahrzeug beschränken, sondern auch auf die damit verbundenen Prozesse des Arbeitsbereichs des Fahrers außerhalb des Fahrzeugs. So wird beim Fahrer ein Verständnis für die Einbettung der eigenen Arbeit in das weitere betriebliche Umfeld geschaffen. Neulinge erhalten vor dem ersten Einsatz individuelle Einweisungen und Unterweisungen.
- Bei der Arbeitsplanung entsprechende Phasen für die Informationsaufnahme und Bearbeitung außerhalb des Fahr- und (primären) Arbeitsprozesses berücksichtigen – zum Beispiel Zeitbudgets einplanen, Übernahme von Arbeitsaufgaben und Überwachungsaufgaben im primären Arbeitsprozess durch andere Beschäftigte während der Informationsaufnahme sicherstellen.
- Bei der Arbeitsplanung die unterschiedlichen physischen und kognitiven Möglichkeiten der Fahrzeugführer beachten. Dabei sollten auch die unterschiedlichen Vorkenntnisse und Affinitäten zur Informationstechnologie mitberücksichtigt werden. Gegebenenfalls Kompetenzen durch Trainings anpassen.
- Die Erfahrungen der Fahrzeugführer im Umgang mit den kognitiv unter-

stützenden Assistenzsystemen im Fahrzeug und vom System erstellte Dokumentationen werden regelmäßig in Teambesprechungen ausgewertet und es werden gemeinsam Verbesserungsmaßnahmen besprochen. Dabei werden auch Profile für Gefahrensituationen angepasst; dabei ist darauf zu achten, dass immer die geltenden rechtlichen Regelungen eingehalten werden.

- Die Verfahrensanweisung enthält auch Regelungen für das Vorgehen bei Unfällen und im Fehlerfall, zum Beispiel bei Störung oder Ausfall des Assistenzsystems.

Ergonomische und technische Maßnahmen zu technischen Assistenzsystemen im Fahrzeug

Zusätzliche ergonomische und technische Maßnahmen zum Einsatz kognitiv unterstützender Assistenzsysteme im Fahrzeug, die bei der Beschaffung oder Installation berücksichtigt werden sollten:

- Kein Bestandteil des kognitiv unterstützenden Assistenzsystems im Fahrzeug darf die Sicht des Fahrers auf das Arbeits- und Verkehrsgeschehen behindern. Fahrzeugführer müssen bei einer Augenhöhe von circa 0,75 Meter über der Sitzfläche, außerhalb eines Halbkreises von 12,0 Meter Radius die Fahrbahn/den Arbeitsbereich frei überblicken können.¹³
- Das System darf die Anzeigen sowie den Zugang zu Bedienteilen im Fahrzeug nicht behindern, die für das Führen des Fahrzeugs – die primäre Aufgabe des Fahrers – benötigt werden.
- Alle Anzeigen und Bedienteile des kognitiv unterstützenden Assistenzsystems müssen bei der normalen Sitzposition des Fahrers sichtbar beziehungsweise erreichbar sein. Das Assistenzsystem ist im Fahrzeug so zu platzieren, dass es ohne Beugen und/oder Verdrehen des Oberkörpers bedient werden kann und sich in Handreichweite des Fahrers befindet.
- Optische Anzeigen des kognitiv unterstützenden Assistenzsystems

sind so zu entwickeln und einzubauen, dass sie nicht blenden und reflektieren. Dabei ist auch auf die Anpassbarkeit der Anzeigehelligkeit an die Lichtverhältnisse der Umgebung zu achten (zum Beispiel Nachtmodus).

- Lassen sich Reflexionen auf dem Display nicht vermeiden, ist mindestens eine der drei folgenden Standardmaßnahmen zu ergreifen:¹⁴
 - › Nicht spiegelndes Display
 - › Sonnen-/Reflexionsfilter für das Display
 - › Fester Blendschutz um das Display
- Bei der Positionierung des Assistenzsystems darf es nicht zu Reflexionen zum Beispiel an der Windschutzscheibe kommen, die die Sicht des Fahrers beeinträchtigen. Dies kann insbesondere bei Dunkelheit auftreten.
- Benutzt der Fahrer zum Schutz gegen Kälte, Verschmutzung oder Verletzungen Handschuhe (zum Beispiel Staplerfahrer, Fahrer mit häufigen Ladetätigkeiten), sollte das Display am Fahrerarbeitsplatz für die Bedienung mit Handschuhen geeignet sein oder berührungslos bedient werden können (zum Beispiel Tasten beziehungsweise Touchpoints mit ausreichender Größe, Touchpoints druckempfindlich statt berührungsempfindlich, Spracheingabe, Gestensteuerung).
- Wird das Display zur Arbeits- und Auftragssteuerung eingesetzt, soll der aktuelle Bearbeitungsstand angemessen angezeigt werden, um eine schnelle Erfassung der relevanten Informationen zu ermöglichen. Hierzu zählen insbesondere:¹⁵
 - › Farbliche Kennzeichnung dringender Aufgaben
 - › Keine automatische Anzeige erledigter oder irrelevanter Aufgaben
 - › Darstellung der Aufgaben entsprechend der Bearbeitungsfolge
 - › Spezielle Kennzeichnung der aktuell bearbeiteten Aufgabe, zum Beispiel farblich.

¹³ DGUV Information 211-031, 2009, S. 26

¹⁴ DGUV Information 211-031, 2009, S. 23

¹⁵ DGUV Information 211-031, 2009, S. 26

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- DGUV Vorschrift 71 *Fahrzeuge*, August 2007 (Mustertext).
- DGUV Information 211-031 (2009). *Einsatz von bordeigenen Kommunikations- und Informationssystemen mit Bildschirmen an Fahrerarbeitsplätzen*. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV).
- Kommission der Europäischen Gemeinschaft (2008). *Empfehlungen der EU-Kommission über sichere und effiziente bordeigene Informations- und Kommunikationssysteme: Neufassung des Europäischen Grundsatzkatalogs zur Mensch-Maschine-Schnittstelle – vom 26. Mai 2008*. Amtsblatt der Europäischen Union, L 216/1 – L 216/42. Brüssel: EU-Kommission.
- Hofinger, G. (2003). Fehler und Fallen beim Entscheiden in kritischen Situationen. In S. Strohschneider (Hrsg.), *Entscheiden in Kritischen Situationen* (S. 111–131). Im Auftrag der Plattform Menschen in komplexen Arbeitswelten. Frankfurt am Main: Polizei und Wissenschaft.
- Israel, B. (2012). *Potenziale eines kontaktanalogen Head-up Displays für den Serieneinsatz*. Dissertation. Technische Universität München.
- Metz, B. (2009). *Worauf achtet der Fahrer? – Steuerung der Aufmerksamkeit beim Fahren mit visuellen Nebenaufgaben*, Dissertation. Psychologisches Institut der Universität Würzburg. http://www.psychologie.uni-wuerzburg.de/izvw/texte/2009_Metz_Diss.pdf. Zugegriffen: 26.07.2018.
- Radlmayr, J. & Bengler, K. (2015). *Literaturanalyse und Methodenauswahl zur Gestaltung von Systemen zum hochautomatisierten Fahren*. Berlin: FAT – Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V.
- Roth, G. (1997). *Das Gehirn und seine Wirklichkeit*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Ungerer, D., & Morgenroth, U. (2001). *Analyse des menschlichen Fehlverhaltens in Gefahrensituationen: Empfehlungen für die Ausbildung*. Bonn: Bundesverwaltungsamt, Zentralstelle für Zivilschutz.
- Wickens, C. D. (2008). *Multiple Resources and Mental Workload*. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 50 (3), S. 449–455.
- Zimbardo, P. G., & Gerrig, R. J. (1999). *Psychologie*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes
- 3.1.5 Sicherheit autonom fahrender Fahrzeuge
- 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)

3.2.4 Exoskelette

■ **Stichwörter:** technische Assistenzsysteme, körperliche Entlastung, Flexibilität, Inklusion

› Warum ist das Thema wichtig?

Exoskelette oder physisch unterstützende Assistenzsysteme bieten die Chance, Beschäftigte von körperlicher Belastung zum Beispiel beim Heben und Tragen schwerer Lasten zu unterstützen. Die 4.0-Technologien¹ bieten Möglichkeiten, dass be-

stimmte Beschäftigtengruppen (wie zum Beispiel Ältere, körperlich eingeschränkte) länger im Arbeitsprozess verbleiben können. Dies betrifft auch die Unterstützung im Genesungsprozess erkrankter Beschäftigter und kann daher im Sinne der betrieblichen

Wiedereingliederung hilfreich sein. Exoskelette produzieren Daten, die für cyber-physische Systeme² in 4.0-Prozessen³ mit ihren Modellen künstlicher Intelligenz (KI) genutzt werden können.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Exoskelette

Exoskelette sind physisch unterstützende technische Assistenzsysteme, die als „Roboter-Anzug“ oder als Unterstützung einzelner Gliedmaßen getragen werden können. Ziele von Exoskeletten sind:

- Die Kombination der Vorteile von Mensch (zum Beispiel gute Sensorik, Kognition und hohe

Flexibilität) und Technik (zum Beispiel gute Wiederholgenauigkeit und hohe Ausdauer) zu nutzen, um

- › Bewegungen zu erleichtern,
- › Gesundheitsgefahren zu vermeiden,
- › produktive Abläufe zu gewährleisten.

- Die Teilhabe von Erkrankten im Arbeits- und Lebensprozess zu er-

möglichen (zum Beispiel bei Querschnittslähmung)

Es gibt aktive, energiebetriebene Exoskelette, die in 4.0-Prozessen eingebunden sind, und passive, mechanische Exoskelette.⁴ Im Folgenden werden nur aktive Exoskelette betrachtet.

Die Steuerung von Exoskeletten kann auf unterschiedliche Art in Verbindung mit Software oder intelligenter Software⁵ (inkl. KI) erfolgen, wie zum Beispiel

- durch Sensoren auf der Haut, die die Muskelbewegung erfassen,
- durch Sensorik in den Exoskeletten, die Positions- und Kraftwerte messen,
- über EEG-Messungen (Messung von elektrischen Strömen des Gehirns), insbesondere im Bereich der Heilbehandlung und Unterstüt-

zung körperlich eingeschränkter Beschäftigter,

- durch Joystick und Kontrollpad,
- mittels Sprachsteuerung.

Ursprünglich war der Einsatz von Exoskeletten bei der Rehabilitation von Patientinnen und Patienten mit neurologischen Erkrankungen relevant und wird in diesem Zusammenhang auch schon seit Jahren praktiziert. Das Exoskelett wird dabei über Nervenimpulse der Nutzer gesteuert. In einem Projekt in der Reha-

bilitation von Querschnittsgelähmten wurden durch Exoskelette sehr gute Erfolge erzielt.⁶

Exoskelette werden zunehmend im Arbeitsleben eingesetzt, um die Nutzer physisch zu entlasten oder die Vorteile von Mensch und Technik zu kombinieren. Anwendungen sind insbesondere bei solchen Arbeiten sinnvoll, die durch häufige manuelle Tätigkeiten gekennzeichnet sind. Einen besonders hohen ergonomischen Stellenwert haben sogenannte Lastassistenten für Montagearbeiten

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁴ Kraus 2017

⁵ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁶ Braesecke 2015

mit schweren Teilen, die beim Heben schwerer Gegenstände unterstützen beziehungsweise entlasten können. Dort, wo andere technische Hilfsmittel wie Stapler, Krane oder Vakuumheber, beispielsweise durch eine räumliche Enge, nicht zum Einsatz kommen, können Exoskelette neben der Entlastung der Beschäftigten zu einer Reduzierung des Unfallgeschehens und der Ausfallzeiten beitragen. Exoskelette können auch bei Steh- und Zwangshaltungen sowie beim Gehen zur Entlastung eingesetzt werden. Exoskelette im Arbeitsprozess müssen eine hohe Flexibilität besitzen und dürfen die Nutzer nur wenig einschränken (insbesondere angemessene Beweglichkeit).

Exoskelette werden bei der Arbeit zum Beispiel eingesetzt als:⁷

- Ganzkörperexoskelett, mit dem bis zu fünfmal mehr Gewicht als ohne Exoskelett getragen werden kann

- Unterstützung der Beinfunktionen, zum Beispiel beim Gehen und als Stehhilfe (Chairless-Chair)
- Unterstützung der Armfunktionen, zum Beispiel beim Heben und Tragen
- Entlastung des Rückens, zum Beispiel beim Sitzen und Heben

Die aktuelle Forschung im Bereich der Exoskelette hat ergeben, dass die Entwicklung eines Alleskönners momentan keinen Sinn macht,⁸ da die bisherigen Lösungen zu schwer und unbeweglich sind. Vielmehr werden Exoskelette individuell auf die Tätigkeit und die damit verbundene Arbeitsschwere zugeschnitten. Vor dem Hintergrund neuer Forschungen, bei denen Exoskelette in textile Gewebe integriert werden können, sind universelle Einsatzmöglichkeiten denkbar (Textil als „künstlicher Muskel“).

Der Einsatz von Exoskeletten hat

nicht nur Unterstützungsfunktionen, sondern kann auch zu Belastung führen. ▶ *Siehe Abschnitt „Chancen und Gefahren“.*

Exoskelette können Daten über ihren Träger erzeugen, wie zum Beispiel:

- Daten über die räumliche Bewegung
- Daten über die Körperbewegungen im Arbeitsablauf
- Daten über die zeitlichen Arbeitsabläufe der Nutzer
- Vitaldaten über die Nutzer (wie Herzfrequenz, Puls, Körpertemperatur, Atemgeschwindigkeit, Muskelanspannung)

Diese Daten können in cyber-physischen Systemen integriert, gespeichert und von ihnen beinahe in Echtzeit genutzt werden (zum Beispiel in CPS zur Personaleinsatzplanung, zur Arbeitsprozessgestaltung, auf Plattformen der Hersteller).

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Physische Belastungen, beispielsweise durch Heben und Tragen schwerer Lasten, Zwangshaltungen (zum Beispiel eine gebeugte Haltung) oder einseitig belastende Tätigkeiten (zum Beispiel ständige Rotationsbewegung im Becken, langes Stehen) können zu gesundheitlichen Beschwerden von Beschäftigten und schließlich zu Ausfallzeiten führen. Ziel des Einsatzes von Exoskeletten ist es, die Arbeits- und Leistungsfähigkeit der Beschäftigten zu erhalten oder zu verbessern. Der Einsatz von Exoskeletten kann daher einen wichtigen Beitrag leisten und eine sinnvolle Maßnahme sein. Daher ist die Serienreife solcher Exoskelette als Chance zu sehen.

Chancen der Nutzung von Exoskeletten sind insbesondere:

- Exoskelette können dazu beitragen, dass gesundheitliche Beeinträchtigungen für Beschäftigte bei körperlich belastenden Tätigkeiten gar nicht erst entstehen.
- Exoskelette können körperlich eingeschränkte Beschäftigte un-

terstützen. Durch individuell angepasste Exoskelette besteht die Möglichkeit, Beschäftigte für Tätigkeiten zu befähigen, die ohne physische Unterstützung nicht möglich sind. Dadurch erhöhen sich die Einsatzflexibilität, die Selbstständigkeit und dadurch auch der Selbstwert der betroffenen Beschäftigten.

- Exoskelette können sowohl im Reha-Bereich als auch bei Heilbehandlungen genutzt werden. Dadurch können Beschäftigte gegebenenfalls schneller wieder in den Arbeitsprozess eingegliedert werden.
- Die Daten, die die Exoskelette liefern, können in 4.0-Prozessen zu einer auf die Person angepassten Arbeitsgestaltung führen.
- Durch die Einbindung der Daten in die 4.0-Prozesse kann der Personaleinsatz optimiert werden.

Gefahren beim Einsatz von Exoskeletten können zum Beispiel sein:

- Durch Unterstützung von Exoskelet-

ten kann bei nicht angepasster Programmierung die Belastungsgrenze von Beschäftigten überschritten werden, zum Beispiel beim Heben und Tragen von Lasten oder bei Zwangshaltungen durch den Arbeitstakt.

- Eine Fehlfunktion beziehungsweise eine Fehlbedienung des Exoskeletts kann zu Verletzungen führen.
- Exoskelette können Ursache für Stolpern oder Stürze sein, zum Beispiel wegen des zusätzlichen Gewichts oder den ausladenden mechanischen Komponenten.
- Exoskelette können zu einer psychischen Belastung führen, die durch Einengung oder Fremdsteuerung entstehen können.
- Es können Fehlfunktionen der Steuerung des Exoskeletts auftreten, die zu einer plötzlichen Belastung oder zu Unfällen führen können.
- Eine fehlende Notbefehlseinrichtung kann dazu führen, dass das Exoskelett bei Fehlfunktionen nicht abgeschaltet werden kann.

⁷ z. B. Hybrid Assistive Limb (HAL®), Nonee, H-LEX, HUMA, ReWalk, Ekso, ReWalk, Indego, H-MEX, Robo-Mate, H-WEX (Hyundai Waist EXoskeleton), German Bionic CRAY, ExoHand, Exo-Jacket 2.0

⁸ Spilok 2015

- Eine mangelhafte ergonomische Anpassung des Exoskeletts an die Nutzer kann die Gesundheit beeinträchtigen.
- Eine intensive Nutzung des Exoskeletts kann zum Abbau der Muskeln und einer Beeinträchtigung der Bewegungsfähigkeit führen.
- In der Steuerung der intelligenten Software (inkl. KI) kann es zu Fehlfunktionen kommen. Diese können auch durch einen Fremdzugriff ausgelöst werden.
- Die Daten der Exoskelette können missbräuchlich verwendet werden – zum Beispiel wenn Daten ohne Kenntnis und Einwilligung der Nutzer verwendet werden.
- Die Erfassung und Verwertung hochsensibler und multifaktoriell beeinflusster Vitaldaten durch Exoskelette wird mit validen Aussagen über den allgemeinen Gesundheitszustand oder die psychische Verfassung von Beschäftigten verwechselt oder gleichgesetzt, gegebenenfalls ohne nachvollziehbare Unterscheidung beziehungsweise Kenntnis der Ursachen.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Entscheidend für den Einsatz von Exoskeletten ist die Anpassung an die persönlichen Voraussetzungen der Nutzer (individualisierte Ergonomie). Durch das Tragen sollen keine zusätzlichen Belastungen oder Gefährdungen entstehen. Daher müssen solche Assistenzen leicht sein und einen gewissen Tragekomfort bieten, damit sie auch von den entsprechenden Beschäftigten genutzt werden. Im Kontakt mit den Nutzern ist es wichtig, dass die Interaktionskräfte begrenzt sind. Die Exoskelette sollten zudem leicht zu handhaben sein – zum Beispiel beim An- und Ausziehen.

Folgende Maßnahmen sollen unter anderem berücksichtigt werden:

- Überlegen, welche Vor- und Nachteile der Einsatz von Exoskeletten für den vorgesehenen Einsatz hat (auch für mobile Arbeitsplätze). Es ist zu überlegen, ob sowohl technische als auch organisatorische Maßnahmen bessere Lösungen ermöglichen⁹ (zum Beispiel kann der Einsatz von Kranen, Hubwagen und Hebehilfen wirkungsvoller sein).
- Anforderungsanalyse zum Einsatz von Exoskeletten durchführen¹⁰, bei der unter anderem Folgendes beachtet werden sollte:
 - › Technik: Funktionsprüfung von Exoskeletten verschiedener Hersteller, Sicherheitsbeurteilung des Exoskeletts (dabei unter anderem beachten: Anpassung der Technik an die Nutzer (an Körperproportionen, individuell einstellbar), komfortable Handhabung (zum Beispiel geringer Aufwand beim An- und Ablegen)
 - › Mensch: Akzeptanz der Nutzung von Exoskeletten ermitteln, individuelle Voraussetzungen (wie arbeitsmedizinische Vorsorge, Eignung), ergonomische Anforderungen an das Exoskelett (wie Tragekomfort)
 - › Arbeitsplatz: Bewegungsanalyse, Voraussetzung an Arbeitsumfeld im Einsatzbereich (wie Raumbedarf, Verkehrswege, Energieversorgung), Auswirkungen von Arbeitsbedingungen (wie Gefahrstoffe, Hitze, Kälte, Wetterbedingungen)
 - › Daten: Welche Daten werden erfasst und wie können sie in 4.0-Prozessen genutzt werden?
 - › Vom Hersteller kurze und verständliche Informationen einfordern, welche Daten das Exoskelett erfasst, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer Zugriff auf die Daten hat. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*
 - › Gefährdungsbeurteilung durchführen, zum Beispiel in puncto physische Belastung durch die Arbeitsaufgabe (zum Beispiel Leitmerkmalermittlung) und durch das Exoskelett (Kraftunterstützung durch Exoskelette festlegen), zusätzliche Sturz- und Stolpergefahren, Umgang mit den Daten, Auswirkungen des Einsatzes auf andere Beschäftigte und Verhalten bei Ausfall der Systeme/im Notfall
- Nur Exoskelette mit CE-Kennzeichen einsetzen (nach DIN EN ISO 13482:2014-11 „Roboter und Robotikgeräte – Sicherheitsanforderungen für persönliche Assistenzroboter“).¹¹ Im Außeneinsatz müssen diese wetterbeständig sein und den Anforderungen aus dem Arbeitsumfeld genügen (wie Hitze-, Kältearbeitsplatz, Umgang mit Gefahrstoffen).
- Die Sinnhaftigkeit der Nutzung, die Gestaltung des Arbeitsplatzes sowie die Anpassung des Exoskeletts an die Nutzer können durch digitale Menschmodelle in virtuellen Räumen getestet werden. Unterstützung bieten hier möglicherweise die Hersteller von Exoskeletten.
- Der Trage- und Nutzungskomfort sowie die Akzeptanz erhöhen sich, wenn der betroffene Beschäftigte vorab am Auswahlprozess beteiligt ist.
- Exoskelette an den Beschäftigten und seine spezifische Tätigkeit beziehungsweise die individuelle Situation anpassen – sich von der Fachkraft für Arbeitssicherheit und vom Betriebsarzt beraten lassen.
- Einsatz der Exoskelette an hoch gelegenen Arbeitsplätzen: Hier sind gegebenenfalls die Absturzsicherungen zu verstärken.
- Einbau von Sicherheitsmechanismen, die eine unmittelbare Kraftübertragung, zum Beispiel im Falle einer Fehlfunktion, auf die Nutzer verhindern. Diese müssen unabhängig von Software- oder Hardwarefehlern greifen.¹²

⁹ DGUV 2017

¹⁰ Rogge et al. 2016

¹¹ DGUV 2017

¹² DFKI GmbH 2016

- Zum Umgang mit den Daten in den 4.0-Prozessen Folgendes regeln:
 - › Welche Daten werden wie erfasst und wo gespeichert?
 - › Wer hat Zugriff auf die Daten und wofür werden die Daten genutzt?
 - › Zugriff des Herstellers oder anderer Dritter auf die Exoskelette.
- › Vereinbarung mit den Beschäftigten (dem Betriebsrat), wie mit den Daten umgegangen wird.
- Beschäftigte im Umgang mit den Exoskeletten unterweisen und trainieren.
- Exoskelette sollten regelmäßig geprüft werden (nach Betriebssicherheitsverordnung). Prüffristen können sich auch aus dem Medizinproduktegesetz ergeben, das Exoskelette am Körper getragen werden.
- Die Wirksamkeit des Einsatzes der Exoskelette und der Schutzmaßnahmen überprüfen und gemeinsam mit den Betroffenen Verbesserungen festlegen.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Bothhoff, A. (2015). *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Braeseke, G. (2015). *Mensch-Maschine-Interface Robot Suit – MMIRS*. Abschlussbericht. http://www.ccr-deutschland.de/wp-content/uploads/2016/08/Bericht-MMIRS_150730_FINAL.pdf. Zugegriffen: 11.05.2018.

DFKI GmbH (2016). *Exoskelett und Steuerung der Teleoperation*. <http://robotik.dfk-bremen.de/de/forschung/details/vi-bot-exoskelett-und-steuerung-der-teleoperation.html>. Zugegriffen: 11.05.2018.

DGVU (2017). *Fragen und Antworten zum Thema Exoskelette. Sachgebiet Physische Belastungen*. http://www.dguv.de/fbhl/sachgebiete/physische-belastungen/faq_exo/index.jsp. Zugegriffen: 05.05.2017.

Kraus, W. (2017). *Exoskelett: Wenn Mensch und Maschine verschmelzen*. <https://www.weka.de/arbeitschutz-gefahrstoffe/exoskelett/>. Zugegriffen: 02.06.2017.

Letzel, S., Nessler, T., & Drexler, H. (2016). *Industrie 4.0 – Arbeit 4.0: Arbeit weiter denken und gestalten. Überlegungen der DGAUM zur Weiterentwicklung der betrieblichen Prävention und Gesundheitsförderung in einer digitalisierten Welt*. https://www.arbeitenviernull.de/fileadmin/user_upload/DGAUM_Arbeit4.0-Arbeitsmedizin_4.0_Endversion_22.02.2016.pdf. Zugegriffen: 11.05.2018.

Rogge, T., Daub, U., Ebrahimi, A., & Schneider, U. (2016). Der interdisziplinäre Entwicklungsprozess von aktiv angetriebenen, körpergetragenen Exoskeletten für die oberen Extremitäten am Beispiel des „Stuttgart Exo-Jacket“. In R. Weidner (Hrsg.), *Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen*. Zweite Transdisziplinäre Konferenz. Konferenzband. Hamburg. http://www.humanhybridrobot.info/wp-content/uploads/2016/12/Band-zur-zweiten-transdisziplin%C3%A4ren-Konferenz-Technische-Unterst%C3%BCtzungssysteme-die-die-Menschen-wirklich-wollen-2016_komprimiert.pdf. Zugegriffen: 11.05.2018.

Spilok, K. (2015). *Lastesel zum Anziehen*. VDI Nachrichten Technik und Gesellschaft. <http://jb-schnittstelle.de/wp-content/uploads/2016/05/VDI-20151009-Exoskelette.pdf>. Zugegriffen: 11.05.2018.

Wächter, M., & Bullinger, A. (2015). Gestaltung gebrauchstauglicher Assistenzsysteme für Industrie 4.0. In A. Weisbecker, M. Burmester & A. Schmidt (Hrsg.), *Mensch und Computer 2015*. Tagungsdokumentation. http://dl.mensch-und-computer.de/bitstream/handle/123456789/4699/W%C3%A4chter_Bullinger_2015.pdf?sequence=1. Zugegriffen: 11.05.2018.

Weidner, R. (2016). *Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen*. Zweite Transdisziplinäre Konferenz. Konferenzband. Hamburg. http://www.humanhybridrobot.info/wp-content/uploads/2016/12/Band-zur-zweiten-transdisziplin%C3%A4ren-Konferenz-Technische-Unterst%C3%BCtzungssysteme-die-die-Menschen-wirklich-wollen-2016_komprimiert.pdf. Zugegriffen: 11.05.2018.

Weidner, R., Yao, Z., Wulfsberg, J. P., Goehlich, R. A., & Mehler, S. (2016). *Modulare Unterstützungssysteme in der Luft- und Raumfahrtindustrie*. In R. Weidner (Hrsg.), *Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen*. Zweite Transdisziplinäre Konferenz. Konferenzband. Hamburg. http://www.humanhybridrobot.info/wp-content/uploads/2016/12/Band-zur-zweiten-transdisziplin%C3%A4ren-Konferenz-Technische-Unterst%C3%BCtzungssysteme-die-die-Menschen-wirklich-wollen-2016_komprimiert.pdf. Zugegriffen: 11.05.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein

3.2.5 Ambient Intelligence, Ambient Assisted Working



■ **Stichwörter:** Ambient Intelligence, Arbeitsumgebung, Ergonomie, technische Assistenzsysteme

> Warum ist das Thema wichtig?

Ambient Assisted Working (AAW) ermöglicht die individuelle Anpassung der Arbeitsumgebung über cyber-physische Systeme (CPS)¹ an den Menschen. AAW kann in 4.0-Prozessen² eingesetzt werden, um die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der

Führungskräfte und Beschäftigten zu unterstützen und ermöglicht die Umsetzung von Energieeffizienz durch den Einsatz ressourcenschonender Technologien (intelligente Software mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz – KI)³. AAW kann von Be-

trieben auch (je nach Branche) als ein neues Marktsegment (zum Beispiel in diversen Baugewerken, im Pflegebereich) oder als Attraktivitätsfaktor für Kunden (zum Beispiel in Hotels) eingesetzt werden.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Ambient Intelligence – Ambient Assisted Working

Unter dem Begriff „Ambient-Intelligence“ werden hier solche Aktivitäten verstanden, deren Ziel die Erweiterung der Lebens- und Arbeitsumgebung mit sogenannten intelligenten Funktionen ist, sodass Gesundheit und Leistungsfähig-

keit des Menschen unterstützt und gefördert werden. Der Begriff **Ambient Assisted Living (AAL)** beschreibt diese Assistenzfunktionen für die Lebensumgebung, **Ambient Assisted Working (AAW)** für die Arbeitsumgebung.⁴ AAW beschreibt 4.0-Technologieanwendungen⁵ (Sensorik, intelligente Software – inkl. KI), bei denen

sich Arbeitsumgebungen (zum Beispiel Beleuchtung, Lüftung, Wärme, Raumklima, Arbeitsmittel) adaptiv, selbstlernend und autonom für die Führungskräfte und Beschäftigten anpassen.⁶ AAW kann eingesetzt werden, um die Arbeitsplätze ergonomisch und sicherheitstechnisch aufzuwerten.

Damit das Ambient Assisted Working seine Aufgabe zur optimalen Gestaltung der Arbeitsumgebung erfüllen kann, sammelt es eine große Menge an Daten über verschiedene Sensoren der Arbeitsumgebung und weitere, über die Arbeitsumgebung hinausgehende Daten aus dem Netz. Ziel eines AAW kann es sein, beispielsweise Klima, Beleuchtung oder Arbeitsmittel auf die individuellen Bedürfnisse, die betrieblichen Anforderungen und wissenschaftliche/ergonomische Erkenntnisse in der konkreten Arbeitssituation anzupassen.

AAW-Technologien können zur gesundheitsförderlichen Gestaltung von Arbeitsumgebungen, zur Kontrolle von Arbeitsabläufen und Personen oder zur Erfassung, Meldung, Analyse und gegebenenfalls Behebung von Notfallsituationen eingesetzt werden.

Aus folgenden Quellen können bei einem AAW Daten erfasst werden – Beispiele:

■ Sensoren zur Bestimmung von Lage, Drehung, Beschleunigung und Druck von Gegenständen – zum Beispiel in Arbeitsmitteln oder mobilen Geräten (Beschleu-

nigungssensoren sind in jedem Smartphone bereits vorhanden).

■ Sensoren zur Bestimmung physischer und psychischer Befindlichkeiten des Menschen. Sie werden am Körper getragen, zum Beispiel in einem Armband oder in körpernaher Kleidung, oder können sich in Arbeitsmitteln oder der Arbeitsumgebung befinden.

■ Sensoren zur Erfassung von Standort- oder Bewegtbildern, auch Gesten, zum Beispiel Kameras.

■ Sensoren zur Erfassung von Sprache, Tönen und Umgebungsgeräu-

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁴ Teucke et al. 2014

⁵ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁶ Siehe dazu auch Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Ambient-Intelligence/Definition.html>

schen, zum Beispiel Mikrofone.

- Elektronische Nasen zur Erfassung von Gasen und Gefahrstoffkonzentrationen, etwa Gerüchen, zum Beispiel in Behältern oder Bauteilen, Rauchmeldern.
- Drucksensoren, die feststellen, ob sich auf ihnen ein Gegenstand oder eine Person befindet, zum Beispiel Bodenplatten, Teppichböden.
- Sensoren zur Identifikation von Personen, zum Beispiel über Mustererkennung, Finger, Stimme, Retina, Gesicht. Darüber könnten auch Personenkonstellationen bestimmt und mit Zeiten und Orten ihres Aufenthalts verknüpft werden, ebenso könnten Verhaltens- und Interaktionsanalysen erstellt werden.
- Ortungssensoren (kapazitive Sensoren) bestimmen die genaue Position der Person oder des Gegenstandes (Indoor- und Outdoor-Ortung etwa durch WLAN, GPS, oder Galileo).⁷
- Datenabgleich aus dem Netz (Inter- oder Intranet), zum Beispiel Belegungspläne, Kalender, Personaleinsatzpläne, Persönlichkeitsprofile, Lebenssituationen, Gesundheitsdaten, Bewegungsverhalten.⁸

Für AAW sind unter anderen folgende Einsatzgebiete möglich:⁹

- Raumplaner: Anhand von Raumbelegungsplänen, technischer Ausstattung oder Personenidentifizierung (Anzahl) wird ein Raum automatisch gelüftet und geheizt.
- Umgebungsanpassung an individuelle Bedürfnisse der Beschäftigten: beispielsweise Licht-, Akustik- und Temperaturverhältnisse, ergonomische Einstellung von Arbeitstischen, -stühlen, Monitoren (zum Beispiel Barrierefreiheit), Maschinenarbeitsplätzen.
- Produktivitätssteigerung: Über Bewegungsanalysen können beispielsweise gestörte Abläufe er-

kannt, behoben und so Fehler reduziert und die Qualität gesichert werden. Durch Klima- und Lichtanpassungen an die Befindlichkeiten der Beschäftigten können die arbeitenden Personen unterstützt werden.

- Erkennen kritischer Situationen: Überwachung von Alleinarbeit, Erkennen von Stürzen oder von gesundheitlichen Beschwerden, Gefahrstoffkonzentrationen,
- Benachrichtigung bei Störungen: Techniker oder Notfalleinrichtungen werden automatisch über technische Störungen, Unfälle oder gefährliche Situationen an Arbeitsplätzen informiert.
- Technische Begleiter: Systeme unterstützen arbeitende Menschen, wie zum Beispiel sprachliche Wegweiser bei Sehbeeinträchtigungen, visuelle Warnungen bei Hörbeeinträchtigungen, Umsetzung von Zutrittsverboten, Warnungen vor Explosionsgefahren, Orientierung im Umfeld selbstfahrender Fahrzeuge.
- Energieeffizienz: optimale und vorausschauende Steuerung des Energieverbrauchs von Licht, Heizung, Klima und Betrieb von Geräten auf Grundlage von Anwesenheit der Beschäftigten, Wetterverhältnissen, Arbeitssituationen.
- Gebäudesicherheit: Überwachung und Kontrolle der Sicherheit von Gebäuden durch automatische Alarmfunktion bei bestimmten Kriterien.

Über alle AAW-Maßnahmen müssen Führungskräfte und Beschäftigte aufgeklärt sein. Sie müssen wissen, welche personenbezogenen Daten wie und wofür erhoben werden, und die Nutzung dieser Daten muss vereinbart sein.

Anhand des Beispiels Beleuchtung soll im Folgenden die Wirkungsweise von AAW näher skizziert werden:

Bestimmtes Licht wirkt auf physiologische Körperfunktionen, wie zum Beispiel die Leistungsbereitschaft, den Schlaf-/Wach-Rhythmus, das Aufmerksamkeitslevel, die Körperkern-temperatur und die Produktion verschiedener Hormone.¹⁰ Hintergrund ist die Tag-Nacht-Erkennung des Individuums und die damit verbundene Körperregulation (innere Uhr). Insbesondere relevant ist dabei der Einfluss von blauem Licht.

Ein bestimmter Blauanteil in der Beleuchtung des Arbeitsplatzes kann die Beschäftigten bei der Erledigung von Arbeitsaufgaben unterstützen. In diesen Anwendungsfällen kann eine kurzfristige Erhöhung des Blaulichtanteils wirksam sein:¹¹

- Verbesserung der Aufmerksamkeit und Problemlösefähigkeit
- Erhöhte Aufmerksamkeit bei Arbeitsgängen mit hohem Unfallrisiko
- Kompensation von Lichtmangel in den Wintermonaten
- Anregende, aktivierende und leistungssteigernde Wirkung und eine Unterstützung der inneren Uhr¹²

Das Beleuchtungskonzept sollte auf die Spezifika der Personen (wie Abend- und Morgentypen, Schlaf- und Wachphasen, Lichtempfindlichkeit) abgestimmt sein. Ein falscher Einsatz kann gesundheitliche Beschwerden der Beschäftigten bewirken, wie zum Beispiel Müdigkeit am Tag, Schlaflosigkeit in der Nacht, eingeschränkte Aufmerksamkeit, verminderte Problemlösefähigkeiten oder Magen-Darm-Beschwerden. Problematisch ist dabei eine andauernde Aktivierung (zum Beispiel durch Beleuchtung mit hohem Blauanteil), um die Leistungsfähigkeit auf einem hohen Niveau zu halten.

Die AAW müssen so ausgelegt sein, dass sie die Regelungen und arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse zur Beleuchtung berücksichtigen.¹³

⁷ Heuer 2013, S. 45

⁸ Schön et al. 2016

⁹ Eberhardt 2011

¹⁰ Krüger 2013

¹¹ Krüger 2013

¹² Kunz 2015

¹³ vgl. DGUV Information 215-210 2016; DGUV Information 215-442 2015

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen von Ambient Assisted Working sind unter anderem:

- Verbesserung der Leistungsfähigkeit und der Effizienz
- Fehlerreduktion und Qualitätssicherung, Reduzierung von Störungen
- Schaffung gesundheitsgerechter Arbeitsumgebungen
- Individuelle Arbeitsplatzanpassung und damit hohes Maß an Ergonomie mit wirkungsvollen Abläufen im Rahmen der Vorgaben
- Technische Unterstützung von geistig oder körperlich eingeschränkten Personen
- Frühzeitiges Erkennen von Notfallsituationen, Unfallprävention
- Energieeffizienz
- Vereinbarte Rankings oder Bewer-

tungen über Kennzahlen. Solche Rankings können zur Motivation von Führungskräften und Beschäftigten führen.

Gefahren von Ambient Assisted Working sind unter anderem:

- Unzulässige oder nicht vereinbarte Leistungs- und Verhaltenskontrollen durch systematische Sammlung personenbezogener Daten, zum Beispiel hinsichtlich Aufenthaltszeiten, Bewegungsprofilen
- Fehlende Akzeptanz durch Führungskräfte und Beschäftigte aufgrund fehlenden Datenschutzes und Intransparenz der Vorgänge, schlechte Bedienbarkeit
- Überlastung der Beschäftigten und Führungskräfte durch übermäßig

aktivierende Arbeitsumgebung, beispielsweise permanente Verschiebung von Ermüdungsphasen durch blaues Licht

- Unabgestimmte Rankings oder Bewertungen über Kennzahlen. Solche Rankings können zur Demotivation von Führungskräften oder Beschäftigten führen.
- Unzureichende Datenqualität kann zu Fehlinterpretationen und Nachteilen für Führungskräfte und Beschäftigte führen.
- Hackerangriffe, mangelnde Datensicherheit und unbefugte Beeinflussung von technischen Systemen von außen.
- Mangelnde Kompetenz im Umgang mit Komplexität der AAW.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Beim Einsatz von AAW sollten unter anderem folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Reflektieren und festlegen, nach welchen Kriterien das AAW ausgerichtet wird (wie Wirtschaftlichkeit, Leistungssteigerung, Gesundheitsförderung, Energieeffizienz, Sicherheit, Inklusion).
- Expertenwissen einholen (zum Beispiel Informatiker, Betriebsarzt, Sicherheitsfachkraft, Datenschutzbeauftragte).
- Genau überlegen und festlegen, in welchen Bereichen und Einsatzgebieten AAW verwendet werden soll.
- Festlegen inhaltlicher Kriterien, nach denen das AAW autonom agieren soll, beispielsweise Definition optimaler Arbeitsumgebungsbedingungen, Notfallregelungen, Beachtung von Kriterien präventiver Arbeitsgestaltung.
- Vor- und Nachteile des Einsatzes von AAW reflektieren.
- Kosten-Nutzen-Plan erstellen.
- Beschäftigte vor Anschaffung informieren und einbinden, damit deren Erfahrungen einfließen können, die Nutzung personenbezogener Daten abgestimmt werden

kann und sie AAW akzeptieren. Falls vorhanden: Betriebs-/Personalrat frühzeitig einbinden.

- Klären, welche (personenbezogenen) Daten erhoben, wo und wie sie gespeichert werden, wer zugreifen kann, wofür sie genutzt werden, ob und wann sie gelöscht werden.
- Vom Hersteller/Dienstleister kurze und verständliche Informationen einfordern, welche Daten AAW erfassen, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer Zugriff auf die Daten hat. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*
- Sicherstellung von Datenschutz und Datensicherheit, Beachtung rechtlicher Grundlagen. › *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen; 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*
- Datenqualität überprüfen (welche Daten werden wie erhoben und welche Handlungen werden daraus abgeleitet?). › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*
- Bei der Anschaffung auf die Datenspeicherorte (zum Beispiel Clouds), geltende Rechtslage (zum

Beispiel Herkunftsland) und Kompatibilität zu bestehenden CPS achten. Es ist empfehlenswert, nur Dienstleistungen zu beauftragen, die sichere, verlässliche und qualitätsgesicherte (möglichst zertifizierte) Leistungen garantieren, sodass zuverlässige Arbeitsabläufe möglich sind.

- Klären, wie Arbeitsabläufe und -ergebnisse des AAW dokumentiert werden, zum Beispiel für Haftungsfragen.
- Führungskräfte und Beschäftigte im Umgang mit AAW unterweisen und trainieren.
- Mit Führungskräften und Beschäftigten regelmäßig über die Erfahrungen mit AAW sprechen, ihre Erfahrungen auswerten und gemeinsam mit ihnen Verbesserungsmaßnahmen besprechen.
- Instandhaltung, Wartung klären, sicherstellen und bekannt machen.
- Maßnahmen bei Ausfall oder Fehlfunktion des AAW festlegen und bekannt machen sowie die Beteiligten über sichere und gesundheitsgerechte Umsetzung der Maßnahmen unterweisen.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Andrushevich, A., Kistler, R., Bieri, M., & Klapproth, A. (2009). ZigBee/IEEE 802.15.4 Technologies in Ambient Assistant Living Applications. *3rd European ZigBee Developers' Conference (EuZDC) 2009*, Munich, June 2009.

DGUV Information 215-210 (2016). *Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten*. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV).

DGUV Information 215-442 (2015). *Beleuchtung im Büro – Hilfen für die Planung der künstlichen Beleuchtung in Büroräumen*. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV).

DGUV Information 215-510 (2016). *Beurteilung des Raumklimas – Handlungshilfe für kleine und mittlere Unternehmen*. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV).

DGUV Information 215-520 (2016). *Klima im Büro*. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV).

Eberhardt, B. (2011). *AAL-Anwendungsszenarien*. Frankfurt/Main: VDE.

Heuer, A. (2013). Forschung und Entwicklung zu Assistenzsystemen und Big Data. In eBusiness-Lotse NordOst (Hrsg.). *Fachkongress „Social Business“*. Tagungsband 2013 Schwerin, (S. 41–55).

Kozak, W., Stein, D., Felsmann, C., Hensel, B., Kabitzsch, K., & Rösler, M. (2014). *Aml-basierte Regelung von Klimaanlagen und Anwendung auf das Phänomen der „Trockenen Luft“*. Projekt F2299. Dortmund, Berlin, Dresden: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). www.baua.de/dok/5756236. Zugegriffen: 26.07.2018.

Krüger, J. (2013). Biologische Wirkung von blauem Licht im Blick. *Baua aktuell 4* (13), S. 6–7.

Kunz, D. (2015). *Circadiane Wirksamkeit Aml-basierter Beleuchtungssysteme: Wirkungsfragen circadianer Desynchronisation*. Projekt 2302. Dortmund, Berlin, Dresden: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). www.baua.de/dok/6270912. Zugegriffen: 26.07.2018.

Munstermann, M. (2015). *Technisch unterstützte Pflege von morgen. Innovative Aktivitätserkennung und Verhaltensermittlung durch ambiente Sensorik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Schön, S., Schneider, C., Wieden-Bischof, D., & Willner, V. (2016). *Das Potential verfügbarer Daten für Forschung und Entwicklung im Kontext von Active and Assisted Living bzw. Ambient Assisted Living*. Band 3 der Reihe „InnovationLab Arbeitsberichte“. Salzburg Research Forschungsgesellschaft – März 2016.

Teucke, M., Werthmann, D., & Warns, A. (2014). *Mobile Computersysteme für den demografischen Wandel in der Arbeitswelt*. *Industrie Management* 30, S. 47–51.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud
- 2.5.2 Cloud-Modelle der Bereitstellung und Dienstleistungen
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.3.1 Personenbezogene digitale Ergonomie

3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)



■ **Stichwörter:** Ausgabegeräte, Datenbrillen, Datenhandschuh (Data Glove), Datenanzug (Data Suit), Eingabegeräte, Lernen am Arbeitsplatz, Simulation

› Warum ist das Thema wichtig?

Cyber-physische Systeme (CPS)¹ und 4.0-Prozesse² eröffnen neue Möglichkeiten und ständige Weiterentwicklungen von künstlichen Welten (Augmented und Virtual Reality). Ziel dieser 4.0-Technologie³ ist es, mittels intelligenter Software⁴ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) Arbeitsum-

gebungen oder Produkte zu simulieren und zu testen oder Situationen einzuüben. Zudem können Informationen bei der realen Arbeit zur Verfügung gestellt werden, die die Tätigkeit erleichtern. Möglich werden mittelfristige Einsparungen von Kosten, weil keine realen Erprobungen durchgeführt werden

können (zum Beispiel Notfallszenarien) und müssen (zum Beispiel Prototypen). Augmented und Virtual Reality ermöglichen eine zeitnahe Qualifizierung von Personen. Künstliche Welten können auch eine Hilfe für die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sein.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Augmented Reality (AR) – Virtuelle Realität (VR)

Augmented Reality⁵ oder erweiterte Realität bezeichnet die Anreicherung der visuellen Wahrnehmung der Realität durch die situationsgerechte Anzeige von computergenerierten Inhalten im Sichtfeld der Anwender (zum Beispiel als eingeblendete Informationen mittels Datenbrille, als Laserbild

im Raum, auf Scheiben im Fahrzeug) sowie die Bereitstellung von Möglichkeiten zur echtzeitfähigen Interaktion mit diesen Inhalten.⁶ Formal bezieht sich der Begriff auf alle Sinneswahrnehmungen des Menschen, wird jedoch in der Regel bei visuellen Darstellungen verwendet.

Virtuelle Realität erschafft dagegen vollständig computergenerierte

Umgebungen und ermöglicht so das interaktive Erleben und Manipulieren komplexer dreidimensionaler Rechnermodelle. Dabei sind die Darstellung komplexer 3-D-Modelle in Echtzeit sowie Geräte zur Präsentation und Interaktion auf einer oder mehreren Wahrnehmungsebenen (zum Beispiel Hören, Erfühlen beziehungsweise Tasten, Körperempfindung)⁷ erforderlich.

Anwendungsbeispiele

Augmented Reality mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) kann Führungskräfte und Beschäftigte im Arbeitsprozess unterstützen. Anwendungsbeispiele sind:

- Anleitung, Anweisung im Arbeitsprozess (zum Beispiel Wartungsunterstützung, Reparaturchecklisten und Montageanleitungen)
- Lernen im Arbeitsprozess am praktischen Beispiel

- Individualisierte Unterstützung im Arbeitsprozess durch Hinweise zur Arbeitsweise oder Orientierung (zum Beispiel Reparatur, beim Führen von Fahrzeugen)
- Modellhafte Darstellung (zum Beispiel von nicht sichtbaren Strukturen „unter Putz“)
- Überprüfung von Arbeiten (zum Beispiel Schweißnähte) und Reihenfolge von Arbeitsschritten im Prozess

- Überprüfung von Modellen hinsichtlich der Konstruktion und Simulation (zum Beispiel Strömungslinien)
- Blick in die Zukunft oder Vergangenheit (zum Beispiel Projektion von Bauvorhaben)

Virtual Reality simuliert mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) die Realität. Im digitalen Raum können Arbeitsplätze und Prozesse nachge-

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁵ Tönnis 2010

⁶ Schenk 2015

⁷ Dörner et al. 2013

stellt, analysiert und angepasst werden. Anwendungsgebiete sind unter anderem:

- Übung oder Training von Tätigkeiten und Notfallsituationen im virtuellen Raum (zum Beispiel Verhalten im Brandfall)
- Überprüfen der Gebrauchstauglichkeit von Produkten und Prozessen während der Entwicklung oder Konstruktion
- Simulation von Gestaltungslösungen zur Mensch-System-Interaktion, um empirische Erprobungen einzusparen (zum Beispiel bei der Kollaboration mit Robotern)
- Gefahrloses Testen von potenziell gefährlichen Stoffen, Produkten, Prozessen und geplanten Schutzkonzepten
- Einüben sicherheits- und gesundheitsgerechten Arbeitens
- Ermittlung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen nach Unfällen
- Zusammenarbeit räumlich getrennter Personen in einem virtuellen dreidimensionalen Raum (dargestellt in einer sogenannten Computer Automatic Virtual Environment – CAVE)

Eingabegeräte

Über unterschiedliche Eingabegeräte nehmen AR und VR Informationen und Daten vom Nutzer auf.

Augmented Reality, unter anderem:

- Spracheingaben
- Eingaben über Augenbewegungen,
- Markerbasierte Eingaben (gekennzeichnete Bezugspunkte, die durch eine Kamera erkannt werden)
- Greifbare und bewegbare Benutzerschnittstellen (Tangible User Interfaces), um digitale Inhalte zu manipulieren
- Erfassung von Bewegungen über Sensoren im Raum (Motion Capture)

Virtual Reality, unter anderem:

- Datenhandschuhe und Datenan-

zug (Aufnahme von Gesten und Bewegungen)

- Controller/Joystick in Verbindung mit Head-Mounted Displays
- Trackingsysteme (Positionserfassung)

Die Eingabegeräte für AR und VR können sich gegenseitig ergänzen.

Ausgabegeräte

Die Ausgabe von AR und VR erfolgt in der Regel über Head-Mounted Displays (Datenbrillen), die von den Nutzern getragen werden. Weiterhin ist die Darstellung über andere mobile Endgeräte, zum Beispiel Tablets, oder im Rahmen der Projektion einer dreidimensionalen virtuellen Umwelt (CAVE) möglich. Die Darstellung unterschiedlicher Blickwinkel wird über Kameras, die in der Regel im Raum angebracht sind, und entsprechende Projektionen realisiert. AR und VR erfordern immer eine exakte Lagebestimmung („Tracking“) des Blickpunktes des Betrachters, um die Überlagerung der Darstellung exakt ausführen zu können.

Weitere Ausgabemöglichkeiten können sein:

- Akustisch über Kopfhörer
- Haptisch beziehungsweise touch-Feedback (spüren und erfühlen), zum Beispiel über Objekte oder Handschuhe
- Virtuelle Netzhautanzeige (Informationsbereitstellung vor dem Auge)

Das CPS ermöglicht dem Menschen den Zugriff auf ein virtuelles Objekt oder auf die Personen im virtuellen Raum, indem es Aktionen des Menschen erfasst und Reaktionen des virtuellen Objektes oder der Personen an den Menschen zurückliefert. Damit agieren Ein- und Ausgabegeräte also nicht zwingend unabhängig voneinander, sondern können miteinander verschmelzen. Mehrdimensionale Er-

fassungs- und Ausgabesysteme umfassen beispielsweise:

3-D-Maus

Dieses handgehaltene Eingabegerät kann in alle Richtungen im Raum bewegt werden. Um ihre absolute Position und Bewegung im Raum bestimmen zu können, wird ein auf Sensoren basiertes Trackingverfahren eingesetzt. In den häufigsten Anwendungsfällen dient sie dazu, in einer virtuellen 3-D-Umgebung Objekte zu navigieren oder eine Kamerafahrt durch ein virtuelles Gelände zu steuern. In Verbindung mit der 2-D-Maus kann sich ein ergonomischer Arbeitsablauf ergeben. Die linke Hand bewegt mit der 3-D-Maus das Objekt, während die rechte Hand mit der 2-D-Maus das Objekt bearbeitet.⁸

Datenhandschuh (Data Glove)

Der Datenhandschuh als Eingabegerät für dreidimensionale Bewegungsabläufe wird zur Steuerung und Orientierung in virtuellen Umgebungen genutzt. Dabei werden die Position der Hand sowie die realen Hand- und Fingerbewegungen mittels Trackingverfahren (zum Beispiel elektromagnetisch, optisch oder per Ultraschall) erfasst und in die virtuelle Welt übersetzt.⁹ Zudem können Datenhandschuhe auch über programmierbare Stimulatoren verfügen, durch die Anwender die Objekte im virtuellen Raum abtasten und sensitiv fühlen können. So kann man auch virtuelle Objekte greifen und verändern. Mittlerweile gibt es Armbänder, die in der Lage sind, durch Muskelkontraktionen entstehende elektrische Impulse in Bewegungsinformationen umzuwandeln.¹⁰

Datenanzug (Data Suit)

Der Datenanzug funktioniert nach demselben Prinzip wie der Datenhandschuh. Über Datenanzüge erfassen sogenannte Motion-Capture-Systeme¹¹ die realen menschlichen

⁸ Technology Assessment Group 2008

⁹ vgl. Waehlert 2013, S. 19f.; ITwissen.info 2017

¹⁰ Blank 2014, S. 6

¹¹ Trackingverfahren zur Bewegungserfassung, sodass diese Bewegung in ein von Computern lesbares Format umgewandelt wird. Weitere Bewegungsmessungsverfahren sind zum Beispiel das Head-Tracking und das Eye-Tracking, beispielsweise zur Steuerung von Bildschirmausgaben oder zu Analyse Zwecken, und die Stereoskopische Bewegungsmessung (Steger 2004, S. 30ff.).

Bewegungen und übertragen diese an virtuelle Akteure. So können die dynamischen und natürlichen Bewegungen des Menschen beispielsweise auf Roboter übertragen werden. Mittels der Motion-Capture-Systeme können die

Bewegungsabläufe am Arbeitsplatz detailliert und in Echtzeit analysiert und nach ergonomischen Gesichtspunkten bewertet werden.

Ausgabegeräte können mit weiteren Assistenzsystemen verknüpft

werden, zum Beispiel Exoskeletten.

› *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.4 Exoskelette.* AR und VR erfassen auch die Nutzerdaten, die für Plattformen zur Verfügung stehen können.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Die Nutzung von VR und AR mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) bietet folgende Chancen:

- Praxisnahe Erläuterungen, zusätzliche Informationen und Trainingsmöglichkeiten für den Arbeitsprozess.
- Mittelfristige Kostenreduktion und Qualitätsverbesserung durch leichtere Bearbeitung und schnellere Informationen im Arbeitsprozess beziehungsweise durch Darstellung der Realität im virtuellen Raum, ohne reale Arbeitsumgebungen oder Produkte bereitstellen zu müssen.
- Ermittlung einer optimalen Vorgehensweise im Prozess durch Auswertung von Daten, die durch CPS zur Verfügung gestellt werden können.
- Zeitlich unbegrenzte Verfügbarkeit und örtlich unabhängige Nutzbarkeit.
- Geringere Vorqualifikationen der Nutzer durch die Bereitstellung von Anleitungen und Informationen in Echtzeit erforderlich; Einarbeitungszeiten und zusätzliche Qualifizierungen können damit reduziert werden.
- Weitergabe von Erfahrungswissen von Beschäftigten über AR- oder VR-Systeme für weniger erfahrene Beschäftigte (zum Beispiel Vorgehensweise bei Fehlersuche).
- Ermittlung und Bereitstellung von Informationen zu Sicherheit und Gesundheit, zum Beispiel Anzeige potenzieller Gefährdungen, durch zusätzliche Informationen und Warnmöglichkeiten Unfallgefahren und -folgen reduzieren und das Notfallmanagement verbessern.
- Unterstützung der Unterweisung

und Training von Maßnahmen aus der Gefährdungsbeurteilung.

- Einfaches Training mit beliebig vielen Wiederholungen möglich.
- Personen- und situationsbezogene Informationsvermittlung mit entsprechendem Training möglich; neue Möglichkeiten individualisierter, passgenauer Weiterbildung.
- Simulation von Maßnahmen oder Schutzkonzepten, ohne den laufenden Betrieb zu belasten.
- Erleben und Üben von Maßnahmen in kritischen Situationen, um für den Ernstfall vorbereitet zu sein.
- Erhöhung der Motivation durch die Nutzung neuer Technologien.

Gefahren: Der Einsatz von AR und VR mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) birgt auch verschiedene Gefahren. Diese können zum Beispiel sein:

- Die Technik von AR und VR lässt momentan nur begrenzte Darstellungen zu, sodass die Simulationen ungenau bleiben.
- Handlungsspielräume und Eigenverantwortung von Beschäftigten können eingeschränkt werden, wenn sie über AR-Technologie detaillierte Handlungsanleitungen zur Verfügung gestellt bekommen, mit dem möglichen Resultat der Demotivation.
- Handlungswissen der Beschäftigten kann verloren gehen (Erosion).
- Es können zusätzliche Kosten entstehen, wenn externe Spezialisten bei der betriebsspezifischen Software-Anpassung erforderlich sind.
- Eingabe- und Ausgabegeräte (zum Beispiel Datenbrillen) können

nicht ergonomisch gestaltet sein.

- Das Tragen von Eingabe- und Ausgabegeräten oder der Aufenthalt im virtuellen Raum können zusätzliche Belastungen mit sich bringen und Personen negativ beanspruchen (zum Beispiel Zwangshaltungen oder Schwindelgefühl).
- Informationen über AR können von der eigentlichen Arbeitsaufgabe ablenken. Der Fluss der Arbeitstätigkeit kann durch die Einblendung von Informationen unterbrochen werden.
- Die Konzentration des Nutzers auf den virtuellen Raum kann die Wahrnehmung von realen Störungen und Notsignalen verhindern.
- Bei Anwendungen von AR und VR können personenbezogene Daten erfasst, gespeichert und verarbeitet werden, ohne dass die Nutzer davon Kenntnis haben.
- Durch die Überlagerung von virtueller und tatsächlicher Realität kann es zu Reizüberflutung oder Fehlinterpretation kommen (zum Beispiel virtuelle Realität passt nicht zur akustischen Realität).
- Das Bewegen im virtuellen Raum kann in unsicherer Umgebung zu Gefährdungen führen, da die natürlichen Wahrnehmungen oder erlernten Verhaltensweisen eingeschränkt sein können (zum Beispiel Verletzungs- oder Absturzgefahr).
- Fehlende Akzeptanz der Führungskräfte und Beschäftigten, weil deren Erfahrungen nicht rechtzeitig oder gar nicht berücksichtigt wurden, ihnen die Einführung der Systeme nicht erklärt wurde und sie nicht im Umgang trainiert wurden.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Folgende Maßnahmen sollten beim Einsatz von AR- oder VR-Technologien mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) unter anderem berücksichtigt werden:

- Die Anforderungen an die AR- oder VR-Systeme sollten detailliert festgelegt werden und es sollte mit Anbietern/Entwicklern geklärt werden, wie, in welcher Qualität und mit welchem Aufwand diese Anforderungen realisierbar sind. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte.*
- Vor der Beschaffung ist zu überprüfen:
 - › Welchen Mehrwert können AR- oder VR-Systeme für den jeweiligen Betrieb haben?
 - › Welche Gefährdungen können beim Einsatz von AR- oder VR-Systemen entstehen und welche Maßnahmen sollten eingeleitet werden, um diese zu vermeiden (bei Gefährdungsbeurteilungen sind insbesondere medizinische und psychische Aspekte sowie spezifische Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen)? › *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0.*
 - › Gibt es Besonderheiten beim Einsatz, die berücksichtigt werden müssen (wie zum Beispiel Homeoffice und Alleinarbeit)?
 - › Welche Daten benötigen die AR- oder VR-Systeme für die geplanten Aufgaben, wie werden diese erfasst, sind dafür zusätz-
- liche Einrichtungen (Sensorik) erforderlich und sind alle Daten kompatibel mit den AR- oder VR-Systemen?
 - › Welche personenbezogenen Daten erheben die AR- oder VR-Systeme, wo liegen diese Daten, wie und von wem werden sie verwendet?
 - › Erfüllen die Techniken und die intelligente Software für AR und VR auch ergonomische und softwareergonomische Standards?¹²
- Führungskräfte und Beschäftigte sollten bei der Anschaffung von AR- oder VR-Systemen einbezogen werden, um Prozesse optimal zu gestalten und die Akzeptanz zu erhöhen.
- Es sollte eine Pilotierungsphase eingeplant werden, in der die AR- oder VR-Systeme erprobt werden; bei der Bewertung der Pilotphase die Erfahrungen der Führungskräfte und Beschäftigten mitberücksichtigen.
- Die Führungskräfte und die Beschäftigten sind im sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit AR- und VR-Systemen zu unterweisen und zu trainieren. Sie müssen in die Bedienung der AR- und VR-Systeme (4.0-Technologie mit ihrer Software 4.0 inkl. KI) eingewiesen sein.
- Beim Einsatz von Ein- und Ausgabegeräten sollte beispielsweise auf den Tragekomfort der Geräte geachtet werden. Dieser ist zum Beispiel abhängig von der Dauer des Einsatzes und der Art der Tätigkeit. Zeit zur Gewöhnung an das Tragen und Arbeiten ist vorzusehen und einzuplanen.
- Zeitpunkt, Art und Menge der Informationen aus AR- und VR-Systemen sollten so festgelegt werden, dass die Aufmerksamkeit auf die primäre Arbeitsaufgabe nicht einträchtigt wird.
- Es ist sicherzustellen, dass auch während des Umgangs mit AR- und VR-Systemen Notsignale der realen Welt wahrgenommen werden können (zum Beispiel Feueralarm).
- Die Rahmenbedingungen der Arbeit mit AR und VR (zum Beispiel Zeitdauer, Aufgaben, gesetzliche Arbeitszeit- und Pausenregelungen) sind mit Führungskräften und Beschäftigten zu vereinbaren.
- Die Sammlung, Auswertung und Speicherung personenbezogener Daten muss mit den Beschäftigten geregelt und vereinbart werden. Interessenvertretungen und Datenschutzbeauftragte müssen entsprechend ihren jeweiligen Aufgaben beteiligt werden. › *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen; 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*
- Die Erfahrungen der Führungskräfte und Beschäftigten zur Tätigkeit mit AR- oder VR-Systemen sollten regelmäßig besprochen und Verfahren zur Verbesserung festgelegt und umgesetzt werden.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Blank, C. (2014). *Gesten im dreidimensionalen Raum*. <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2013-aw1/blank/bericht.pdf>. Zugegriffen: 20.10.2017.
- DGUV Information 215-450 (2016). *Softwareergonomie*. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV).
- Dörner, R., Broll, W., Grimm, P., & Jung, B. (2013). *Virtual und augmented reality (VR/AR): Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- ITwissen.info (2017). *Datenhandschuh*. <http://www.itwissen.info/Datenhandschuh-data-glove.html>. Zugegriffen: 13.07.2017.
- Schenk, M. (2015). *Produktion und Logistik mit Zukunft*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Steger, D. (2004). *Motion Capture mit optisch-magnetischem Trackingverfahren in VR-Applikationen*, Technische Universität Chemnitz. <http://monarch.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/4858/data/slides.pdf>. Zugegriffen: 24.08.2018.

¹² DGUV 2016

Technology Assessment Group (2008). *Der wirtschaftliche Nutzen von 3D-Mäusen für CAD-Konstrukteure*. https://www.3dconnexion.eu/fileadmin/user_upload/manuals_docs/

dach/3dx_whitepaper_cadpayback_de.pdf. Zugegriffen: 13.07.2017.
Tönnis, M. (2010). *Augmented Reality*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Waehlert, A. (2013). *Einsatzpotentiale von virtueller Realität im Marketing*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.4.5 Lernformen 4.0
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses
- 3.2.4 Exoskelette
- 3.3.1 Personenbezogene digitale Ergonomie
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)

3.2.7 Nutzung von Robotern



■ **Stichwörter:** Assistenzroboter, Industrieroboter, Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK), Serviceroboter

> Warum ist das Thema wichtig?

Im Industriebereich wird schon seit längerem mit Robotern gearbeitet. Diese sind in der Regel durch Schutzgitter vom Menschen getrennt. Die 4.0-Generation der Roboter agiert autonom und selbstlernend, gesteuert von intelligenter Software¹ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI). Sie treten direkt in Interaktion mit dem Menschen. Ohne Schutzgitter und Umwehrung (Mensch-Roboter-

Kollaboration, MRK). Diese Roboter sind nicht nur in der Industrie im Einsatz, sondern zunehmend auch in fast allen Branchen.

Die Steuerung und Vernetzung von Robotern über intelligente Software (inkl. KI) ermöglichen eine Zusammenarbeit und Kooperation von Mensch und Roboter in enger räumlicher Nähe. Dabei können die Roboter als Teil cyber-physischer Systeme

(CPS)² auf Bewegungen und Angaben der Menschen reagieren und mit ihnen interagieren. Gleichzeitig produzieren Roboter Daten, die für cyber-physische Systeme in 4.0-Prozessen³ genutzt werden können. Damit Roboter produktiv, sicher und gesundheitsgerecht eingesetzt werden können, sollte der Betrieb einige Maßnahmen präventiver Arbeitsgestaltung berücksichtigen.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Roboter

(Industrie-)Roboter sind nach VDI-Richtlinie 2860 definiert als „universell einsetzbare Bewegungsautomaten mit mehreren Achsen, deren Bewegungen hinsichtlich Bewegungsfolge und Wegen beziehungsweise Winkeln frei (das heißt ohne mechanischen Eingriff) programmierbar und gegebenenfalls sensorgeführt sind. Sie sind mit Greifern, Werkzeugen oder anderen Ferti-

gungsmitteln ausrüstbar und können Handhabungs- und/oder Fertigungsaufgaben ausführen.“⁴

Im Rahmen der digitalen Transformation werden autonome Roboter entwickelt, die sich in der Raumumgebung bewegen und unmittelbar mit dem Menschen interagieren – sogenannte kollaborierende Roboter.⁵ Sie grenzen sich gegenüber kooperierenden Robotern sowie der bloßen Koexistenz von Mensch und Roboter dadurch ab, dass

Berührungen zwischen Mensch und Roboter nicht nur möglich, sondern teilweise sogar gewünscht sind, beispielsweise wenn der Roboter dem Menschen assistieren soll. Roboter, die über intelligente Software (inkl. KI) gesteuert werden, agieren und bewegen sich autonom. Dabei gibt es unterschiedliche Autonomiegrade (Informationsaufnahme, Informationsverarbeitung, Entscheidungsfindung und Handlungsausführung).⁶

Mit autonomen Robotern entsteht eine neue Form der Zusammenarbeit zwischen Mensch und Technik, in der der Roboter eine unterstützende oder assistierende Funktion einnimmt, beziehungsweise eigenständig Aufgaben übernimmt und sich selbst

steuert. *Abbildung 1* zeigt mögliche Formen der Gestaltung von Arbeitsplätzen mit Robotern.

Die Kollaboration zwischen Mensch und Roboter bedeutet ein neues Gefährdungspotenzial für den Menschen. Grundlegende Gefährdun-

gen in der Zusammenarbeit mit dem Roboter, wie Kollisionen, Stoßen und Quetschen, müssen verhindert werden. Algorithmen und Sensoren zur Druckmessung können beispielsweise erkennen, wie stark ein Kontakt mit Hindernissen ist.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁴ VDI-Richtlinie 2860

⁵ Onnasch et al. 2016

⁶ Onnasch et al. 2016

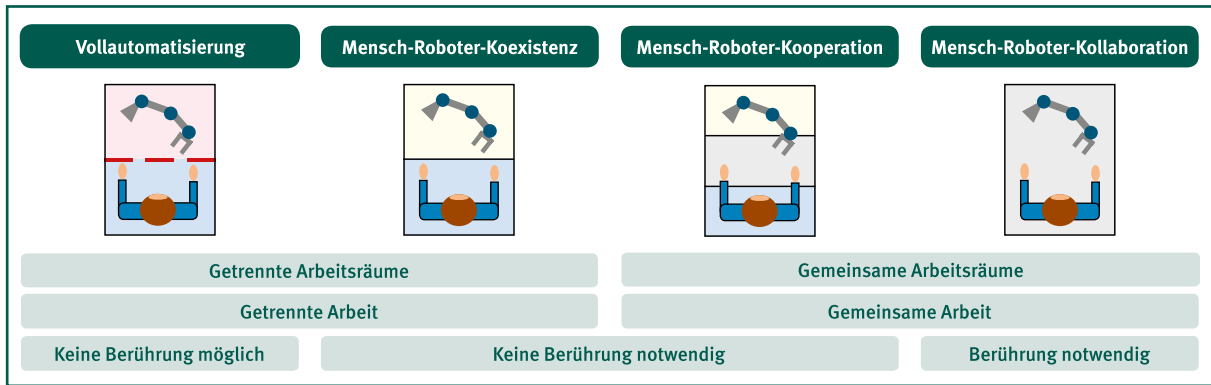


Abbildung 1: Möglichkeiten der Gestaltung von Arbeitsplätzen mit Robotern (in Anlehnung an Otto & Zunke 2015)

Neben dieser reaktiven Steuerung ermöglicht die intelligente Software (inkl. KI) eine proaktive Steuerung des Roboters durch 4.0-Technologien.⁷ Diese ist beispielsweise durch den Einsatz eines Handgeräts, über berührungssensitive Flächen oder mittels kamerabasierter Blick- oder Gestensteuerung möglich.⁸ Eine weitere Form ist die Verwendung vernetzter Handschuhe, die beispielsweise Greifbewegungen des Menschen auf den Roboter übertragen. Außerdem kann der Roboterarm durch den Menschen geführt werden, wenn der Mensch durch leichte Druck- und Ziehbewegungen die Richtung vorgibt und der Roboter folgt.

Die Anwendungsbereiche und Interaktionsformen von Robotern sind vielfältig. Sie umfassen zum Beispiel die physische Entlastung, die Unterstützung beim Transport, das Heben und Tragen, die Bearbeitung von Materialien, die Ausführung von Präzisionsarbeiten oder den Informationsaustausch.⁹ Im Rahmen dessen sammeln und speichern die Roboter permanent Daten über ihren Einsatz oder Details über ihre Tätigkeit (wie Orte oder Dau-

er). Diese Daten können über CPS für weitere Prozesse intelligent kombiniert und ausgewertet werden.

Die Roboter können auch mit anderen Robotern kollaborieren. Hier sind die Maßnahmen zum betriebssicheren Einsatz zu beachten. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS und 3.1.5 Sicherheit autonom fahrender Fahrzeuge.*

In der Praxis sind zahlreiche Robotervarianten im Einsatz beziehungsweise im Entwicklungsstadium vorhanden. Es gibt folgende Beispiele:

Service- und Assistenzroboter:

- Roboter für den persönlichen Service (Rasen mähen, Staub saugen, Transport von Gegenständen, Öffnen von Türen, Massage, Zubereitung von Kaffee)¹⁰
- Menschenähnlich gestalteter Roboter, der informiert und kommuniziert sowie Personen unterstützt (Begrüßung, Navigation, Information, Bedienung von Arbeitsmitteln)¹¹
- Pflegeroboter (Patienten waschen oder heben/drehen, Treppensteigen und dabei Lasten tragen oder Türen öffnen)¹²

Industrieroboter:

- Zweiarmeroboter für die Montage von Kleinteilen mit flexiblen Greifarmen, Teilezuführungssystemen und kamerabasierter Erkennung¹³
- Leichtbauroboter für kleinteilige Montagetätigkeiten¹⁴
- Menschenähnlich gestalteter Roboter für Präzisionsaufgaben, auch in kleinen Räumen einsetzbar, zum Packen, Be- oder Entladen¹⁵
- Transportroboter mit 35 kg Traglast¹⁶

Industrieroboter können je nach Gestaltung auch im Servicebereich eingesetzt werden.

Die Morphologie oder Gestaltung von Robotern ist wesentlich für die Erwartungen der Nutzer über die Fähigkeiten des Roboters und über die Art der Interaktion.¹⁷ Ist der Roboter menschenähnlich gestaltet, geht der Nutzer in der Regel davon aus, dass mit dem Roboter gesprochen werden kann und dieser diese Form der Interaktion versteht und entsprechend reagiert. Der Mensch kann dazu neigen, zu dieser Art von Robotern emotionale Beziehungen aufzubauen.¹⁸

⁷ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden. 8 Blume et al. 2014, S. 741

⁹ Onnasch et al. 2016, S. 7

¹⁰ zum Beispiel P-Rob

¹¹ zum Beispiel Pepper

¹² zum Beispiel Cody, Romeo

¹³ zum Beispiel YuMi

¹⁴ zum Beispiel LBR iiwa

¹⁵ zum Beispiel Sawyer (rethink robotics)

¹⁶ zum Beispiel CR 35 IA

¹⁷ Onnasch et al. 2016, S. 8

¹⁸ Kuz 2016

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Die Nutzung von Robotern bieten unter anderem folgende **Chancen**:

- Entlastung von Beschäftigten, zum Beispiel durch:
 - › Abnahme von körperlich schwerer oder einseitiger Arbeit
 - › Vereinfachung von Arbeitsabläufen durch Assistenz
 - › Abnahme von gefährlicher oder unliebsamer Arbeit, zum Beispiel in kontaminierten oder schwer zugänglichen Bereichen sowie in Arbeitsbereichen, in denen Explosionsgefahr besteht
- Effizienzsteigerungen durch Kombination der Stärken des Menschen (beispielsweise Intuition, Flexibilität, Entscheiden und Urteilen), mit den Vorteilen des Roboters (beispielsweise ausdauernde, reproduzierbare und präzise Bewegungen)
- Effizientere und effektivere Gestaltung von Arbeitsabläufen (zum Beispiel durch Pflegeroboter), durch

bessere Nutzung von Laufwegen über selbstlernende Roboter

- Nutzung von Möglichkeiten zur Verbesserung von Produktivität und Qualität manueller Arbeitsplätze, zum Beispiel durch Assistenzroboter beim Rasenmähen und in der Gebäudereinigung
- Verbesserung der menschlichen Leistung, zum Beispiel Durchführung von Präzisionsarbeiten in der Medizin
- Mehr Daten über den Arbeitsablauf und Korrektur beinahe in Echtzeit

Die Nutzung von Robotern können unter anderem mit folgenden **Gefahren** verbunden sein:

- Defizitäres Sicherheitskonzept beziehungsweise Verletzungsgefahr durch Mensch-Roboter-Kollaboration unter anderem durch:
 - › Nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch
 - › Defekte
 - › Störungen in Abläufen

› Zugriff von Dritten › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.*

- Akzeptanzschwierigkeiten (gefühlte Sicherheit, Bedienerfreundlichkeit, Bewegungsverhalten und Anpassungsfähigkeit des Roboters)
- Verlust von Innovationsfähigkeit und Erfahrungswissen von Führungskräften und Beschäftigten, weil Tätigkeiten von Robotern übernommen werden
- Unwirtschaftlichkeit durch suboptimale Prozessplanung
- Verlust von Autonomie und Freiheitsgraden des Menschen
- Wahrnehmung der Kollaboration als Bedrohung (zum Beispiel Bedrohung der Position im Unternehmen, Arbeitsplatzsicherheit)
- Sammlung und Weiterleitung von personenbezogenen Daten der Beschäftigten im Umfeld
- Mangelnde Verfügbarkeit durch Störungen (wie Angriffe von außen, Funktionsfehler, Softwarefehler)

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Vorüberlegungen

- Führungskräfte sollten sich vor der Beschaffung von Robotern beispielsweise mit folgenden Fragen auseinandersetzen:
 - › Wofür soll der Roboter eingesetzt werden?
 - › Welchen Nutzen bringt der geplante Einsatz (neben Wirtschaftlichkeit auch Folgekosten, Qualifizierungen und Trainings berücksichtigen, Vor- und Nachteile gegenüber Führungskräften und Beschäftigten)?
 - › Welche Roboter eignen sich für den geplanten Einsatz und welche Vor- und Nachteile haben die Systeme?
 - › Welche Anforderungen bestehen an einen sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit Robotern?
 - › Wie sollen die Roboter in den Arbeitsprozess implementiert werden?
 - › Welche Daten liefert der Roboter und wie können/sollten diese genutzt werden (Datenschutz,

Datenqualität)? › *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen und 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*

- › Vom Hersteller kurze und verständliche Informationen einfordern, welche Daten der Roboter erfasst, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer Zugriff auf die Daten hat. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*
- › Welche Interventionsmöglichkeiten haben die Beschäftigten und wie sind diese zu beschreiben?
- › Wie können die Erfahrungen der Beschäftigten im Einsatzbereich mit dem Roboter berücksichtigt werden und wie können diese in die Einsatzplanung eingebunden werden?
- › Wie werden Experten im Daten-, Arbeits- und Gesundheitsschutz bei der Auswahl und beim Einsatz von Robotern eingebunden?

› Welche Vereinbarungen mit den Interessenvertretungen, Führungskräften und Beschäftigten sind erforderlich? › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*

- Die Durchführung einer ganzheitlichen Gefährdungsbeurteilung zum Einsatz von Robotern › *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0* ist empfehlenswert. Zentral ist dabei die Berücksichtigung der Gefährdungen, wie Quetschen und Stoßen, die vermieden werden müssen. Einerseits können kollaborierende Roboter eine entsprechende Maßnahme zur Verringerung von Gefährdungen (zum Beispiel Ergonomie, physische Kraft) sein, andererseits stellen solche Roboter selbst eine Gefährdung dar, die beurteilt werden muss. Diese Überlegungen sollten in das Sicherheitskonzept einfließen. (Kollaborierende) Robotersysteme fallen unter den Geltungsbereich der EG-Maschinenrichtlinie

2006/42/EG. Damit sind für den Verkauf und die Verwendung auf dem europäischen Markt Konformitätserklärung und CE-Zeichen erforderlich. Zudem muss eine Risikobeurteilung erfolgen.

- Entsprechende Normen und Hinweise müssen eingehalten werden, wie zum Beispiel die Integration kollaborierender Industrieroboter und Robotersysteme (zum Beispiel Gefährdungen und Risikominimierungen)¹⁹ beziehungsweise Anforderungen für die sichere Konstruktion sowie Schutzmaßnahmen.²⁰ Auch werden Sicherheitsanforderungen²¹ und Anforderungen für den Beschaffungsprozess festgelegt.
- Maßnahmen zur Datensicherheit festlegen und umsetzen (zum Beispiel Schutz vor Hackerangriffen).
- Festlegen, wie die Zusammenarbeit und der Datenaustausch mit dem Hersteller gestaltet werden soll (wie zum Beispiel Prüfung, Wartung und Aktualisierung von Robotern, Zugriff auf Daten des Roboters).
- Welche Rechte und Pflichten haben der Hersteller und der Betreiber?

Implementierung der Roboter

- Führungskräfte und Beschäftigte informieren, wie der Roboter eingesetzt werden soll, was mit dem Einsatz bezweckt wird, nach welchen Kriterien der Roboter lernt und sich weiterentwickelt.
- Es ist sinnvoll, die Belegschaft auf die Besonderheiten im Umgang mit dieser Technik im Rahmen präventiv wirkender Qualifizierungsmaßnahmen hinzuweisen. Hierbei sollen die Beschäftigten lernen, wie der Roboter zu steuern ist, welche Bewegungsbahnen er ausführt und in welcher Geschwindigkeit dies erfolgt. Insbesondere sollten Möglichkeiten zur kurzfristigen Unterbrechung und zum Stillstand der Robotertätigkeit eingeübt werden. Der Einsatz der Systeme in Pilotbereichen zum Sammeln eigener

Erfahrungen ist dabei eine Möglichkeit zum Praxistransfer der zuvor in Schulungen gewonnenen theoretischen Erkenntnisse.

- Zugangs- und Zutrittsbeschränkungen festlegen (Wer soll wann und nach welchen Kriterien Zugang erhalten?).
- Führungskräfte und Beschäftigte informieren, welche personenbezogenen Daten der Roboter erfasst und wie diese benutzt werden (entsprechend einer betrieblichen Vereinbarung).
- Arbeitsmedizinische Prüfung der Eignung der Nutzer (arbeitsmedizinische Vorsorge, Einbindung des Betriebsarztes).

Sicherheitskonzept

Die Eigensicherheit des Roboters als Maschine reicht nicht aus, vielmehr muss das Gesamtkonzept sicher sein. Dazu gehören auch Werkzeuge, Werkstücke, weitere Arbeitsmittel und die Umgebungsbedingungen. Das Sicherheitskonzept muss regelmäßig sowie nach Unfällen, etwa nach Kollisionen, angepasst werden.

Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)²² unterscheidet folgende Sicherheitskonzepte bei kollaborierenden Robotern:

- Sicherheitsgerichteter überwachter Stillstand: Der Roboter hält an, wenn der Beschäftigte den gemeinsamen Arbeitsbereich betritt, und läuft wieder an, wenn dieser ihn wieder verlassen hat.
- Handführung: Die Roboterbewegung wird vom Beschäftigten aktiv mit entsprechender Ausrüstung gesteuert.
- Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung: Der physische Kontakt zwischen dem Beschäftigten und dem agierenden Roboter wird vom Roboter verhindert.
- Leistungs- und Kraftbegrenzung: Die Kontaktkräfte zwischen dem Beschäftigten und dem Roboter werden technisch auf ein ungefährliches Maß begrenzt. Die Ver-

letzungsrisiken bei einer Kollision werden dabei auf einem niedrigen und tolerablen Niveau gehalten.

In der Schutzfunktion der Leistungs- und Kraftbegrenzung müssen die Roboter über folgende detaillierte Schutzeinrichtungen verfügen:²³

- Sichere Überwachung/Begrenzung des Drehmoments, der Kraft beziehungsweise des Drucks an den Kontaktflächen
- Sichere Überwachung der Geschwindigkeit
- Sichere Überwachung der Position
- Betriebsartenwahl und Zustimmungsschalter (im Sinne einer aktiven Steuerung der Roboterbewegung durch den Beschäftigten bei Sonderbetriebsarten)

An kollaborierende Roboter werden verschiedene Anforderungen zur Gestaltung von Arbeitstätigkeiten gestellt:

Technologische Anforderungen

- „An Arbeitsplätzen mit kollaborierenden Robotern ist die Wahrscheinlichkeit einer Kollision zwischen Mensch und kollaborierendem Roboter mit geeigneten Maßnahmen zu minimieren, z. B. durch Begrenzung des potenziellen Kollisionsraumes.
- Bei einer möglichen Kollision zwischen Mensch und kollaborierendem Roboter dürfen sich im Kollisionsbereich keine scharfen, spitzen, scherenden oder schneidenden Kanten und Konstruktionsteile oder raue Oberflächen befinden.
- Im Falle einer möglichen Kollision darf es nur zu flächenhaften Berührungsbereichen kommen. Hierfür können geeignete Gehäuse, Abdeckungen oder Trennflächen eingesetzt werden. Die Distanz zwischen zwei gegenüberliegenden Punkten der Außenlinien der Kollisionsfläche sollte mindestens 5 mm betragen [...].

¹⁹ EN ISO 10218-2

²⁰ EN ISO 10218-1

²¹ ISO TS 15066

²² DGUV 2017, S. 2

²³ DGUV 2017, S. 2

■ Mögliche Kollisionsbereiche sind erkennbar (schwarz/gelb) zu gestalten.“²⁴

Im Rahmen der technischen Anforderungen wird an Personenerkennungsmöglichkeiten geforscht, um Kollisionen zu vermeiden.²⁵

Medizinisch-biomechanische Anforderungen

Es werden Körpermodelle mit Haupt- und Einzelbereichen definiert, um relevante Verletzungskriterien mit ihren Grenzwerten und charakteristische Werte der Verformungskonstanten

der Körpereinzelnbereiche abzugeben. Diese Grenzwerte müssen im Falle von Kollisionen mit kollaborierenden Robotern eingehalten werden (zum Beispiel hinsichtlich Verformung, Kompression von Körperbereichen, Beanspruchung von Haut sowie Binde- und Muskelgewebe, maximale Verletzungsschwere). Hier wird empfohlen, arbeitsmedizinische Eignungsuntersuchungen für die Beschäftigten zu entwickeln.

Ergonomische Anforderungen

■ „Der Arbeitsraum, in dem es zu einer Kollision zwischen Mensch und kollaborierendem Roboter kommen

kann, muss so gestaltet sein, dass die Körperbeweglichkeit der Person ausreichend gewährleistet ist.

■ Die Wahrnehmung, die Aufmerksamkeit und das Denken der Person darf durch die Arbeitsumgebung und den kollaborierenden Roboter nicht eingeschränkt oder gestört werden. Im Falle einer Kollision zwischen Mensch und kollaborierendem Roboter darf es nicht zu weiteren, nicht-mechanischen belastenden Beanspruchungen der Person kommen (z. B. durch strömende oder strahlende Expositionen, elektrische Durchflutung).“²⁶

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

BGIA (2011). *BG/BGIA-Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach Maschinenrichtlinie – Gestaltung von Arbeitsplätzen mit kollaborierenden Robotern*. Sankt Augustin. http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bg_bgia_empf_u001d.pdf. Zugriffen: 21.07.2018.

Blume, J., Rehl, T., & Rigoll, G. (2014). *Multimodale Interaktion auf einer sozialen Roboterplattform. at – Automatisierungstechnik*, 61(11), 737-748. <https://pdfs.semanticscholar.org/8bb2/1b1f8d6952d77cae95b4e0b8964c9e0201b0.pdf>. Zugriffen: 21.07.2018.

DGUV Information FB HM-080 (2017). *Einsatz Kollaborierende Robotersysteme – Planung von Anlagen mit der Funktion „Leistungs- und Kraftbegrenzung“*. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV).

EN ISO 10218-1:2011 „*Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Roboter*“.

EN ISO 10218-2:2011 „*Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen – Teil 2: Robotersysteme und Integration*“.

ISO/TS 15066:2016 „*Robots and robotic devices – Collaborative robots*“.

Koppenborg, M., & Naber, B. (2013). *Wie sollen Arbeitsplätze mit kollaborierenden Robotern gestaltet werden? Aus der Arbeit des IFA 04*, Nr. 0348. <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/aifa0348.pdf>. Zugriffen: 23.07.2018.

Kuz, S. (2016). *Neuroergonomische Gestaltung der Mensch-Roboter-Interaktion in der Montage*. https://www.baua.de/DE/Angebote/Veranstaltungen/Dokumentationen/Neue-Technologien/pdf/Mensch-Roboter-Zusammenarbeit-2016-1.pdf?__blob=publicationFile&v=2. Zugriffen: 21.07.2018.

Maschinenrichtlinie 2006/42/EG. 05.02.2013.

Onnasch, L., Maier, X., & Jürgensohn, T. (2016). *Mensch-Roboter-Interaktion – Eine Taxonomie für alle Anwendungsfälle*. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (baua: Fokus). https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Fokus/Mensch-Roboter-Interaktion.pdf?__blob=publicationFile&v=2. Zugriffen: 21.07.2018.

Otto, M., & Zunke, R. (2015). *Einsatzmöglichkeiten von Mensch-Roboter-Kooperationen und sensitiven Automatisierungslösungen. Zukunft der Arbeit – Die neuen Roboter kommen*, Berlin, 25.11.2015. http://www.blog-zukunft-der-arbeit.de/wp-content/uploads/2015/03/03_2015-11-25_IG-Metall_Robotik-Fachtagung_OttoZunke.pdf. Zugriffen: 21.07.2018.

Schmauder, M., Höhn, K., Jung, P., Lehmann, K., Paritschkow, S., Westfeld, P., & Sardemann, H. (2016). *Sichere Personerkennung in der Mensch-Maschine-Interaktion*. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2322.pdf?__blob=publicationFile&v=6. Zugriffen: 21.07.2018.

VDI-Richtlinie 2860 *Montage- und Handhabungstechnik; Handhabungsfunktionen, Handhabungseinrichtungen; Begriffe, Definitionen, Symbole*. 1990.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS
- 3.1.5 Sicherheit autonom fahrender Fahrzeuge
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein

²⁴ BGIA 2011, S. 12

²⁵ Schmauder et al. 2016

²⁶ BGIA 2011, S. 16

3.3.1 Personenbezogene digitale Ergonomie



■ **Stichwörter:** Arbeits- und Gesundheitsschutz, Arbeitsgestaltung

› Warum ist das Thema wichtig?

Cyber-physische Systeme (CPS)¹ bieten neue Möglichkeiten, menschliche Bewegungsabläufe digital zu erfassen, virtuell darzustellen und zu analysieren. Mit den so gewonnenen ergonomischen Erkenntnissen kann ein Betrieb bereits frühzeitig über intelligente Software² mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) Gestaltungsdefizite erkennen.³ Durch die stärkere Berücksichtigung der mitarbeiterspezifischen Merkmale bei der Gestaltung von Produkt- und Arbeitssystemen können die physischen Möglichkeiten der Beschäftigten besser mit der Arbeitsbelastung in Ein-

klang gebracht und ihre körperlichen Belastungen reduziert werden. Es bietet sich auch die Chance der besseren Integration von Beschäftigtengruppen beispielsweise mit alters-, verletzungs- und krankheitsbedingten körperlichen Einschränkungen. Darüber hinaus eignet sich die personenbezogene digitale Ergonomie auch, um Gefährdungen zu beurteilen und Präventionsmaßnahmen zu ergreifen, beispielsweise bei der manuellen Handhabung von Lasten, bei der Beanspruchung des Herz-Kreislauf- und Muskel-Skelett-Systems. Hier bieten virtuelle Sicherheitsanalysen die Mög-

lichkeit, die Bedingungen des Arbeitsumfeldes von 4.0-Prozessen⁴ so zu gestalten, dass die Folgen realer Unfälle reduziert werden.

Kleine und mittlere Unternehmen erheben in ihrer Mehrzahl bisher keine personenbezogenen ergonomischen Daten. Mit 4.0-Technologien⁵ können personenbezogene ergonomische Daten digital erhoben und mittels Ergonomietools ausgewertet werden. Insofern ist es hilfreich, Kriterien der digitalen Ergonomie zu kennen, nach denen CPS mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) agieren.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Digitale Ergonomie

„Die **Digitale Ergonomie** ist ein Oberbegriff für digitale Modelle und Methoden zur Planung, Realisierung und laufenden Verbesserung von Produkten und soziotechnischer Arbeitssysteme“.⁶ Um die Arbeitssysteme ergonomisch zu optimieren, werden personenbezogene Merkmale des

Beschäftigten (beziehungsweise des späteren Anwenders) erfasst. Daher wird hier der Begriff der **personenbezogenen digitalen Ergonomie** verwendet. Zu den wesentlichen Ergonomietools zählen digitale Menschmodelle. „Als **digitale Menschmodelle** werden Softwaresysteme oder Teile von Softwaresystemen bezeichnet, die mo-

dellhaft geometrische und weitere Eigenschaften und Fähigkeiten des Menschen oder Elemente davon abbilden, simulieren und zur Nutzung bereitstellen.“⁷ Das heißt, sie bilden reale Menschen virtuell ab. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf digitale Menschmodelle.

Die Modellierung digitaler Menschmodelle mit intelligenter Software (inkl. KI) erfolgt auf Basis von Maßanalysen. Sie erfassen beispielsweise:

■ **Anthropometrische Merkmale**

(Maßverhältnisse des menschlichen Körpers). Die Informationen von Körpermaßen oder Reich- und Sichtweiten ermöglichen beispielsweise die ergonomische Gestaltung

von Fahrerkabinen oder die Überprüfung der Einsehbarkeit und Erreichbarkeit von Maschinenteilen.⁸

■ **Biomechanische Merkmale**, das heißt Bewegungsabläufe und -kräfte

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Wischniewski 2013

⁴ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁵ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁶ Wischniewski 2013, S. 10

⁷ Mühlstedt 2016, S. 73

⁸ Antakli et al. 2017, S. 84; internationale Datenbanken geben Auskunft über kollektive anthropometrische Maße verschiedener Populationen. Anthropometrische Normen der deutschen Bevölkerung sind – nach Geschlecht, Perzentil, Altersgruppen differenziert – in DIN 33402-2 enthalten. Aufgabenspezifisch können (zusätzlich) individuelle Messungen der Körpermaße notwendig sein.

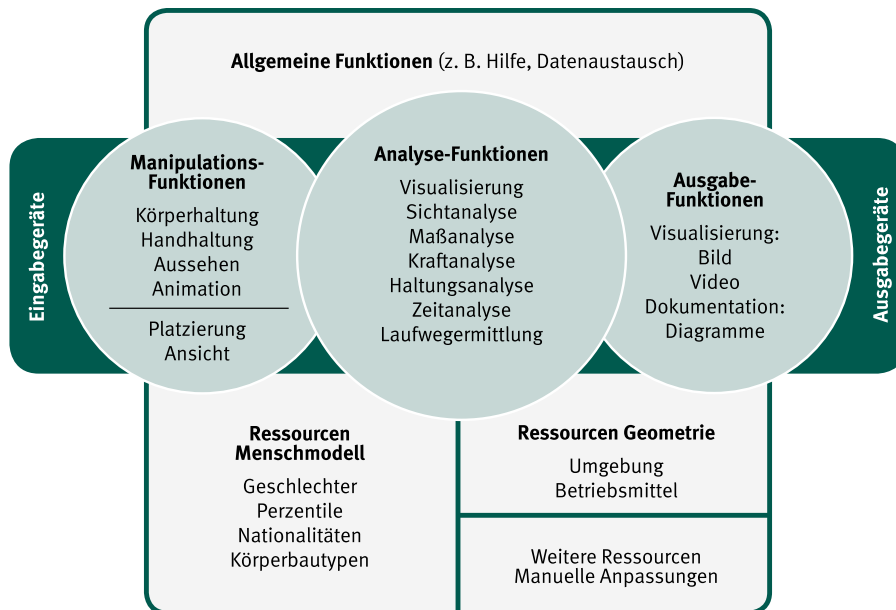


Abbildung 1: Funktionsschema digitaler Menschmodelle (IfM Bonn 17 3097 005, Quelle: in Anlehnung an Mühlstedt 2016, S. 83)

in biologischen Bewegungsapparaten.

- Kognitive Merkmale, die Indikatoren für das (Entscheidungs-)Verhalten des Menschen wiedergeben können.⁹
- Physiologisch-medizinische Menschmodelle, die vor allem im medizinischen Bereich angewendet werden, um die Vorgänge im Innern des Menschen darzustellen.¹⁰

Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Funktionen, die bei ergonomischen Analysen durch digitale Menschmodelle zum Einsatz kommen. Zunächst werden digitale Menschmodelle auf Basis anthropometrischer Daten oder bereits gespei-

cherter Menschmodelle erzeugt, in die virtuelle 3-D-Umgebung eingebettet und verschiedene Eigenschaften (zum Beispiel Aussehen, Gelenkeinstellungen, Körperhaltungen, Bewegungsfreiheiten) festgelegt. Anhand anschließender 3-D-Visualisierungen können beispielsweise Haltungs- und Sichtanalysen durchgeführt und anthropometrische Kollisionen identifiziert werden. Analysen können auch auf Basis von Bewegungs-Erfassungssystemen (Motion-Capture-Systemen) erfolgen. Dabei erfassen Trackingsysteme markerbasiert (zum Beispiel durch Radio-Frequency Identifikation – RFID) und/oder markerlos (videobasiert) die menschliche Bewegung. Die ergonomischen Prüfungen erfolgen anschlie-

ßend durch das sequenzielle Abspielen der Bewegungen,¹¹ zum Beispiel durch die Einbettung der Simulationen in virtuelle oder erweiterte Realitäten, die der echten Arbeitsplatzumgebung entsprechen. Das heißt, Virtual-Reality-beziehungsweise Augmented-Reality-Technologien ersetzen beziehungsweise erweitern die realen Umgebungen virtuell, die dem Anwender über den Bildschirm oder Videobrillen (sogenannte Head-Mounted Displays) zugänglich gemacht werden. Mitunter können diese Anwendungen um akustische Ausgaben erweitert werden. ▶ Siehe Umsetzungshilfen 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten); 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses.

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Die digitale personenbezogene Ergonomie bietet **Chancen**, Produkte und Prozesse ergonomisch und wirtschaftlich zu gestalten. Damit einhergehende Effizienzsteigerungen erhöhen die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen (die durch das Zusammenspiel mit Ambient-Intelligence-Systemen noch weiter gesteigert werden kann).

- Digitale Ergonomie bietet eine

Möglichkeit, Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit schon in der Planung zu berücksichtigen. Durch die frühzeitige interaktive Simulation von manuellen Tätigkeiten anhand digitaler Menschmodelle kann möglichen Defiziten präventiv, also bereits vor der Gestaltung der Arbeitssysteme, begegnet werden¹² und gegebenenfalls können

kostenintensive Korrekturen nach Einführung der Arbeitssysteme oder auch erhöhte Fehlzeiten der Beschäftigten (zum Beispiel infolge von Haltungsschäden) vermieden beziehungsweise reduziert werden.

- Das Bewusstsein, dass die Gesundheit der Beschäftigten im Fokus der Arbeitgeber steht, kann ihr psychisches Wohlbefinden sowie

⁹ Bubb 2015, S. 222

¹⁰ Bullinger-Hoffmann & Mühlstedt 2016, S. 83ff.

¹¹ Bockholt et al. 2017, S. 220ff.

¹² Mühlstedt 2016, S. 82

ihre Zufriedenheit und Motivation erhöhen. Auf die Beschäftigten angepasste Arbeitssysteme werden bei den Anwendern größere Akzeptanz finden.

- Unternehmen profitieren zudem von einem optimierten Personaleinsatz. Insbesondere vor dem Hintergrund des demografischen Wandels und des Fachkräftebedarfs ist der Erhalt der Leistungsfähigkeit der Belegschaft im Allgemeinen, insbesondere aber für diejenigen mit hohem Erfahrungswissen, von Bedeutung. Diesbezüglich ermöglicht die digitale personenbezogene Ergonomie älteren Beschäftigten, länger im Unternehmen zu verbleiben, und generell eine bessere Integration von Berufsgruppen mit körperlichen Einschränkungen.
- Digitale personenbezogene Ergonomietools ermöglichen auch kleineren Betrieben die menschengerechte ergonomische Gestaltung ohne zeit- und kostenaufwendige Messungen an realen Probanden und den Einsatz von Fachleuten.¹³
- Die Erfassung der individuellen

körperlichen Möglichkeiten durch personenbezogene digitale Menschmodelle kann dienlich sein, um individuelle Assistenzsysteme für die Beschäftigten anzupassen. Dies entlastet Beschäftigte entsprechend ihrer körperlichen Leistungsfähigkeit und führt zu Effizienzsteigerungen.¹⁴

- Gelingt es, die menschlichen Verhaltensweisen ganzheitlich mit digitalen Menschmodellen zu verknüpfen, kann dies als Werkzeug dienen, das menschliche Verhalten auch in Extremsituationen besser zu verstehen. So könnten beispielsweise panische Reaktionen oder impulsiv eingeschlagene Fluchtwege in Gefährdungssituationen simuliert werden. Anhand solcher Simulationen können das optimale Handeln in Gefährdungssituationen geübt und Maßnahmen des Notfallmanagements virtuell trainiert werden.

Die Anwendung digitaler Menschmodelle unterliegt auch möglichen **Gefahren** und Risiken, die bereits mit

Entwicklungsbeginn zu berücksichtigen sind.

- Beschäftigte können verunsichert und misstrauisch werden, wenn sie nicht wissen, welche personenbezogenen Ergonomiedaten erfasst, wozu sie verwendet werden und wer Zugriff auf diese hat.
- Eine zu starke Steuerung der ergonomischen Prozesse über Standards und Kennzahlen kann die Skepsis gegenüber modernen Technologien erhöhen und die Motivation der Beschäftigten senken.
- Eine zu stark auf Effizienz ausgelegte ergonomische Gestaltung durch personenbezogene digitale Ergonomietools kann zu körperlichen Überlastungen führen.
- Digitale Ergonomietools können die (präventive) Gestaltung von Arbeitssystemen begleiten, ein alleiniger Verlass auf parametrisierte Datenanalysen ist jedoch nicht empfehlenswert, da diese quantitative Daten liefern, die die persönliche Situation des Beschäftigten nicht immer adäquat abbilden können.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Folgende Maßnahmen werden beispielsweise vor dem Einsatz personenbezogener digitaler Ergonomietools empfohlen:

Anschaffung digitaler Ergonomietools

- Es gibt verschiedene digitale Menschmodelle, die über Grundfunktionen zusätzliche Analysefunktionen anbieten (zum Beispiel bieten Zusatzpakete die Möglichkeit von Haltungsanalysen mit der Ausgabe von Einzelwerten für Gelenke). Vor der Anschaffung sollte analysiert werden, welche sich für die Beantwortung der unternehmensspezifischen ergonomischen Fragestellungen eignen.¹⁵
- Vor der Anschaffung der Ergonomietools sollte ermittelt werden, ob die Qualität der erhobenen Daten für den Einsatzzweck geeignet ist (zum Beispiel ausreichende

Differenzierung der Menschmodelle auf die Situation und die agierenden Menschen. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*

- Sich informieren, welche personenbezogenen Daten durch das Ergonomietool erfasst, wo sie gespeichert, verarbeitet werden und wer Zugriff auf diese Daten hat. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*
- Ob die Unternehmen die Kosten zur Anschaffung und Schulung für die Anwendung der Ergonomietools amortisieren können, sollte individuell eingeschätzt werden und hängt beispielsweise von der Unternehmensgröße ab. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls mit anderen Unternehmen oder Forschungseinrichtungen zu kooperieren.
- Gegebenenfalls mit dem Her-

steller und der IT-Abteilung oder IT-Dienstleistern klären, ob die Unternehmen über hinlängliche Speicherkapazitäten verfügen beziehungsweise ob das Ergonomietool kompatibel mit der im Betrieb eingesetzten Software ist.

- Vom Hersteller kurze und verständliche Informationen einfordern, welche Daten das Ergonomietool erfasst, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer Zugriff auf die Daten hat, um Führungskräfte und Beschäftigte angemessen informieren zu können. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*

Einführung digitaler Ergonomietools

- Festlegen, welche Daten aus dem digitalen Ergonomietool verlässliche parametrisierte Datenanalysen liefern.

¹³ Bockholt et al. 2017, S. 223f.

¹⁴ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016, S. 13

¹⁵ Mühlstedt 2016, S. 73 ff.

- Festlegen, wie die quantitativen Daten des digitalen Ergonomietools durch menschliche Expertise ergänzt werden sollten – zum Beispiel durch Fachkräfte für Arbeitssicherheit, Betriebsärzte.
- Ein Verfahren festlegen, wie im Anwendungsprozess die Analyseergebnisse des digitalen Ergonomietools auf ihre Korrektheit und Logik überprüft werden sollen – gegebenenfalls IT-Experten hinzuziehen.¹⁶
- Führungskräfte und Beschäftigte (wenn vorhanden auch Betriebsrat beziehungsweise Personalrat) über den Umgang mit den personenbezogenen Daten des digitalen Ergonomietools informieren. Mit Führungskräften und Beschäftigten vereinbaren, wie mit den personenbezogenen Daten umgegangen wird (Betriebsvereinbarung beziehungsweise Dienstvereinbarungen in Betrieben mit Betriebs- und Personalrat).
- Führungskräfte und Beschäftigte in der Nutzung der digitalen Ergonomietools trainieren und qualifizieren.
- Überprüfen, inwieweit trotz einer verbesserten Beurteilung möglicher Gefährdungen durch das digitale Ergonomietool noch Unterweisungen zum sicheren und gesundheitsgerechten Verhalten durchgeführt werden müssen.
- Sicherstellen, dass die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung im Ergonomietool mitberücksichtigt werden.
- Es ist empfehlenswert, dass die Beschäftigten umfassend über die Stärken und Schwächen personenbezogener digitaler Ergonomietools informiert werden, um deren Akzeptanz zu gewährleisten. Dies beinhaltet auch die Aufklärung darüber, welche Daten erfasst werden, wer Zugriff auf die Daten hat und wo sie gespeichert werden.
- Es sollten die Erfahrungen der Führungskräfte und Beschäftigten mit den Ergonomietools erhoben werden. Entsprechende Verbesserungsprozesse gemeinsam mit den Beteiligten besprechen und dann einleiten.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Antakli, A., Moya, P. A., Brüderlin, B., Canzler, U., Dammertz, H., Enderlein, ... Zürli, K. (2017). Virtuelle Techniken und Semantic-Web. In W. Schreiber, K. Zürli, & P. Zimmermann (Hrsg.), *Web-basierte Anwendungen Virtueller Techniken* (S. 17–116). Berlin: Springer Verlag.
- Bullinger-Hoffmann, A. C., & Mühlstedt, J. (2016). Geleitwort zum Homo Sapiens Digitalis. In A. C. Bullinger-Hoffmann, & J. Mühlstedt (Hrsg.), *Homo Sapiens Digitalis – Virtuelle Ergonomie und digitale Menschmodelle* (S. vii–x). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016). *Arbeiten in der digitalen Welt*, Berlin. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/arbeiten-in-der-digitalen-welt.pdf?__blob=publicationFile&v=6. Zugegriffen: 30.07.2018.
- Bockholt, U., Bochtler, T., Enderlein, V., Olbrich, M., Otto, M., Prieur, M., ... Wirsching, H.-J. (2017). Motion Capturing. In W. Schreiber, K. Zürli, & P. Zimmermann (Hrsg.), *Web-basierte Anwendungen Virtueller Techniken* (S. 219–262). Berlin: Springer Verlag.
- Brandl, C., Bonin, D., Mertens, A., Wischniewski, S., & Schlick, C. M. (2016). *Digitalisierungsansätze ergonomischer Analysen und Interventionen am Beispiel der markerlosen Erfassung von Körperhaltungen bei Arbeitstätigkeiten in der Produktion*. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 70 (2), S. 89–98.
- Bubb, H. (2015). Menschmodelle. In H. Bubb, K. Bengler, R. E. Grünen, & M. Vollrath (Hrsg.), *Automobilergonomie* (S. 221–258.) Wiesbaden: Springer Vieweg.
- DIN EN ISO 6385:2017 *Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen* (ISO 6385:2016); Deutsche Fassung EN ISO 6385:2016.
- NAErg (2017). Veröffentlichung der DIN EN ISO 5385 im Dezember 2016. *Ergonomienormung Aktuell*, 28.04.2017. <http://www.din.de/blob/235440/ca27b6b-510f4d627d0246c6ceb3584e1/ergonomienormung-data.pdf>. Zugegriffen: 30.07.2018.
- Mühlstedt, J. (2016). Digitale Menschmodelle. In A. C. Bullinger-Hoffmann & J. Mühlstedt (Hrsg.), *Homo Sapiens Digitalis – Virtuelle Ergonomie und digitale Menschmodelle* (S. 73–182). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Thüsing, G., Pötters, S., Stiebert, T., Traut, J., Wischniewski, S., & Adolph, L. (2014). *Ergonomie im Spannungsfeld von Arbeits-, Daten- und Diskriminierungsschutz*. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund/Berlin/Dresden: Eigenverlag.
- Wischniewski, S. (2013). *Digitale Ergonomie 2025*, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund/Berlin/Dresden: Eigenverlag. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2313.html>. Zugegriffen: 30.07.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes
- 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses
- 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)

¹⁶ Brandl et al. 2016, S. 97

3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)

■ **Stichwörter:** Dialoggestaltung, Informationsgestaltung, Nutzungsqualität, Mensch-Maschine-Interaktion

› Warum ist das Thema wichtig?

Mit der zunehmenden Nutzung von cyber-physischen Systemen¹ und 4.0-Prozessen² in allen Bereichen der Wertschöpfung von Unternehmen wird intelligente Software³ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) in sämtlichen Branchen und Tätigkeitsbereichen eingesetzt. Die Gebrauchstauglichkeit (Usability) dieser

intelligenten Software (inkl. KI) stellt einen Schlüsselfaktor für ergonomische und produktive Arbeit dar.⁴ Die Anwendung von intelligenter Software (inkl. KI) kann je nach ihrer Gebrauchstauglichkeit Produktivität und Zufriedenheit fördern oder Belastungspotenziale erhöhen. Die Arbeitsleistung und auch das Wohlbefinden

bei der Nutzung der intelligenten Software (inkl. KI) hängen wesentlich von ihrer Gebrauchstauglichkeit ab. Die Herstellung optimaler Bedingungen und Voraussetzungen in der Nutzung der intelligenten Software (inkl. KI) ist in Betrieben Führungsaufgabe.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Gebrauchstauglichkeit – Usability – Softwareergonomie

Unter **Gebrauchstauglichkeit** oder **Usability** wird hier verstanden das Ausmaß, in dem intelligente Software (inkl. KI) als ein interaktives System durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um festgelegte Ziele effektiv, effizient und zufrieden-

stellend zu erreichen. Gebrauchstauglichkeit von Software soll sicherstellen, dass die Nutzer optimal ihre Ziele erreichen und ihre Aufgaben umsetzen können. Sie ergibt sich aus einem komplexen Zusammenspiel von Nutzungskontext und Softwaregestaltung – *siehe Abbildung 1*.

Softwareergonomie soll Gebrauchstauglichkeit herstellen⁵ und

helfen, Sicherheit, Gesundheit und Motivation zu gewährleisten sowie effektive, effiziente Arbeitsabläufe hoher Qualität und Produktivität zu erzielen. Darüber hinaus erzielt ergonomisch gestaltete Software durch den Arbeits- und Gesundheitsschutz, durch ökonomischere Arbeitsweisen und motivierte Beschäftigte wirtschaftlichen Nutzen.⁶

Mit der Zunahme der cyber-physischen Systeme gewinnt die Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI) in allen Anwendungsbereichen⁷ an Bedeutung. Betriebliche, für die Wettbewerbsfähigkeit relevante Verbesserungspotenziale durch höhere Gebrauchstauglichkeit werden

oft unterschätzt.⁸ Gerade kleine und mittlere Unternehmen brauchen leistungsfähige und funktionell eingerichtete intelligente Software (inkl. KI), um so ihre Wirtschaftlichkeit zu erhöhen.⁹ Häufig fehlen Kapazitäten, um den Aspekt der Gebrauchstauglichkeit systematisch zu realisieren. Prakti-

kable Gestaltungskriterien beschreiben die DIN-Normen „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“¹⁰ zur Sicherstellung der Ergonomie interaktiver Systeme¹¹. Hier wird die Usability von visuellen Anzeigen, Benutzeroberflächen, Zeichenanordnung, Menügestaltung, Farbgebung, aber auch in der

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt Intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Software 4.0 ist autonom und selbstlernend.

⁴ Biewer 2013, S. 33

⁵ Die gesetzliche Mindestanforderung an die Ergonomie von Software sind im Arbeitsschutzgesetz und der Bildschirmarbeitsverordnung bzw. in der Arbeitsstättenverordnung für die Gestaltung von Bildschirmarbeit beschrieben sowie in der ISO-Norm DIN EN ISO 9241 und der DGVU Information 215-450; Prümper & von Harten (2007): S. 17; ArSchG; BildschArbV. Auch die DIN EN ISO 10075: Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung beinhaltet Gestaltungsgrundsätze für Softwareergonomie.

⁶ DIN EN ISO 9241-11, S. 4

⁷ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁸ DGVU 2016, S. 8f.; Martin 2014a, S. 5; BG ETEM 2014, S. 5

⁹ DGVU 2016

¹⁰ Die Normreihe DIN EN ISO 9241-1ff. besteht aus 38 Einzelnormen

¹¹ Ziel der Normenreihe ist es, gesundheitliche Schäden beim Arbeiten mit Softwaresystemen zu vermeiden, dem Benutzer die Ausführung seiner Aufgaben ergonomisch zu erleichtern und Anforderungen und Empfehlungen an die Systemgestaltung zu geben.

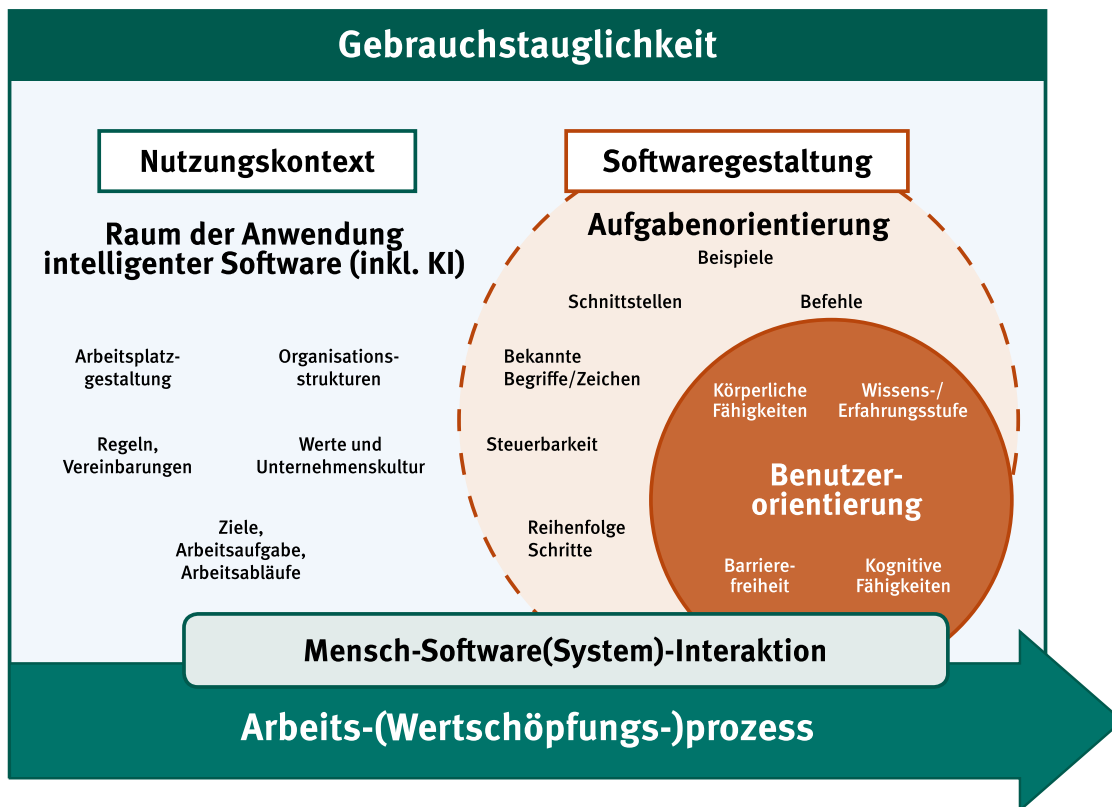


Abbildung 1: Dimensionen der Gebrauchstauglichkeit (Usability) (eigene Darstellung)

Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung als grundlegende Anforderung dargestellt. Wenn cyber-physische Systeme nach dieser Norm gestaltet sind, dürfte die Software an die Art menschlicher Informationsverarbeitung und Aufgaben der Benutzer so angepasst sein, dass Belastungen vermieden und die Aufgaben gut bearbeitet werden können. Der Gebrauch des Systems muss sich am Menschen orientieren und nicht an gegebenen technischen Möglichkeiten oder Beschränkungen¹². Es wird die Empfehlung gegeben, technische Systeme so zu gestalten, dass sie ...

- ... intuitiv bedienbar (das System ist selbstbeschreibend, zum Beispiel durch Verwendung bekannter/vorhandener Begriffe und Symbole),
- ... leicht erlernbar/verständlich sind und

■ ... geringe Fehlerquoten begünstigen¹³.

Die Gebrauchstauglichkeit einer Software ist vom jeweiligen Nutzungskontext abhängig (wie zum Beispiel den jeweiligen Benutzern, der Arbeitsaufgabe, den Arbeitsmitteln sowie der physischen und sozialen Umgebung). Es gelten folgende Leitkriterien für Software-Usability¹⁴ in einem gegebenen Nutzungskontext:

- Effektivität zur Lösung einer Aufgabe (wirkungsvoll)
- Effizienz der Handhabung des Systems (wirtschaftlich)
- Zufriedenheit der Nutzer einer Software (Wohlergehen)

Kriterien für die softwareergonomische Beurteilung/Prüfung der Software-system-Usability

Viele Software-Hersteller erfüllen

nicht die ergonomischen Prinzipien der DIN-Norm.¹⁵ Daher sollten Betriebe sicherstellen, dass die intelligente Software (inkl. KI) der Arbeitsaufgabe angemessen ist. Dies kann unter anderem nach den folgenden grundlegenden Kriterien der Softwareergonomie überprüft werden.¹⁶

■ **Dialoggestaltung:**¹⁷ Kriterien sind zum Beispiel:

- › Hat die intelligente Software (inkl. KI) geeignete Funktionalitäten (zum Beispiel Minimierung unnötiger Interaktionen)?
- › Ist sie für die Anwender zur Erfüllung der Arbeitsaufgabe verständlich?
- › Kann der Nutzer die Steuerung wählen (zum Beispiel Abfolge von Aufgabenschritten, Unterbrechungen, an bekannten Prozessen ausgerichtete Navigationsoptionen)?

¹² DIN EN ISO 9241; Berufsgenossenschaftliche Information 2003, S. 24

¹³ nach DIN EN ISO 9241-11 Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit

¹⁴ DIN EN ISO 9241

¹⁵ Für multimediale Software 4.0 gilt die Multimedienorm DIN EN ISO 14915 „Softwareergonomie für Multimedia-Benutzungsschnittstellen“, siehe Prümper & van Harten 2017, S. 18.

¹⁶ Die Initiative Mittelstand Digital des BMWi hat ein Kompetenzzentrum „Usability im Mittelstand“ aufgebaut, wo Unterstützungsdienstleistungen für Betriebe angeboten werden: <https://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/PDF/faktenblatt-kum-pdf,property=pdf,bereich=md,sprache=de,rwb=true.pdf>
Die Arbeitsgemeinschaft Usability in Germany hat ein Usability-Glossar hergestellt: <https://www.usability-in-germany.de/glossar>

¹⁷ BG ETEM 2014, S. 39; DIN EN ISO 9241 (Teil 110); vgl. hierzu auch Martin 2014a, S. 7ff.; diese Kriterien können bei der Gefährdungsbeurteilung Maßstab sein. Siehe zur Dialoggestaltung auch DGUV 2016, S. 40ff.

- › Ist die intelligente Software (inkl. KI) an individuelle Erfahrungslevels, Voraussetzungen oder Bedürfnisse anpassbar (Barrierefreiheit)?
- › Funktioniert die Dateneingabe nach aufgabenbezogenen ergonomischen Anforderungen¹⁸ (zum Beispiel aufgabenbezogene Menüführung, Eingabemöglichkeiten mit PSA)?
- › Geben Fehlermeldungen Informationen über die Problemursache und Hinweise zur Störungsbeseitigung?
- **Informationsgestaltung:**
 - › Sicherstellung von Lesbarkeit, Erkennbarkeit oder Klarheit bei visuellen Anzeigen (zum Beispiel Schriftart, -farbe, -größe, Kontrast).¹⁹
 - › Anpassung der Lautstärke und Deutlichkeit von Sprachausgaben.
- **Menüstruktur:**²⁰
 - › Kann sich der Benutzer ständig im Menü orientieren?
 - › Ist die Menüstruktur intuitiv verständlich (selbsterklärend)?
 - › Ist ein schnelles, zielorientiertes Bewegen innerhalb der Menüstruktur möglich?
 - › Ist die Menüstruktur an die Aufgabenstruktur angepasst (zum Beispiel Anordnung der Menüpunkte, visuelle Gestaltung von Funktionen)?²¹
- **Anpassbarkeit:**
 - › Die intelligente Software (inkl. KI) bietet Möglichkeiten, Anpassungen mit geringem Aufwand vorzunehmen.
 - › Weiterentwicklungen und Updates sind möglich.²²
- **Handlungsträgerschaft der intelligenten Software (inkl. KI):**
 - › Es sollte ersichtlich sein, ob und an welchen Stellen die Software die Handlungsträgerschaft besitzt.
 - › Eine unvorbereitete Übergabe der Kontrolle über weiterführende Prozesse an den Menschen (etwa in einem „Notstand“) ist ausgeschlossen.
- › Das CPS dokumentiert und speichert, an welchen Stellen und wie (Zeitpunkt und Zugriffsregelungen) in einem 4.0-Prozess die Software und an welchen und wie der Mensch die Entscheidungen trifft und zuständig ist (Verantwortung besitzt). Diese Dokumentation muss für den Nutzer direkt zugänglich sein.
- **Qualität der sozialen Beziehungen:** Unterstützt die intelligente Software (inkl. KI) zum Beispiel:
 - › eine intensive und offene Kommunikation,
 - › die Beteiligung der Beschäftigten an der Gestaltung der Arbeitsprozesse,
 - › die Möglichkeiten Verbesserungsprozesse einleiten zu können,²³
 - › die Durchführung gemeinsamer Pausen?

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen – Beispiele	Gefahren – Beispiele
Gebrauchstauglichkeit kann die Arbeitsbedingungen beeinflussen	
Werden Aspekte der Gebrauchstauglichkeit bei Erwerb oder Entwicklung von smarten Arbeitsmitteln einbezogen, so kann dies höhere Zufriedenheit, geringere psychische und physische Belastung sowie höhere Nutzungsqualität schaffen.	Geringe Gebrauchstauglichkeit kann Zeitverlust (unnötige Störungen), Fehler und Stress (Zeitbelastung, Frustration) herbeiführen und/oder begünstigen. Bei dauerhafter Anwendung können körperliche Beschwerden auftreten (Augenflimmern, Ermüdung, Zeitbelastungen).
Gebrauchstauglichkeit kann über Umsetzungsaufwand entscheiden	
Wenn die intelligente Software (inkl. KI) intuitiv bedienbar ist und zu weniger Fehlern führt, kann der Aufwand für Schulungen im Softwareumgang reduziert werden.	Geringe Gebrauchstauglichkeit erhöht den Schulungsaufwand und verursacht ein „Nutzungsgefälle“ im Betrieb, weil eher softwareaffine Personen diese nutzen.
Gebrauchstauglichkeit kann die Produktivität beeinflussen	
Die ergonomische Gestaltung von intelligenter Software (inkl. KI) kann zu einer produktiveren, qualitativ höherwertigen Aufgabenerfüllung führen. Beschäftigte machen weniger Fehler.	Mangelhafte Gebrauchstauglichkeit erhöht die Fehlerwahrscheinlichkeit und körperliche Beeinträchtigungen wie Kopfschmerzen, Verspannungen, Konzentrationsprobleme und verringert damit die Produktivität.

¹⁸ hierzu DGUV 2016, S. 22f.

¹⁹ BG ETEM 2014, S. 40; DIN EN ISO 9241; siehe hierzu Martin 2014b, S. 11ff. und DGUV 2016, S. 30ff.

²⁰ BAuA 2010, S. 30ff.

²¹ BDI 2003, S. 30

²² Biewer 2013, S. 34

²³ Berufsgenossenschaftliche Information 2003, S. 50

Chancen – Beispiele	Gefahren – Beispiele
Gebrauchstauglichkeit kann die Akzeptanz bestimmen	
Ein hohes Ausmaß an Gebrauchstauglichkeit kann die Akzeptanz bei der Einführung und Nutzung steigern.	Unübersichtliche und/oder schlecht bedienbare Systeme können zur Folge haben, dass diese gemieden oder mit Zeit- und Kostenaufwand nachgebessert oder ersetzt werden müssen.
Gebrauchstauglichkeit kann die Motivation und Arbeitszufriedenheit beeinflussen	
Gebrauchstauglich gestaltete Arbeitsmittel können die Arbeitszufriedenheit und die Motivation der Beschäftigten unterstützen.	Ein hoher Aufwand im Umgang mit der Software erschwert die effektive respektive effiziente Aufgabenbearbeitung und führt zu Ärger und Unzufriedenheit.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Maßnahmen für den Einstieg können unter anderem sein:

Folgende softwareergonomische Überlegungen sollten bei der Anschaffung der intelligenten Software (inkl. KI) unter anderem berücksichtigt werden.

- Im Betrieb werden softwareergonomische Kriterien zur Anschaffung von intelligenter Software (inkl. KI) unter Berücksichtigung der Arbeitsaufgaben festgelegt (kann durch Unternehmensleitung vorgegeben oder auch mit den Beteiligten vereinbart werden).
- Bereits vor der Anschaffung wird empfohlen, systematisch zu prüfen, welche Arbeitsaufgaben (Anforderungen und Funktionen) mit der Software unterstützt/bewältigt werden sollen und wie die Bedingungen am Einsatzort sind (zum Beispiel Blendung, Helligkeit, Lärm). Vor diesem Hintergrund sollte auch die Frage beantwortet werden, wie die Software für die Arbeitsaufgabe gestaltet sein soll, zum Beispiel wie Nutzerführung, Leitsysteme oder Anpassung an bestehende Systeme vorgenommen werden sollen. Die Anforderungen sollten in einem Lasten-

heft²⁴ festgehalten werden.

- Es empfiehlt sich, die Anforderungen aus dem Arbeitsprozess an die Bedienbarkeit (wie zum Beispiel Witterungseinfluss, Reflexionen) sowie die Bedienanforderungen durch die Beschäftigten (wie zum Beispiel Einflüsse aus dem Arbeitsablauf, persönliche Eigenschaften) zu prüfen.²⁵
- Vor der Anschaffung der intelligenten Software (inkl. KI) überprüfen, ob die infrage kommende Software die festgelegten Kriterien erfüllt²⁶ (gegebenenfalls beim Hersteller nachfragen, ob Nachbesserungen möglich sind).
- Überprüfen, ob die Kompatibilität der intelligenten Software (inkl. KI) mit den vorhandenen Anwendungen und der vorgesehenen Nutzung (zum Beispiel Kundensysteme) gewährleistet ist.
- Falls eigene Anpassungen oder Weiterentwicklungen von Softwaretools erforderlich sind, ist sinnvoll, dort ebenfalls die softwareergonomischen Kriterien zu berücksichtigen. Hierbei ist ein Lastenheft/Pflichtenheft²⁷ hilfreich.
- Es wird empfohlen, die Führungskräfte und die Beschäftigten früh

einzu beziehen. Sie sind nicht nur die zukünftigen Benutzer, sondern haben entscheidenden Einfluss auf die Akzeptanz der Anwendung. Darüber hinaus verfügen sie über Kenntnisse der zu bewältigenden Tätigkeiten und alltäglichen Probleme.²⁸ Auch die Fachkraft für Arbeitssicherheit und der Betriebsarzt sollten einbezogen werden, um potenzielle Gefährdungen zu erkennen und zu vermeiden.

- Um die Gebrauchstauglichkeit einer intelligenten Software (inkl. KI) bewerten zu können, empfiehlt sich eine kurze Erprobungsphase in der betrieblichen Praxis.²⁹ In einem Usability-Test³⁰ können beispielsweise typische Benutzer mit typischen Aufgaben bei der Nutzung der vorgesehenen Software Rückmeldung geben.³¹ So kann erreicht werden, dass Probleme rechtzeitig erkannt und vermieden werden.
- Folgende weitere Aspekte sollten bei der Beurteilung von intelligenter Software (inkl. KI) berücksichtigt werden:
 - › (Erhöhter) Bedarf an technischem Support und Systemadministration

²⁴ Das Lastenheft wird in der Regel vom Auftraggeber verfasst, das Pflichtenheft vom Auftragnehmer. Das Pflichtenheft ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.
²⁵ DGUV 2016, S. 17
²⁶ BG ETEM 2014, S. 39
²⁷ hierzu DGUV 2016, S. 71
²⁸ Berufsgenossenschaftliche Information 2003, S. 8
²⁹ z. B. mit der Methode des „Lauten Denkens“, Beobachtungsinterviews oder mithilfe der RITE-Methode; BG ETEM 2014, S. 39.
³⁰ Die VBG hat einen Selbsttest zur Bestimmung des Usability-Reifegrads mit passgenauen Handlungsempfehlungen entwickelt. <https://www.usability-in-germany.de/kos/WNetz?art=Compilation.show&id=58&daoref=5188>
³¹ Rapid Iterative Testing and Evaluation

- › Aufwand bei der Implementierung und Pflege/Wartung der intelligenten Software (inkl. KI)
- › Aufwand für Überarbeitung und Weiterentwicklung der Software³²
- › Datensicherheit › siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- acatech (Hrsg.) (2012). *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0.* http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/druck_einzelseiten_290912_Bericht.pdf. Zugegriffen: 05.11.2018.
- Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) (Hrsg.) (2014). *Ergonomie*. http://etf.bgetem.de/htdocs/r30/vc_shop/bilder/firma53/mb_008_a12-2014.pdf. Zugegriffen: 05.11.2018.
- Berufsgenossenschaftliche Information (BGI) (2003). *Software-Kauf und Pflichtenheft. Leitfaden und Arbeitshilfen für Kauf, Entwicklung und Beurteilung von Software*. <http://www.aushang.at/Prot/Infomat/vbg/s02114.pdf>. Zugegriffen: 05.11.2018.
- Biewer, B. (2013). *Trendbericht: Dienstvereinbarungen über E-Government*. Hans-Böckler-Stiftung. https://www.boeckler.de/pdf/mbf_bvd_hintergrund_e-government.pdf. Zugegriffen: 05.11.2018.
- 05.11.2018.
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (Hrsg.) (2011). *Bildschirmarbeit in der Produktion – Sicher, gesund und produktiv gestalten*. https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis/A77.pdf?__blob=publicationFile&v=5. Zugegriffen: 05.11.2018.
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (Hrsg.) (2010). *Psychische Belastung und Beanspruchung im Berufsleben: Erkennen – Gestalten*.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (Hrsg.) (2016). *Softwareergonomie. DGUV Information 215-450*. <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/215-450.pdf>. Zugegriffen: 05.11.2018.
- Deutsches Institut für Normung (DIN) (2015). DIN EN ISO 14915. *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte*. <https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/naerg/entwurfe/wdc-beuth:din21:242466601/toc-2360211/download>. Zugegriffen: 05.11.2018.
- DIN EN ISO 9241-11 (1998). *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit; Leitsätze (ISO 9241-11:1998)*. Berlin: Beuth Verlag.
- Martin, P. (2014a). *Software ergonomisch gestalten – benutzungsfreundliche Bildschirmarbeit*. In *Computer und Arbeit*, AiB Verlag Frankfurt am Main, 3/2014. http://www.dr-peter-martin.de/home/pdfs/Ergonomische_Dialoggestaltung_und_Informationsdarstellung.pdf. Zugegriffen: 05.11.2018
- Martin, P. (2014). *Informationen richtig darstellen. Grundlagen ergonomischer Software*. http://www.dr-peter-martin.de/home/pdfs/Ergonomische_Dialoggestaltung_und_Informationsdarstellung.pdf
- Prümper, J., & von Harten, G. (2007). *Software-Ergonomie – ergonomisch gestaltet und geprüft*, in: *Computer und Arbeit*, AIB-Verlag Frankfurt am Main, 8-9/2007. http://www.ergo-online.de/html/software/grundlagen_der_softw_ergon/07_08_SWERgo.pdf. Zugegriffen: 05.11.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen

³² DGUV 2016, S. 8

3.4.1 Digitale Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

■ **Stichwörter:** Gefährdungen, Notfallsituationen, Schutzmaßnahmen

> Warum ist das Thema wichtig?

Die cyber-physischen Systeme (CPS)¹ schaffen neue Möglichkeiten der Nutzung von Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) in 4.0-Prozessen.² So können Sensoren und Aktoren in die PSA integriert werden und in Verbindung mit intelligenter Software³ und ihren Model-

len der künstlichen Intelligenz (KI) bisher nicht zugängliche Daten liefern und verarbeiten. Verarbeitet werden können beispielsweise Daten über die Nutzung oder über den Träger der PSA oder über die Gestaltung von Arbeitsprozessen. PSA wird „intelligent“ und ermöglicht

einen erweiterten beziehungsweise zusätzlichen Schutz der Nutzer sowie einen wirtschaftlichen Einsatz. Damit diese erfassten Daten für einen produktiven und gesundheitsgerechten Arbeitsprozess genutzt werden können, sind einige Maßnahmen zu beachten.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Digitale Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Persönliche Schutzausrüstung (PSA) ist im Sinne der PSA-Benutzungsverordnung (PSA-BV) jede Ausrüstung, die dazu bestimmt ist, von den Beschäftigten benutzt oder getragen zu werden, um sich gegen eine Gefährdung zu schützen sowie für Sicher-

heit und Gesundheit zu sorgen. Das gilt auch für jede mit demselben Ziel verwendete und mit der Persönlichen Schutzausrüstung verbundene Zusatzausrüstung. Unter digitaler Persönlicher Schutzausrüstung wird hier PSA verstanden, die mit Sensoren und Aktoren ausgestattet ist und die nur in Verbindung mit intelligenter Software

(inkl. KI) zusätzliche Informationen über den Zustand der PSA, die Nutzung und die Nutzer liefert.⁴

In Zusammenhang mit digitaler PSA wird auch häufig von Smart Clothes oder Wearables gesprochen (zur Einordnung dieser Begriffe *siehe Abbildung 1*).



Abbildung 1: Digitale PSA – Smart Clothes – Wearables (eigene Darstellung)

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁴ Breckenfelder 2013

⁵ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

Funktionen von digitaler PSA sind unter anderem die Erfassung, Sammlung und Bereitstellung von Daten über:

- Nutzung der PSA
- Nutzer der PSA
- Arbeitsumfeld⁶

Die Folgen dieser Funktionen können beispielsweise sein (Datenschutz vorausgesetzt):

- Erhöhung der Sicherheit der Träger
- Prospektives Erkennen von Gefahrensituationen
- Schnelleres und verlässlicheres Signal von Notfallsituationen
- Informationen über das Nutzungsverhalten der Träger
- Informationen über Vitaldaten der Träger
- Informationen über die Arbeitsweise der Träger

Auf Grundlage dieser Daten der digitalen PSA kann die intelligente Software (inkl. KI) Aktionen auslösen.

Nutzungsmöglichkeiten intelligenter PSA können beispielsweise sein:⁷

- Die Anwender und die Führungskraft auf schädigende Umgebungseinflüsse hinweisen, bevor diese zur Gefährdung werden (Prävention).
- In stark belastenden Arbeitssituationen die Anwender und Führungskräfte über den körperlichen Zustand informieren, bevor Grenzwerte⁸ überschritten werden, und bei Bedarf einen Notfall melden (Monitoring).
- Die PSA kann im Zusammenspiel mit geeigneter intelligenter Organisations-Software 4.0 (inkl. KI) si-

cherstellen, dass bestimmte Bereiche (wie etwa Räume) nur mit PSA zugänglich sind.

- PSA kann Informationen darüber liefern, wo sie gelagert ist, ob sie geprüft wurde, ob und wie lange sie im Einsatz ist, von wem sie getragen wurde, wann und wie lange sie genutzt wurde.
- PSA kann Bewegungsprofile über die Nutzer liefern.

Folgende Beispiele digitaler PSA werden bereits realisiert:⁹

- Warnfunktion durch Überwachung von Umgebungsbedingungen und Schadstoffen in der Luft.
- Kühl- oder Heizelemente, die die Körper- und Außentemperatur messen und nur bei Bedarf aktiv werden.
- Sensoren zur Überwachung von Körperfunktionen und der Arbeitsumgebung beinahe in Echtzeit, zum Beispiel intelligente Feuerwehrkleidung. Diese überwacht die Vitalfunktionen der Nutzer und Umgebungsfaktoren im Einsatzfall und kann Daten liefern, um Entscheidungen über den weiteren Einsatzverlauf zu treffen. Hierzu gehören beispielsweise die Belastungen der Einsatzkräfte, der Schadstoffgehalt der Umgebungsluft und die Hitzeentwicklung.
- Aktive PSA, die als Nothalt fungiert, sobald die Gesundheit der Träger der PSA gefährdet ist (zum Beispiel beim Einsatz von Lasertechnik oder Kettensägen – Beispiel Schnitenschutzhose „Horst“: Diese steht im Datenaustausch mit der eingesetzten Kettensäge.

Im Falle eines drohenden Unfalls, etwa durch Stolpern oder Abrutschen mit der Kettensäge, trägt die Sensorik dafür Sorge, dass die Kettensäge abgeschaltet wird, bevor sie die Schnitenschutzkleidung und damit die Beschäftigten erreicht).

- Sensorische Näherungsdetektion beim Umgang mit Maschinen und Fahrzeugen.
- Beobachtung und Speicherung von Arbeitshistorien und Gefährdungsparametern zur Erfassung von Gewöhnungseffekten und Gefährdungstoleranzen.
- Verstärkung der Signalwahrnehmung, sodass die Nutzer Signale trotz Gehörschutz wahrnehmen können.
- Zugangs- und Zutrittsregelung sowie -kontrolle

Im Arbeitsschutz galt bislang folgende Reihenfolge zu wählender Schutzmaßnahmen bei Gefährdungen: Technik vor Organisation vor persönlichen Maßnahmen (wie PSA). Zu überlegen ist, ob die Technisierung der PSA dazu führt, dass die PSA nicht mehr nur eine persönliche Schutzmaßnahme ist, sondern auch zu einer technischen wird. Dies könnte dazu führen, dass die digitale PSA im Rang der Schutzmaßnahmen eine andere Bedeutung erhält.

Generell ist beim Einsatz von digitaler PSA darauf zu achten, dass die Verantwortungs- und Haftungsfragen zwischen Unternehmer und Hersteller reflektiert und geregelt werden.

➤ *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen.*

➤ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen bei der Nutzung der digitalen PSA können zum Beispiel sein:

- Erhöhung der Sicherheit der Nutzer über die bisherige Schutzfunktion hinaus
- Frühe Wahrnehmung von Gefahrensituationen und mögliche Reaktion darauf

- Vermeidung von nicht bestimmungsgemäßer Benutzung oder gar keiner Nutzung von PSA
- Einsatz gesundheitlich beeinträchtigter Personen durch die technische Möglichkeit der zielgenauen Berücksichtigung individueller Eigenschaften (zum Beispiel Allergiker)

- Proaktive Erkennung potenzieller Gefahrensituationen
- Schnellere und sicherere Signalisierung von Notfallsituationen
- Erhalt umfangreicher Informationen über das Nutzungsverhalten der Träger
- Erhalt umfangreicher Informatio-

⁶ Breckenfelder 2013

⁷ Breckenfelder 2013, S. 10

⁸ Es ist sowohl darauf zu achten, dass die Grenzwerte verlässlich erhoben werden (siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen), als auch darauf, dass die gültigen Grenzwerte hinterlegt sind.

⁹ Vanhoutte 2016, S. 12

- nen über Vitaldaten der Träger
- Erhalt umfangreicher Informationen über die Arbeitsweise der Träger
- Erhalt umfangreicher Informationen über den Zustand der PSA,
- Erhalt umfangreicher Informationen über die Nutzung der PSA,
- Anwender und Führungskräfte erhalten Hinweise zu schädigenden Umgebungseinflüssen, bevor sie zur Gefährdung werden
- Einbeziehung von PSA zur Unterstützung von Arbeitsprozessen – zum Beispiel Informationen zum Umgang mit Arbeitsmitteln durch

zielgerichteten Einsatz von Augmented Reality in Schutzbrillen

Gefahren bei der Nutzung der digitalen PSA können zum Beispiel sein:

- Unvollständige oder fehlerhafte Schlussfolgerungen aus unvollständigen oder falschen Daten (Zuverlässigkeit, Aktualität, Konsistenz, Korrektheit, Widerspruchsfreiheit, Relevanz)
- Umfangreiche Informationen über Vitaldaten oder Arbeitsweise der Träger ohne Vereinbarung mit der Person, über den Umgang mit per-

sonenbezogenen Daten

- Verlust von Erfahrungswissen (Intuition) zu potenziell gefährlichen Situationen
- Zusätzliche Gefährdungen bei Ausfall der Technik, unzureichender Zuverlässigkeit
- Eingriff in die Funktionsfähigkeit der Sensoren und Aktoren
- Schaffung zusätzlicher Gefährdungen, wie zum Beispiel Zündquellen
- Kostenverschiebung von der Planung (einmalig) zum Einsatz von PSA (laufend)

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Bei der Beschaffung und dem Einsatz von digitaler PSA wird empfohlen, neben den allgemeinen Anforderungen an PSA unter anderem folgende Maßnahmen zusätzlich zu berücksichtigen:

Beschaffung:

- Überprüfen,
 - › welche Daten die digitale PSA erhebt,
 - › welche Daten für welchen Zweck benötigt werden,
 - › ob die Daten der erforderlichen Qualität entsprechen › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen,*
 - › wem diese gehören,
 - › wer sie nutzt,
 - › wer Zugriffsrechte hat,
 - › wie diese ausgewertet werden,
 - › in welchen Zusammenhängen sie verwendet werden,
 - › wo und wie lange diese gespeichert werden und ob der Speicherort (zum Beispiel Cloud) sicher und zuverlässig ist,
 - › ob diese gelöscht und widerrufen werden können,
 - › ob die von der digitalen PSA erfassten Daten kompatibel mit der im Betrieb verwendeten Software sind,
 - › welche Schnittstellen zu anderen smarten Arbeitsmitteln sinnvoll und erforderlich sind

und wie diese zu realisieren sind,

- › welche Auswirkungen die Nutzung der digitalen PSA auf interne Prozesse, die Arbeitsplanung oder die Zuteilung von Verantwortlichkeiten hat,
- › Verantwortungs- und Haftungsfragen zwischen Unternehmer und Hersteller regeln › *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen,*
- › welche Sicherheitsaspekte beim Einsatz in besonderen Umgebungen zu beachten sind (zum Beispiel Explosionsschutz, Sicherheit gegen elektromagnetische Felder).
- Vom Hersteller kurze und verständliche Informationen einfordern, welche Daten die digitale PSA erfasst, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer Zugriff auf die Daten hat, um Führungskräfte und Beschäftigte angemessen informieren zu können › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*
- PSA unterliegt beim Inverkehrbringen beziehungsweise bei der Herstellung in Europa dem europäischen Recht (CE-Kennzeichnung beachten).

Einsatz:

- Die Führungskräfte und Beschäftigten über den Einsatz der digitalen PSA sowie die Chancen und Gefahren der Nutzung informieren, um die Akzeptanz in der Nutzung zu fördern.
- Mit den betroffenen Führungskräften und Beschäftigten vereinbaren, welche Daten die digitale PSA erhebt und wie sie verwendet werden. › *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*
- Führungskräfte und Beschäftigte im Einsatz der digitalen PSA unterweisen und qualifizieren.
- Die Möglichkeiten der digitalen PSA in der Gefährdungsbeurteilung, inklusive der Wirksamkeitskontrolle, berücksichtigen.
- Bei der Interpretation der Daten berücksichtigen, dass bei der Messung von Vital- und Umgebungsparametern gleiche Messwerte bei unterschiedlichen Personen unterschiedlich zu interpretieren sind.
- Funktionsfähigkeit der Sensoren und Aktoren vor deren Einsatz prüfen.
- In den Teambesprechungen die Erfahrungen der Führungskräfte und Beschäftigten mit der Nutzung der digitalen PSA einholen und gemeinsam Verbesserungen ableiten.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Breckenfelder, C. (2013). *Mobile Schutzasistenz – Grundlagen, Entwurfsmethodik, Gestaltanforderungen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

PSA-BV – *PSA-Benutzungsverordnung*, 04.12.1996.

Roßnagel, A., Jandt, S., Skistims, H., & Zirfas, J. (2012). *Zulässigkeit von Feuerwehr-Schutzanzügen mit Sensoren*

und Anforderungen an den Umgang mit personenbezogenen Daten. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2278.pdf?__blob=publicationFile&v=6. Zugegriffen: 23.07.2018.

Sinß, F. (2016). *Wenn der Handschuh vor Gefahrstoffen warnt*. [\[on-aktuell.de/wenn-der-handschuh-vor-gefahrstoffen-warnt/\]\(https://on-aktuell.de/wenn-der-handschuh-vor-gefahrstoffen-warnt/\). Zugegriffen: 22.07.2018.](https://praeventi-</p>
</div>
<div data-bbox=)

Vanhoutte, H. (2016). *Intelligente persönliche Schutzausrüstungen und Schutzsysteme*. KAN-Brief 1/16, S. 1–24. <https://www.kan.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/KAN-Brief/de-en-fr/16-1.pdf>. Zugegriffen: 22.07.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen

Umsetzungshilfen Arbeit 4.0

4. Arbeit 4.0: Gesundheit

4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse



■ **Stichwörter:** Gesundheit, Prävention, Gefährdungen und Belastungen, produktives Arbeiten, Arbeitsbedingungen

› Warum ist das Thema wichtig?

Die digitale Transformation mit ihrer 4.0-Technologie¹ verändert die Arbeitsbedingungen für Führungskräfte und Beschäftigte in Betrieben. Dies betrifft nicht nur die Arbeitsmittel, sondern hat Auswirkungen auf alle Unternehmensbereiche von der Strategie über die Arbeitsorganisation, die Arbeitsprozesse und die Führung

bis hin zur Unternehmenskultur. Die Veränderungen durch cyber-physische Systeme (CPS)² mit ihrer intelligenten Software³ (inklusive der künstlichen Intelligenz – KI) eröffnen Betrieben Chancen, die Arbeitsbedingungen produktiver und gesundheitsförderlicher zu gestalten. Wer die 4.0-Prozesse⁴ in allen Anwendungsbereichen⁵ nutzt,

hat vielfältige Möglichkeiten, Gesundheit, Zufriedenheit und Motivation seiner Führungskräfte und Beschäftigten zu verbessern und damit seine Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit sowie Arbeitgeberattraktivität zu erhöhen. Ohne eine entsprechende Gestaltung können aber zusätzliche Gefährdungen und Belastungen entstehen.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Gesundheit – Betriebliche Gesundheitsförderung (BGF) – Betriebliches Gesundheitsmanagement (BGM)

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) definiert **Gesundheit** als Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur als das Fehlen von Krankheit oder Gebrechen.⁶ Das Konzept der Salutogenese nach Antonovsky aus den 1980er-Jahren versteht Gesundheit nicht als Zustand, sondern als Prozess. Ein wesentlicher Faktor für die Gesundheit ist das Kohärenzgefühl (Gefühl der Identität). Übertragen auf die Arbeitswelt bedeutet dies, dass Beschäftigte und Führungskräfte die Zusammenhänge ihrer Arbeitsaufgaben kennen (Verstehbarkeit), die Arbeitsaufgaben in puncto Inhalt und Umfang bewälti-

gen können (Handhabbarkeit) und das Gefühl der Sinnhaftigkeit ihrer Arbeit erleben.⁷

Betriebliche Gesundheitsförderung (BGF) umfasst alle Maßnahmen des Betriebes unter Beteiligung der Beschäftigten zur Stärkung ihrer Gesundheitskompetenzen sowie Maßnahmen zur Gestaltung gesundheitsförderlicher Bedingungen und Strukturen (Verhalten und Verhältnisse).⁸ Ziel des BGF sind die Verbesserung von Gesundheit und Wohlbefinden im Betrieb sowie der Erhalt der Beschäftigungsfähigkeit. Dabei kann es sich auch um punktuelle, zeitlich befristete Einzelmaßnahmen handeln, ohne dass damit notwendigerweise ein Betriebliches Gesundheitsmanagement eingeführt wird.⁹

Unter **Betrieblichem Gesundheitsmanagement (BGM)** wird hier

die systematische Entwicklung und Steuerung betrieblicher Rahmenbedingungen, Strukturen und Prozesse verstanden, die die gesundheitsförderliche Gestaltung der Arbeit und Organisation, der Führungskultur sowie die Befähigung zum gesundheitsfördernden Verhalten zum Ziel haben. BGM betrachtet die Gesundheit als strategischen Faktor, der Einfluss auf die Leistungsfähigkeit, die Kultur und das Image der Organisation hat. Erfolgsfaktoren eines BGM sind die ganzheitliche gesundheitsgerechte Gestaltung der Arbeitsbedingungen, Strukturen und Prozesse (Verhältnisse) und des gesundheitsgerechten Verhaltens der Beschäftigten (Verhalten), die Integration des Themas Gesundheit in die Prozesse sowie die Einbindung der Beteiligten in die Prozesse.¹⁰

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁴ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁵ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud) **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁶ WHO 2014

⁷ Antonovsky & Franke 1997; § 20b SGB V

⁸ vgl. u. a. DGUV 2011; Luxemburger Deklaration 2007

⁹ vgl. u. a. DGUV 2011

¹⁰ vgl. u. a. BKK Dachverband e. V. (o. J.); DGUV 2011; DIN SPEC 91020, 2012; Leitfaden Prävention S. 100f; Handschuh et al. 2016

Auswirkungen von 4.0-Technologien auf die Gesundheit – Überblick

4.0-Prozesse nehmen Einfluss auf alle Unternehmensbereiche, das heißt auf Arbeitsbedingungen, Prozesse, Organisation, Unternehmenskultur und damit auf Gesundheit, Wohlbefinden und Zufriedenheit der Führungskräfte und Beschäftigten.¹¹ Unter 4.0-Prozessen können sich die Rahmenbedingungen für das Kohärenzgefühl (Gefühl der Identität) der beteiligten Personen verändern. In fast allen Arbeitsbereichen spielt autonome und selbstlernende Software (inkl. KI) eine zunehmende Rolle. Sie kann beispielsweise ganz oder teilweise Arbeitsprozesse steuern sowie Arbeitsbedingungen beeinflussen und sie verändert die Rollen zwischen Menschen und Technik – zum Beispiel bei selbstfahrenden Fahrzeugen oder bei digitaler Arbeitsprozesssteuerung. **➤ Siehe Umsetzungshilfen 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI); 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).** Auch der Umgang der intelligenten Software (inkl. KI) mit den von den „Dingen“ (wie Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Assistenzsystemen, Räumen) erhobenen personenbezogenen Daten kann das Verhältnis der Führungskräfte und Beschäftigten zum Betrieb und zur Arbeit beeinflussen, wenn nicht ausreichend darüber informiert wird und der Umgang mit den Daten ungeklärt ist. Dies kann zum Beispiel zu Akzeptanzproblemen, Überforderung oder Misstrauen führen. Der Umgang mit den 4.0-Technologien stellt auch neue Anforderungen an die Führungskräfte und Beschäftigten und sie benötigen zusätzliche Kompetenzen, um die 4.0-Prozesse bewältigen zu können. An anderer Stelle können Erfahrungen und Fachwissen unnötig werden und haben einen geringeren Wert.

Alle diese Beispiele zeigen, dass der Umgang mit den 4.0-Technologien das Verhältnis von Führungskräf-

ten und Beschäftigten zum Betrieb und zur Arbeit beeinflusst. Sie zeigen, dass Kognition, Emotion und Motivation der Führungskräfte sowie der Beschäftigten und dadurch ihr Annäherungs- und Vermeidungsverhalten in der Arbeitssituation sowie ihre Aufmerksamkeit und ihr Energieeinsatz tangiert sind.¹² Diese Aspekte können die Gesundheit und die Zufriedenheit der Führungskräfte und Beschäftigten und in Folge die finanzielle Performance des Unternehmens betreffen.¹³

Das heißt nicht, dass 4.0-Prozesse automatisch die Gesundheit der Beschäftigten gefährden. Die gesundheitsförderlichen Aspekte der 4.0-Technologien sollten jedoch von Anfang an mitgedacht und in die 4.0-Prozesse integriert werden. Wenn in der digitalen Transformation die Gesundheit der Führungskräfte und der Beschäftigten bereits in der Planung und Anschaffung der 4.0-Technologie berücksichtigt wird, kann eine produktive und gesundheitsgerechte Arbeit 4.0 gestaltet beziehungsweise auch unter 4.0-Bedingungen erhalten bleiben. Gleichzeitig liegt in den 4.0-Prozessen die Gefahr, Effizienz und Produktivität auf Kosten der Führungskräfte- und Beschäftigtengesundheit zu steigern. Die 4.0-Technologie per se bietet Optionen in beide Richtungen.

Die digitale Transformation bietet der Betrieblichen Gesundheitsförderung und dem Betrieblichen Gesundheitsmanagement vielfältige Ansätze, durch Verhaltens- und Verhältnisprävention die Arbeits- und Beschäftigungsfähigkeit im Unternehmen zu fördern. Das heißt, es geht darum, arbeitsbedingte Belastungen mithilfe von 4.0-Technologien zu minimieren und gleichzeitig Ressourcen für die Gesundheit zu stärken. Dabei kann der Arbeitgeber seiner Verantwortung für gesundheitsgerechte Rahmenbedingungen (Verhältnisprävention) wirkungsvoll nachkommen. Er kann zum Beispiel die 4.0-Technologien nutzen, um

- die Personalführung zu optimieren **➤ siehe Umsetzungshilfe 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse,**
- die Arbeitsplätze ergonomisch einzurichten **➤ siehe Umsetzungshilfen 3.3.1 Personenbezogene digitale Ergonomie; 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein,**
- eine gesundheitsgerechte Arbeitszeitgestaltung umzusetzen **➤ siehe Umsetzungshilfe 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes,**
- die Interessen, Fähigkeiten und Bedarfe der Beschäftigten beim Personaleinsatz zu berücksichtigen **➤ siehe Umsetzungshilfe 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes,**
- die Arbeitsorganisation und die -aufgaben gesundheitsgerecht zu gestalten **➤ siehe Umsetzungshilfe 4.1.2 Belastungs-Beanspruchungs-Konzept 4.0 und**
- Betriebliche Gesundheitsförderung und Betriebliches Gesundheitsmanagement wirkungsvoller umzusetzen **➤ siehe fast alle Umsetzungshilfen im Bereich 4. Gesundheit.**

Gleichzeitig stellen die 4.0-Technologien neue Anforderungen an eine gesundheitsgerechte Führung. **➤ Siehe Umsetzungshilfen 1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungsverhalten für 4.0-Prozesse; 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams; 2.1.1 Aktivierende (agile) präventive Organisationsformen (Rahmenbedingungen).**

Gleichzeitig steigen die Notwendigkeit und der Anspruch an Führungskräfte und Beschäftigte, sich in Eigenverantwortung um ihre mentale und körperliche Gesundheit zu kümmern (Verhaltensprävention). Auch in diesem Bereich gibt es zunehmend digitale Unterstützungsinstrumente wie zum Beispiel Gesundheits-Apps. **➤ Siehe Umsetzungshilfe 4.2.1 Gesundheits-Apps – Wirkung und Qualitätskriterien.**

¹¹ wie in den vorliegenden Umsetzungshilfen „Arbeit 4.0“ detailliert beschrieben

¹² Badura & Ehresmann 2016, S. 85

¹³ vgl. u. a. Badura et al. 2008, 124f.; Zusammenfassung bei Hauser et al. 2008, S. 48ff.

Auswirkungen von 4.0-Technologie auf die Gesundheit

Im Folgenden werden einige weitere Bereiche beschrieben, in denen sich 4.0-Technologien auf die Gesundheit auswirken können:

Psychische Anforderungen: Im Zusammenhang mit den ersten Entwicklungen der digitalen Transformation deuten Studien¹⁴ darauf hin, dass die 4.0-Technologien dazu beitragen können, die Arbeitsdichte, den Leistungsdruck und die Arbeitsmenge zu erhöhen. Sie können auch zunehmende Anforderungen an ein Multitasking stellen, Sorgen bezüglich Überwachung oder Arbeitsplatzunsicherheit auslösen beziehungsweise zu einer Abnahme von Handlungs- und Entscheidungsspielräumen führen. Datenbrillen (Smartglasses) können den Handlungs- und Entscheidungsspielraum, zum Beispiel von Kommissionierern, einschränken. Alle diese Faktoren können Einfluss auf die psychische Gesundheit haben.

➤ *Siehe Umsetzungshilfe 4.1.2 Belastungs- und Beanspruchungskonzept 4.0.*

Gleichzeitig ermöglichen 4.0-Technologien den Einsatz von kognitiv unterstützenden Assistenzsystemen, die die gesundheitsgerechte Gestaltung von Arbeit fördern können. Hierzu gehören zum Beispiel Smartglasses, die viele Tätigkeitsbereiche beinahe in Echtzeit mit Anleitungen und Informationen unterstützen und neue Systeme der Arbeitszeit- und Einsatzplanung ermöglichen, die den Bedürfnissen der Individuen entsprechen und für Entlastung sorgen können. An dem Beispiel Datenbrille (Smartglasses) wird auch noch einmal deutlich, dass viele 4.0-Technologien ihre Vor- und Nachteile haben – wie im Übrigen auch die „alten“ analogen Technologien. ➤ *Siehe fast alle Umsetzungshilfen aus dem Bereich 3. Sicherheit sowie 1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen; 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0; 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftig-*

ten in 4.0-Prozessen; 4.2.1 Gesundheits-Apps – Wirkung und Qualitätskriterien.

Physische Anforderungen: Assistenzsysteme können körperlich schwere Aufgaben übernehmen. Beispielsweise können Arbeiten mit schwerem Heben und Tragen von mobilen Robotern übernommen werden oder Arbeiten mit Absturzgefahr von Drohnen. Exoskelette können Beschäftigte bei wiederkehrenden Bewegungsabläufen unterstützen und sind in der Lage, Teilhabe und Inklusion zu fördern. 4.0-Technologien können aber auch zu zusätzlichen ergonomischen Belastungen führen, wie zum Beispiel der fehlende Tragekomfort von Smartglasses oder die ergonomisch belastenden Arbeitshaltungen bei den zunehmend mobilen Tätigkeiten. ➤ *Siehe Umsetzungshilfen 3.2.4 Exoskelette; 3.2.7 Nutzung von Robotern; 3.3.1 Personenbezogene digitale Ergonomie.*

Mobile Arbeit: In 4.0-Prozessen können immer mehr Tätigkeiten orts- und zeitunabhängig ausgeführt werden. Einerseits kann das den Handlungs- und Entscheidungsspielraum vieler Führungskräfte und Beschäftigter fördern und eine bessere Work-Life-Balance ermöglichen. Andererseits können eine ständige Erreichbarkeit und Entgrenzung der Arbeit als belastende Faktoren gesundheitliche Folgen mit sich bringen. ➤ *Siehe Umsetzungshilfe 2.4.3 Mobiles Arbeiten mit CPS.*

Anforderungen durch autonome technische Systeme: 4.0-Prozesse verändern die Arbeitsbedingungen. So können beispielsweise autonome technische Systeme, die die komplette oder teilweise Handlungsträgerschaft im Arbeitsprozess übernehmen, diesen standardisieren und die Eingriffsmöglichkeiten von Führungskräften und Beschäftigten begrenzen. Das kann zu einer Entlastung für die Beteiligten führen, da sie weniger Routineaufgaben erledigen müssen und die intelligente Software (inkl. KI)

ihnen Entscheidungen abnimmt. Dabei kann intelligente Software (inkl. KI) Fach- und Spezialwissen einbringen, das bisher von Führungskräften und Beschäftigten eingebracht wurde. Führungskräfte und Beschäftigte können diese Entwicklung als Entwertung ihrer Fähigkeiten und damit als Bedeutungsverlust ansehen. ➤ *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen.*

Führungsanforderungen: Zur produktiven und gesundheitsgerechten Gestaltung von 4.0-Prozessen können sich veränderte Anforderungen an Führungskräfte ergeben. Sie sollten beispielsweise die Beschäftigten von der Sinnhaftigkeit und der Notwendigkeit der 4.0-Prozesse überzeugen können und ihnen Freude am Umgang mit den 4.0-Technologien vermitteln. Sie sollten eventuelle Akzeptanzprobleme im Umgang mit den 4.0-Technologien erkennen und wertschätzend bewältigen können. Sie sollten trotz räumlicher Distanzen in der Lage sein, Vertrauen und Wertschätzung authentisch zu vermitteln und aufzubauen. Sie sollten einen aktivierenden und präventiven Führungsstil praktizieren, um die Beschäftigten zu motivieren, sich für die Einführung der 4.0-Technologien zu engagieren. Sie sollten die Kriterien für die Einschätzung der 4.0-Technologien kennen und den Beschäftigten vermitteln können. ➤ *Siehe Umsetzungshilfen 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien; 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse; 1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungsverhalten für 4.0-Prozesse; 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams.*

Digitale Sucht: Die Plattformökonomie zielt außerhalb der Arbeitswelt auf die permanente Nutzung digitaler Medien, Assistenz- und Kommunikationsmittel (wie zum Beispiel Facebook, Instagram, WhatsApp, YouTube).¹⁵ Dies kann im Extremfall dazu führen, dass sich Symptome einer Sucht entwickeln (digitale Sucht, die in den

¹⁴ siehe hierzu zum Beispiel die Ergebnisse der Befragung von Beratern durch das BMBF-Projekt „Prävention 4.0“ (<http://www.praevention40.de/produkte-und-handlungsfelder/befragungsergebnisse/>) oder siehe Lohmann-Haislah 2012

¹⁵ vgl. u. a. Aiken 2018; Markowitz et al. 2018; Mau 2018; Spitzer 2015

letzten Jahren stark zugenommen hat).¹⁶ Diese fast ausschließlich im privaten Bereich verursachte Entwicklung kann das Verhalten im Betrieb beeinflussen, beispielsweise durch Leistungseinschränkungen oder Fehlzeiten. Gleichzeitig sollten Betriebe im Prozess der zunehmenden Digitalisierung darauf achten, dass Personen, die online-suchtgefährdet sind, nicht weiter gefährdet werden. ▶ Siehe

Umsetzungshilfe 4.1.5 Digitale Sucht.

Digitales Betriebliches Gesundheitsmanagement: Die Entwicklung der 4.0-Prozesse bietet auch dem Betrieblichen Gesundheitsmanagement (BGM) Chancen, sich digital zu transformieren. Das heißt, zunehmend kommen digitale Tools zum Einsatz, die Führungskräfte und Beschäftigte bei einem gesunden Arbeits- und Lebensstil unterstützen, wie beispiels-

weise Gesundheits-Apps. Weitere Beispiele sind Online-Mitarbeiterbefragungen, die effizienter und zielgenauer eingesetzt werden können und schnellere Ergebnisse liefern, Gesundheitsplattformen, digitale Organisation, virtuelle Demonstrationen. ▶ Siehe *Umsetzungshilfen 4.2.1 Gesundheit-Apps – Wirkung und Qualitätskriterien; 4.2.2 Gamification zur Mitarbeiterbindung und -motivation.*

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen: Wenn von vornherein Aspekte der gesundheitsgerechten Gestaltung der 4.0-Prozesse berücksichtigt werden, bieten sich unter anderem folgende Chancen für das Unternehmen:

- Die Führungskräfte und die Beschäftigten können produktiver arbeiten.
- Psychische und physische Anforderungen können optimiert oder reduziert werden (zum Beispiel durch Exoskelette, Assistenzsysteme, Roboter, Anpassung der Raumumgebung an den Nutzer [Ambient Assisted Working], Informationen beinahe in Echtzeit).
- Die Führungskräfte und die Beschäftigten können die 4.0-Technologien eher akzeptieren.
- Fehltage, Unfälle und Störungen können reduziert werden.

- Führungskräfte und Beschäftigte können von Routineaufgaben entlastet werden.
- Daten können beinahe in Echtzeit und für bedarfsgerechte Maßnahmen genutzt werden.
- Die Arbeitgeberattraktivität kann erhöht werden.

Gefahren: Wenn von vornherein keine Aspekte der gesundheitsgerechten Gestaltung der 4.0-Prozesse berücksichtigt werden, können sich unter anderem folgende Gefahren für das Unternehmen ergeben:

- Die Maßnahmen der Betrieblichen Gesundheitsförderung werden nicht ausreichend berücksichtigt.
- Die Führungskräfte und Beschäftigten akzeptieren den Einsatz der 4.0-Technologien weniger.
- Gesundheitsgefahren durch die

4.0-Technologien werden nicht abgefangen und dies kann zu Krankheiten, Unfällen und Störfällen führen.

- Neue Formen der gesundheitlichen Belastungen durch 4.0-Technologien (zum Beispiel durch mobile Arbeit, Umgang mit Komplexität, weniger Handlungsspielräume durch standardisierte Prozesse) werden nicht berücksichtigt.
- Die Produktivität und die Leistungsfähigkeit können verringert werden.
- Die Möglichkeiten von Assistenzsystemen und smarten Arbeitsmitteln zu psychischer und physischer Entlastung werden nicht genutzt.
- Die Arbeitgeberattraktivität kann beeinträchtigt werden.

▶ Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Es wird deutlich, wie ambivalent sich 4.0-Prozesse auf die Gesundheit der Führungskräfte und Beschäftigten auswirken können. Umso wichtiger ist es, sich bereits vor der Anschaffung von 4.0-Technologien und vor der Einführung von 4.0-Prozessen Gedanken über die gesundheitlichen Folgen an den Arbeitsplätzen und im Unternehmen zu machen. Es ist notwendig, bereits im Planungsprozess Aspekte

von Gesundheitsschutz und -förderung mitzudenken und einzuplanen. Hilfreich ist deswegen die Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung vor dem Einsatz der 4.0-Technologien.

▶ Siehe *Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0*. In die Entwicklung neuer Prozesse sollten interne oder externe Gesundheitsexperten eingebunden werden (zum Beispiel Fachkraft für Arbeitssicherheit, Be-

triebsarzt, Berater von Krankenkassen, Berufsgenossenschaften). Diese kennen nicht nur Wege der Umsetzung gesundheitsförderlicher Prozesse im Unternehmen, sondern wissen auch, welche Tools und Methoden eingesetzt werden können. Detaillierte Hinweise für die Umsetzung sind in fast allen „Umsetzungshilfen Arbeit 4.0“ zu finden.

¹⁶ Hasselmann et al. 2018, S. 255

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Aiken, M. (2018). *Der Cyber-Effekt – Wie das Internet unser Denken, Fühlen und Handeln verändert*. Frankfurt am Main: FISCHER Taschenbuch.
- Antonovsky, A., & Franke, A. (1997). *Sa-lutogenese. Zur Entmystifizierung der Gesundheit*. Tübingen: DGVT-Verlag (Forum für Verhaltenstherapie und psychosoziale Praxis, 36).
- Badura, B., Greiner, W., Rixgens, P., Ueberle, M., & Behr, M. (2008). *Sozialkapital*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Badura, B., & Ehresmann, C. (2016). Unternehmenskultur, Mitarbeiterbindung und Gesundheit. In B. Badura, A. Ducki, H. Schröder, J. Klose, & M. Meyer (Hrsg.), *Fehlzeiten-Report 2016* (S. 81–96). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- BKK Dachverband e.V. (o.J.). *Betriebliches Gesundheitsmanagement – Faktenblatt*, https://www.bgm-bkk.de/fileadmin/user_files/Dokumente/BGM_basics/Faktenblatt_BGM.pdf. Zugegriffen: 12.01.2019.
- DGUV (2011). *Gemeinsames Verständnis zur Ausgestaltung des Präventionsfeldes „Gesundheit im Betrieb“ durch die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung und die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)*. Berlin: DGUV.
- DIN SPEC 91020 (2012). *Betriebliches Gesundheitsmanagement*, Berlin: Beuth Verlag.
- Handschuh M., Schreiner-Kürten K., & Warnke V. (2014). *Leitfaden Prävention. Handlungsfelder und Kriterien des GKV-Spitzenverbandes zur Umsetzung der §§ 20 und 20a SGB V vom 21. Juni 2000 in der Fassung vom 10. Dezember 2014*. GKV-Spitzenverband (Hrsg.). Berlin.
- Hasselmann, O., Meyn, C., Schröder, J., & Sareika, C. (2018). Gesundheit in der Arbeitswelt 4.0. In O. Cernavin, W. Schröder, & Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 231–268). Springer: Wiesbaden.
- Hauser, F., Schubert, A., & Aicher, M. (2008). *Unternehmenskultur, Arbeitsqualität und Mitarbeiterengagement in den Unternehmen in Deutschland*. Berlin: Forschungsbericht 371 des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales.
- Lohmann-Haislah, A. (2012). *Stressreport Deutschland 2012. Psychische Anforderungen, Ressourcen und Befinden*. https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/Gd68.pdf?__blob=publicationFile. Zugegriffen: 26.07.2018.
- Luxemburger Deklaration (2007). *Luxemburger Deklaration zur betrieblichen Gesundheitsförderung in der Europäischen Union*. Essen: Europäisches Netzwerk für Betriebliche Gesundheitsförderung.
- Markowetz, A., Schwarz, A-K., Wielpütz, J. F. (2015). *Digitaler Burnout*. München: Droemer Verlag WHO (1986). Ottawa Charta zur Gesundheitsförderung.
- Mau, S. (2018). *Das metrische Wir*. Berlin: Suhrkamp Verlag.
- SGB V – *Sozialgesetzbuch Fünftes Buch Gesetzliche Krankenversicherung*, 07.08.2017.
- Spitzer, M. (2015). *Cyberkrank!* München: Droemer Verlag.
- WHO (1986). *Ottawa Charta zur Gesundheitsförderung*. www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/129534/Ottawa_Charter_G.pdf?ua=1. Zugegriffen: 20.12.2018.
- WHO (2014). *Constitution of the World Health Organisation*. <http://apps.who.int/gb/bd/PDF/bd47/EN/constitution-en.pdf>. Zugegriffen: 20.12.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.5 Kriterien zur Erklärbarkeit der 4.0-Technologien
- 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse
- 1.2.2 Aktivierendes und präventives Führungsverhalten für 4.0-Prozesse
- 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams
- 1.3.1 Entscheidungen in 4.0-Prozessen
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0
- 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen
- 2.1.1 Aktivierende (agile) präventive Organisationsformen
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.4.3 Mobiles Arbeiten mit CPS
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.2.4 Exoskelette
- 3.2.7 Nutzung von Robotern
- 3.3.1 Personenbezogene digitale Ergonomie
- 4.1.2 Belastungs-Beanspruchungs-Konzept 4.0
- 4.1.3 Tracking und Worklogging
- 4.1.5 Digitale Sucht
- 4.1.6 Organisch-anorganische Integration von 4.0-Technologien (Cyborg)
- 4.2.1 Gesundheit-Apps – Wirkung und Qualitätskriterien
- 4.2.2 Gamification zur Mitarbeiterbindung und -motivation

4.1.2 Belastungs-Beanspruchungs-Konzept 4.0



■ **Stichwörter:** Belastungen, Beanspruchungen, Gesundheit, Ressourcen

> Warum ist das Thema wichtig?

Die 4.0-Prozesse¹ von cyber-physischen Systemen (CPS)² erzeugen neue Belastungen und stellen gleichzeitig neue Ressourcen zur Bewältigung von Belastungen zur Verfügung. Dies kann

positive oder negative Auswirkungen auf die Person im Arbeitsprozess haben. Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept – ein Konzept aus den Arbeitswissenschaften – bietet

einen Zugang zu den neuen Belastungen und Ressourcen durch 4.0-Technologien³ und intelligente Software mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI)⁴.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Belastung – Beanspruchung – Ressource – Belastungs-Beanspruchungs-Konzept

Unter **Belastung** wird hier die Gesamtheit der Einflüsse verstanden, die im Arbeitssystem auf den Organismus beziehungsweise die Leistungsfähigkeit eines Menschen einwirken (Einflüsse aus Technologie, Organisation von Arbeitssystemen sowie dem Zustand der Arbeitsgestaltung in ergonomischer und sozialer Hinsicht).⁵

Beanspruchung ist die individuelle Auswirkung der Belastung auf eine Führungskraft oder einen Beschäftigten. Die Beanspruchung kann daher bei gleicher Belastung und gleichen Arbeitsbedingungen, je nach körperlicher und psychischer

Konstitution, unterschiedlich sein.⁶

Unter **Ressource** werden hier Handlungsmittel verstanden, die zum Erreichen von Zielen benutzt oder mobilisiert (nutzbar gemacht) werden können und über die eine Person oder ein soziales System (zum Beispiel Betrieb) verfügen kann.⁷ Wir unterscheiden hier zwischen

- materiellen Ressourcen (zum Beispiel Arbeitsmittel, Raumumgebung, Finanzkapital),
- personalen Ressourcen (zum Beispiel Wissen, Fähigkeiten, Erfahrungen),
- sozialen Ressourcen (zum Beispiel Organisation, Umgang mit Zeit, Führung, Art der sozialen Beziehungen).

Unter **Belastungs-Beanspruchungs-Konzept** wird hier das Zusammenspiel folgender Wirkfaktoren verstanden:

■ **Belastungen**, die in einer Arbeitssituation oder in einem Arbeitszusammenhang auftreten und

■ **Ressourcen**, die zur Bewältigung der Belastungen zur Verfügung stehen.

Aus dem Zusammenspiel von Belastungen und Nutzung der Ressourcen ergibt sich die jeweils individuelle **Beanspruchung**. Die Beanspruchung kann die Person aktivieren und motivieren oder deaktivieren, demotivieren und krank machen – *siehe Abbildung 1*.

Durch die 4.0-Prozesse lassen sich einige neue und zusätzliche Belastungsfaktoren identifizieren, die

auf dem modifizierten Verhältnis von Mensch und Technik basieren. > *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.2 Autonomie der*

Systeme. Zu diesen Belastungsfaktoren gehören unter anderem:

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁵ vgl. DGUV Information 215-410, 2015, S. 10; Luczak & Rohmert 1997, S. 326

⁶ vgl. DGUV Information 215-410, 2015, S. 10; Luczak & Rohmert 1997, S. 326

⁷ Moldaschl 2007, S. 21ff.

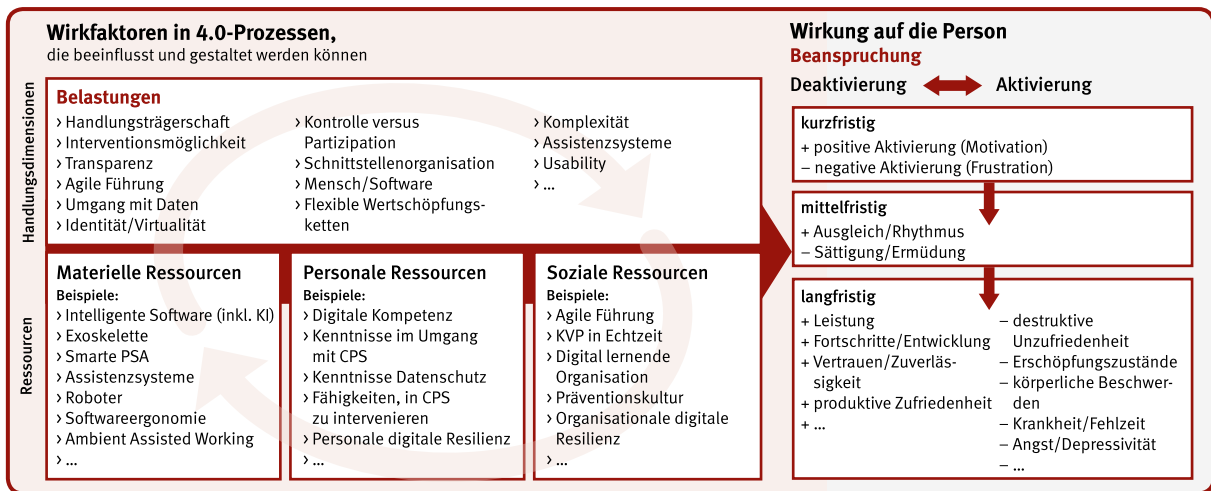


Abbildung 1: Belastungs-Beanspruchungs-Konzept Arbeitswelt 4.0 (in Anlehnung an Antonowsky 1997; Badura 2008; Borgetto & Käble 2007; Cernavin & Diehl 2018; Coleman 1995, S. 40ff.; DGUV Information 215-410, S. 14; Steinmann & Schreyögg 2000, S. 183f.; Zapf et al. 2004)

4.0-Belastungsfaktoren im Handlungsfeld Führung

Mögliche Belastungsfaktoren durch Einsatz von 4.0-Technologien im Handlungsfeld Führung und Beschäftigte sind zum Beispiel:

- **Fehlende Vereinbarungen zum Umgang mit den persönlichen Daten der Beschäftigten:** Dies kann zur Verunsicherung bei Beschäftigten und Führungskräften führen, da sie nicht wissen, welche Daten von ihnen vom Betrieb beziehungsweise von der intelligenten Software (inkl. KI) gesammelt werden und wie diese Daten verarbeitet und genutzt werden.⁸
- **Fehlende Interventionsmöglichkeit für Beschäftigte, Fremdsteuerung durch Software:** Die Fremdsteuerung durch intelligente Software (inkl. KI) und fehlende Interventionsmöglichkeiten im Umgang mit der Technik können Belastungsfaktoren sein. Eine intelligente Maschine kann Menschen verunsichern, weil sie sich teils in scheinbar gewohnten Mustern bewegt, sich teils aber auch völlig irritierend (erratisch) und doppeldeutig (ambiguitär) verhält; diese Nichtvorhersehbarkeit stellt das gewohnte Verhältnis von Mensch und Technik infrage.⁹ Wenn in die-

ser Situation die Möglichkeit fehlt zu intervenieren, verstärkt sich das Gefühl des Ausgeliefertseins.

➤ *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI).*

- **Bedeutungsverlust von Erfahrungswissen:** Eine neue Qualität von CPS-Prozessen besteht in dem möglichen Wandel der Handlungsträgerschaft in Prozessen (steuert der Mensch oder die intelligente Software mit ihren Modellen der KI?).¹⁰ Dadurch können Erfahrungswissen bei Menschen sowie die Möglichkeiten zum Lernen und der Akkumulation von Erfahrungen verloren gehen beziehungsweise eingeschränkt werden. Beispielsweise kann Bedienpersonal die Anlagenzustände nicht mehr zutreffend einschätzen und unter Umständen falsche Entscheidungen im Hinblick auf Eingriffe in den automatischen Prozess treffen (fehlende mentale Modelle). Intuition und Gespür oder auch Gefühl und Empathie sind gerade im Umgang mit komplexen Prozessen unverzichtbar, können aber gegebenenfalls nicht mehr eingebracht werden.¹¹ ➤ *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen.*

- **Qualifikationsanforderungen und Angst vor unzureichender Kompetenz:** Eine wesentliche Herausforderung für die Arbeit 4.0 wird darin bestehen, die Qualifikation, die Denk- und Handlungsmuster der Beschäftigten und ihre sozialen Kompetenzen den sich schnell verändernden Anforderungen anzupassen. Eine noch so gute Ausbildung wird dies allerdings aufgrund der hohen Veränderungsgeschwindigkeit nicht leisten können.¹² Damit verbunden kann eine Angst der Führungskräfte und Beschäftigten die vor unzureichender Kompetenz sein, die wiederum Unsicherheit bei der Arbeit verursachen kann. Zwischen älteren und jüngeren Beschäftigten kann es zudem in Bezug auf die Gewohnheit des Umgangs mit 4.0-Technologien einen Unterschied geben, der die Angst oder Beanspruchung von Beschäftigten fördern kann.

- **Defizite in neuen Formen der Führung – agile Führung (digital/personal):** In dem Ausmaß, wie digitale und personale Dimensionen in der Steuerung der Prozesse verschmelzen, entstehen neue Anforderungen und Möglichkeiten für Führung.¹³ Hierzu gehören zum Beispiel Reflexionsprozesse in schnell-

⁸ vgl. BSI 2008; BSI 2012

⁹ Geisberger & Broy 2012, S. 109

¹⁰ vgl. Cernavin & Diehl 2018, S. 190ff.; Hirsch-Kreinsen 2014a; Janda 2014

¹¹ Böhle 2013

¹² VDMA 2016

¹³ vgl. Baumöl 2016; Ciesielski & Schutz 2016

ler und komplexer ablaufenden Prozessen, Umgang mit digitalen Partizipationsstrukturen beinahe in Echtzeit, Fähigkeiten im agilen Arbeitszeitmanagement, Führen auf Distanz, Führen von Personen und Teams, die räumlich getrennt arbeiten, Vertrauen der Führungskraft in die Tätigkeit der Beschäftigten.¹⁴ Bei den neuen Führungsformen können die Möglichkeiten der sozialen und fachlichen Unterstützung und Fürsorge durch die Führungskraft verringert werden.¹⁵ Die neuen Anforderungen an die Führung können zu einem Belastungsfaktor für die Führungskräfte selbst und für die Beschäftigten werden.

› *Siehe Umsetzungshilfe 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams.*

■ **Fehlende oder umfassende Transparenz der Prozesse:**

- › Informations- und Steuerungssysteme erhöhen die Transparenz in Unternehmen. Die Arbeitsleistung wird bis auf die individuelle Ebene erfassbar und damit für alle Beteiligten potenziell sichtbar. Dies kann zu einem permanenten Leistungsvergleich im Unternehmen führen und einen zusätzlichen starken Belastungsfaktor darstellen.¹⁶
- › Autonome intelligente Software (inkl. KI) verschärft oftmals aber auch das Problem der Intransparenz und Komplexität.¹⁷ Dadurch können paradoxe Situationen entstehen: Ein komplexes technisches System soll beherrscht werden, das in gewissen Zonen intransparent ist und dem Nutzer immer wieder sein – zumindest partielles – Nichtwissen aufzeigt.¹⁸ Das kann so weit gehen, dass selbst Experten das System nicht mehr durchdrin-

gen und die Systemsicherheit bedroht sein kann. Beschäftigte werden zudem gezwungen, dem System zu vertrauen.

4.0-Belastungsfaktoren im Handlungsfeld Unternehmenskultur

Mögliche Belastungsfaktoren durch 4.0-Technologien im Handlungsfeld Unternehmenskultur sind zum Beispiel:

- **Art der Integration von Prävention in 4.0-Prozesse – Präventionskultur:** Wenn in der Unternehmenskultur eines Betriebes die Themen Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit keine Bedeutung haben, werden sie auch in den softwaretechnischen Steuerungssystemen dieses Betriebes keine Rolle spielen.¹⁹ Dies kann zu körperlich oder mental belastenden Arbeitsbedingungen und damit zu Unsicherheiten der Beschäftigten im Umgang mit den 4.0-Prozessen führen.
- **Vertrauensverlust:** Mit der Zunahme der Einschnitte in die Grundlagen persönlicher Handlungsfreiheit kann die Nutzung vernetzter Informations- und Kommunikationstechnologien auch zu einer Erosion des Vertrauens führen. Das gilt nicht nur für das Vertrauen in die Technik und die dahinterstehenden Produzenten und Betreiber, sondern auch in die betrieblichen Verantwortlichen.²⁰
- **Neue Identität in der Virtualität – neue Identitäten im Arbeitsprozess:** Die virtuellen Daten einer Person aus dem Arbeitsprozess, aus Online-Aktivitäten und Web-Profilen schaffen eine eigene Web-Identität, die sich von dem persönlichen Eigenbild unterscheiden kann.²¹ Das Verschwimmen und die Diskrepanz von virtuellen und realen sowie beruflichen und privaten Anforderungen und Selbstbildern

kann ein Belastungsfaktor sein.

› *Siehe Umsetzungshilfe 1.2.4 Virtualität und Identität.*

- **Verstärkte softwaregesteuerte Normierung des Verhaltens:** Die Prozesse werden stärker durch intelligente Software (inkl. KI) standardisiert und normiert. Das kann in der konkreten Arbeitssituation ein Faktor sein, der entlastet, weil er Routinen für Abläufe liefert und auch Vertrauen in Sicherheit von Abläufen fördern kann. Es kann aber auch ein zusätzlich belastender Faktor sein, da beispielsweise notwendige Handlungsspielräume eingeschränkt werden.

4.0-Belastungsfaktoren im Handlungsfeld Arbeitsprozesse

Mögliche Belastungsfaktoren durch 4.0-Technologien im Handlungsfeld Arbeitsprozess/-organisation sind zum Beispiel:

- **Kompetenzen im Umgang mit 4.0-Technologie:** Der Umgang mit 4.0-Technologien erfordert sowohl Kompetenzen im Umgang mit diesen Technologien als auch Kompetenzen über Einsatzzusammenhänge dieser Technologien.²² Die Qualifizierung der Beschäftigten ist deswegen ein erheblicher Faktor, der darüber entscheidet, wie belastend der Umgang mit den neuen Technologien sein kann.²³ Fehlende Qualifizierung, fehlende Einweisung und Unterweisung sowie die Entwertung bestehender Qualifikationen können in 4.0-Prozessen ein stärkerer Belastungsfaktor sein als in „traditionellen“ Prozessen. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI).*
- **Ungenügende Organisation von Datensicherheit:** Eine mangelhafte Organisation der Datensicherheit

¹⁴ Kaltenecker et al. 2010

¹⁵ DGUV 2016, S. 32

¹⁶ Boes et al. 2014, S. 17f.

¹⁷ Wilkesmann & Weyer 2014, S. 87

¹⁸ Wilkesmann & Weyer 2014, S. 101

¹⁹ DGUV 2016, S. 18f.

²⁰ Geisberger et al. 2012, S. 109

²¹ vgl. Kornwachs 2014, S. 38ff.; Schröter 2014

²² Spath & Weisbecker 2013, S. 20ff.

²³ vgl. Andersch 2015; Hirsch-Kreinsen 2014b; Schildhauer et al. 2016

²⁴ vgl. Bitkom 2010; BSI 2008; BSI 2012

hat einen doppelten Belastungseffekt.²⁴ Zum einen können die Prozesse beispielsweise durch Hackerangriffe gestört und beschädigt werden, was mit erheblichen Zeitverzögerungen und Problemen bei der sicheren sowie rechtzeitigen Produkt- und Leistungserbringung verbunden ist. Zum anderen kann das Wissen um eine ungenügend organisierte Datensicherheit Führungskräfte und Beschäftigte verunsichern. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.*

- **Unklare, digital veränderte Verantwortungsbereiche (Software/Mensch; Hersteller-/Unternehmerhaftung):** Digitale Prozesse können die Verantwortungsbereiche und die Schnittstellen zwischen Verantwortungsbereichen auflösen oder verwässern, da beispielsweise Akteure aus dem Unternehmen und mehrere Hersteller gleichermaßen Zugriff auf Arbeitsmittel haben.²⁵ Unklare Verantwortungs- und Zuständigkeitsbereiche können für die Beteiligten ein Belastungsfaktor sein.
- **Schnittstellenorganisation Mensch – Arbeitsmittel – Software:** Bei der Schnittstellenorganisation können mechanisch-stoffliche (zum Beispiel Mensch-Roboter-Kollaboration) wie auch mentale Aspekte (zum Beispiel Unsicherheit über Handlungsträgerschaft) zu Belastungsfaktoren werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI).*
- **Flexibilisierung von Arbeitsformen:** Die Arbeitsprozesse werden flexibler und mobiler. Der Arbeitsprozess wird zunehmend mit unterschiedlichen Beschäftigungsformen (wie Crowdworker, Soloselbstständige, projektbezogene Beschäftigte) und

an beliebigen Orten stattfinden. Dies kann zu vielfältigen neuen Belastungen führen, wie fehlenden Arbeitszeitregelungen, ungenügendem Arbeits- und Gesundheitsschutz, Isolation aufgrund fehlender sozialer Einbindung sowie der Entwicklung einer arbeitsbezogenen statt betriebsbezogenen Identität.²⁶ Bei einer zunehmenden Anzahl unterschiedlicher Akteure, Teams und Betriebe in einer Wertschöpfungskette können zusätzlich Schnittstellenprobleme wie Übergaberegeln, Informationsweitergabe oder unklare Verantwortlichkeiten und Weisungsbefugnisse als Belastungsfaktoren hinzukommen.²⁷ ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.6.4 Einsatz von externem Crowdworking.*

- **Komplexität der Prozesse und Kriterien für den Umgang mit der Informationsflut (Big Data):** Die Menge zur Verfügung stehender Daten für Arbeitsprozesse steigt. Fehlen Kriterien, die in der Datenflut Orientierung bieten, kann dies belastend wirken. Unübersichtlichkeit, fehlendes Kontrollerleben und unzureichende zeitliche Ressourcen können zur Orientierungslosigkeit führen und in dem Gefühl der Informationsüberflutung münden.²⁸

4.0-Belastungsfaktoren im Handlungsfeld Technik

Mögliche Belastungsfaktoren durch 4.0-Technologien im Handlungsfeld Technik und Sicherheit sind zum Beispiel:

- **Zuverlässigkeit der intelligenten Software (inkl. KI):** Unvollständige, nicht eindeutige oder nicht verständliche Daten der intelligenten Software (inkl. KI) können zu Belastungsfaktoren werden. Dies kann im Arbeitsprozess zu erheblichen Verzögerungen, Ungewissheiten

und zusätzlich notwendigen Recherchen führen. Auch der energiebedingte Ausfall von Systemen, die nicht abgesichert sind (zum Beispiel Fehlen eines Notstromaggregats), kann ein Belastungsfaktor sein. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen und 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS.*

- **Belastungen durch Assistenzsysteme (gab es bereits in der Arbeitswelt 3.0, gewinnt durch die Zunahme der Assistenzsysteme an Bedeutung):** Technische Assistenzsysteme können belastend sein, wenn sie Informationen liefern, die ablenken, nicht hilfreich, nicht vollständig oder nicht korrekt sind, oder wenn die Situation – wie zum Beispiel das Raumklima und die Beleuchtung – soweit optimiert sind, dass sie die Leistungsfähigkeit der Benutzer überanstrengen. Auch fehlende Softwareergonomie ist ein Belastungsfaktor, der zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen kann. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein und 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI).*
- **Interaktion Mensch und intelligente Software:** Wenn die Gefährdungen und Gestaltungskriterien in der Interaktion von Mensch und intelligenter Software nicht berücksichtigt werden und wenn Schutzmaßnahmen fehlen oder mangelhaft gestaltet sind, kann dies zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen, zum Beispiel im Umgang mit mobilen Robotern, selbstfahrenden Fahrzeugen oder einer intelligenten Prozesssteuerungssoftware (inkl. KI). ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.7 Nutzung von Robotern.*

²⁵ Geisberger et al. 2012, S. 146

²⁶ vgl. DGUV-Information 211-037, 2014; Schröter 2014, S. 126

²⁷ Schröter 2014, S. 125

²⁸ vgl. Moser et al. 2002; Schöllhammer et al. 2015, S. 10

Durch 4.0-Prozesse lassen sich einige neue und zusätzliche Ressourcen identifizieren: Beispiele für zusätzliche Ressourcen 4.0	Tabelle 1
---	------------------

Materielle Ressourcen 4.0 – Beispiele

- Unterstützungssysteme/Exoskelette › *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.4 Exoskelette*
- Wearables/smarte PSA › *Siehe Umsetzungshilfe 3.4.1 Digitale Persönliche Schutzausrüstung*
- Teilautonome Arbeitsmittel-/Fahrzeugbedienung › *Siehe Umsetzungshilfen 3.1.3 Einsatz von smarten Drohnen; 3.1.5 Sicherheit autonom fahrender Fahrzeuge*
- Technische Assistenzsysteme › *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein*
- Mobile/humanoide Roboter › *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.7 Nutzung von Robotern*
- Ambient Assisted Working › *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.5 Ambient Intelligence, Ambient Assisted Working*
- Softwareergonomie › *Siehe Umsetzungshilfe 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)*

Personale Ressourcen 4.0 – Beispiele

- Kenntnisse über Wirkmechanismen von CPS
- Kenntnisse über Kriterien für die Gestaltung von CPS
- Kenntnisse im Umgang mit CPS (Bedienkenntnisse)
- Kenntnisse über Datenschutz und Datensicherheit
- Fähigkeiten zur Bedienung technischer Assistenzsysteme
- Fähigkeiten, in CPS zu intervenieren
- Fähigkeit des kontinuierlichen Lernens im Arbeitsprozess
- Fähigkeit zum kritischen Umgang mit den eigenen personalen Daten
- Fähigkeiten, mit virtueller Identität und Selbstbild (Ich-Identität) umgehen zu können
- Personale digitale Resilienz › *Siehe Umsetzungshilfen 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0; 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen*

Soziale Ressourcen 4.0 – Beispiele

- Agile Führung › *Siehe Umsetzungshilfe 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse*
- Digitale Personaleinsatzplanung › *Siehe Umsetzungshilfe 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes*
- Digitale Arbeitszeitgestaltung › *Siehe Umsetzungshilfe 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes*
- Digitale Gefährdungsbeurteilung › *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0*
- Unterweisung beinahe in Echtzeit › *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.5 Lernformen 4.0.*
- Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) beinahe in Echtzeit/digital lernende Organisation › *Siehe Umsetzungshilfe 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess*
- Präventionskultur › *Siehe Umsetzungshilfe 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen*
- Organisationale digitale Resilienz › *Siehe Umsetzungshilfe 4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse*

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept 4.0 zeigt auf, welche neuen Belastungsfaktoren durch die 4.0-Prozesse mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) auftreten können und welche neuen Ressourcen vorhanden sind, die für die Gestaltung der Arbeitsaufgabe genutzt werden können. Die **Chance** des Konzepts besteht darin, mit seiner Hilfe die Arbeit 4.0 so zu gestalten, dass die Beschäftigten unterstützt werden, motiviert, zufrieden und leistungsbereit zu sein, produktiv zu arbeiten sowie ihre innovativen Ideen im Arbeitsprozess einzubringen. Die **Gefahr** besteht darin, dass die Wirkfaktoren (Belastungen/ Ressourcen) des Belastungs-Beanspruchungs-Konzepts nicht beachtet werden und die Beschäftigten die Arbeit als negativ belastend empfinden und so beansprucht sind, dass sie frustriert, unzufrieden, unproduktiv oder gar krank werden.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept ist ein Denkmuster, das helfen kann, durch zielgerichtete Maßnahmen die zur Verfügung stehenden Ressourcen so zu nutzen, dass die Führungskräfte und Beschäftigten sich für den Betrieb engagieren. Es ist Grundlage der Maßnahmen von fast allen Umsetzungshilfen „Arbeit 4.0“. Bei der Gestaltung der Arbeit 4.0 sollten alle Wirkfaktoren der bisherigen Arbeitsgestaltung berücksichtigt werden. Zusätzlich zu den klassischen Faktoren des Belastungs-Beanspruchungs-Konzepts sind die verän-

dernten Belastungsfaktoren und Ressourcen der 4.0-Prozesse und der intelligenten Software mit ihrer KI zu berücksichtigen. *Abbildung 1* fasst die veränderten Belastungsfaktoren und Ressourcen zusammen.

Ein besonderes Augenmerk sollte auf die Wirksamkeitskontrolle und Ak-

tualisierung der Gefährdungsbeurteilung gelegt werden. Damit lässt sich feststellen, ob umgesetzte Maßnahmen geeignet oder nicht geeignet sind und gegebenenfalls nachgesteuert werden muss.

Da sich die 4.0-Technologien²⁹ und die intelligente Software (inkl. KI) dy-

namisch entwickeln und die Kenntnisse zur Arbeitsgestaltung nicht immer in kleinen und mittleren Betrieben direkt präsent sind, sollten Forschungsergebnisse zu Belastungen der Führungskräfte und Beschäftigten in der Arbeitswelt 4.0 intensiver verfolgt werden als bisher.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- acatech (Hrsg.) (2011). *Akzeptanz von Technik und Infrastrukturen: Anmerkungen zu einem aktuellen gesellschaftlichen Problem*. Heidelberg: Springer Verlag.
- Andersch (2015). *Paradigmenwechsel im deutschen Maschinen- und Anlagenbau – Analyse der Herausforderungen und Chancen unter Verwendung eines innovativen, Big-Data-gestützten Ansatzes*. Frankfurt am Main. https://www.andersch-ag.de/media/content/PDF/Studie_Andersch.pdf. Zugegriffen: 05.09.2018.
- Antonowsky, A. (1997). *Salutogenese: Zur Entmystifizierung der Gesundheit*. Tübingen: DGVT.
- Badura, B. (2008). Grundlagen präventiver Gesundheitspolitik: Das Sozialkapital von Organisationen. In W. Kirch, B. Badura, & H. Pfaff (Hrsg.), *Prävention und Versorgungsforschung*. Berlin: Springer Verlag, S. 3–34.
- Baumöl, U. (2016). *Die digitale Transformation und die erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung – die Geschichte einer Revolution?* In *Controlling – Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung*, 28 (4/5), S. 230–234.
- Bitkom – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (2010). *Cloud Computing – Was Entscheider wissen müssen*. Berlin.
- Boes, A., Kämpf, T., Langes, B., & Lühr, T. (2014). *Informatisierung und neue Entwicklungstendenzen von Arbeit*. In *Arbeits- und Industriesoziologische Studien*, 1, S. 5–23.
- Böhle, F. (2013). Subjektivierendes Arbeitshandeln. In H. Hirsch-Kreinsen & H. Minssen (Hrsg.), *Lexikon der Arbeits- und Industriesoziologie* (S. 425–430). Berlin: Ed. Sigma.
- Borgetto, N., & Käble, K. (2007). *Medizinsoziologie*. Weinheim: Juventa.
- BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2008). *BSI-Standard 100-1: Managementsysteme für Informationssicherheit (ISMS)*. Bonn.
- BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2012). *Leitfaden Informationssicherheit*. Bonn.
- Cernavin, O., & Diehl, S. (2018). Unternehmens- und Präventionskultur in der Arbeitswelt 4.0. In O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 189–229). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Ciesielski, M. A., & Schutz, T. (2016). *Digitale Führung*. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
- Coleman, J. S. (1995). *Grundlagen der Sozialtheorie – Band 1 Handlungen und Handlungssysteme*. München: Oldenbourg Verlag.
- DGUV – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (2016). *Neue Formen der Arbeit – Neue Formen der Prävention. Arbeitswelt 4.0: Chancen und Herausforderungen*. Berlin: DGUV.
- DGUV-Information 211-037 (2014). *Schutz der Gesundheit bei Mehrfachbelastungen*. Berlin: DGUV.
- DGUV-Information 215-410 (2015). *Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung*. Berlin: DGUV.
- Geisberger, E., & Broy, M. (Hrsg.). (2012). *agendaCPS – Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems – acatech Studie*. München.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2014a). *Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“*. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 38/2014. Dortmund.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2014b). *Welche Auswirkungen hat „Industrie 4.0“ auf die Arbeitswelt?* WISO-direkt, 12/2014. Bonn.
- Janda, V. (2014). Werner Rammert – wider soziale und technische Reduktionen. In M. Wieser, & D. Lengersdorf, *Schlüsselwerke der Science and Technology Studies* (S. 205–219). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kaltenecker, S., Spielhofer, T., Eybl, S., Schober, J., & Jäger, S. (2010). Erfolgreiche Führung in der Agilen Welt. In F. Mattern (Hrsg.), *Total vernetzt: Szenarien einer informatisierten Welt*. 7. Berliner Kolloquium der Gottlieb Daimler und Karl Benz-Stiftung, Tagungsband, Xpert.press. Heidelberg: Springer Verlag.
- Kornwachs, K. (2014). Arbeits-Ich – Welt-Ich – Netz-Ich. In W. Schröter (Hrsg.), *Identität in der Virtualität* (S. 38–67). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.
- Luczak, H., & Rohmert, W. (1997). Belastungs-Beanspruchungs-Konzept. In H. Luczak, & W. Volpert (Hrsg.), *Handbuch Arbeitswissenschaft* (S. 326). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Moldaschl, M. (2007). Nachhaltigkeit von Arbeit und Unternehmensführung. Zur Wiederentdeckung der immateriellen Ressourcen. In M. Moldaschl (Hrsg.), *Immaterielle Ressourcen* (S. 19–47), (2. Aufl.). München, Mering: Rainer Hampp Verlag.
- Moser, K., Preisling, K., Göritz, A. S., & Paul, K. (2002). *Steigende Informationsflut am Arbeitsplatz: belastungsgünstiger Umgang mit den neuen Medien*. BAuA-Forschungsbericht 967, Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- Richter, G., & Cernavin, O. (2016). Büro als Treiber gesundheitsförderlicher und produktiver Arbeitsbedingungen. In M. Klaffke (Hrsg.), *Arbeitsplatz der Zukunft* (S. 81–101). Wiesbaden: Springer Gabler.
- Schildhauer, T., Flum, T., & Voss, H.

²⁹ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen etc., smarte Dienstleistungen, Apps), die von Software 4.0 (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

(2016). *Weiterbildung im Kontext der Wirtschaft 4.0*. In *Controlling – Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung*, 4/5, S. 264–272.

Schöllhammer, O., & Jäger, M. (2015). *Studie Komplexitätsbewirtschaftung 2014*. Stuttgart: Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA.

Schröter, W. (2014). Identität in der Virtualität. In W. Schröter (Hrsg.), *Identität in der Virtualität* (S. 119–136). Mössingen-Talheim: Talheimer Verlag.

Peissner, M. & Hipp, C. (2013). Potenziale der Mensch-Technik Interaktion für die effiziente und vernetzte Produktion von morgen. In M. Peissner, & C. Hipp (Hrsg.), *Potenziale der Mensch-Technik Interaktion für die effiziente und vernetzte Produktion von morgen*. Stuttgart: Fraunhofer. http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-2564608.pdf. Zugriffen: 05.092018.

Steinmann, H., & Schreyögg, G. (2000). *Management*. Wiesbaden: Gabler Verlag.

VDMA (2016). *Sicherheit bei der Mensch-Roboter-Kollaboration*. VDMA-Positionspapier. Frankfurt am Main: Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.

Wilkesmann, M., & Weyer, J. (2014). Nichtwissen und Fehlermanagement in hochtechnisierten Organisationen. In *Arbeits- und Industrie soziologische Studien*, 1, S. 87–108.

Zapf, D., & Semer, N. K. (2004). Stress und Gesundheit in Organisationen. In H. Schuler (Hrsg.), *Organisationspsychologie* (S. 1007–1112). Göttingen (2. Aufl.).

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.2 Autonomie der Systeme
- 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse
- 1.2.3 Führen auf Distanz und wechselnde Führung in virtuellen Teams
- 1.2.4 Virtualität und Identität
- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.4.1 Kompetenzverschiebung zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0
- 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen
- 1.5.1 Unternehmenskultur in 4.0-Prozessen
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes
- 2.6.4 Einsatz von externem Crowdfunding
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS
- 3.1.3 Einsatz von smarten Drohnen
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.2.4 Exoskelette
- 3.2.5 Ambient Intelligence, Ambient Assisted Working
- 3.2.7 Nutzung von Robotern
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)
- 3.4.1 Digitale Persönliche Schutzausrüstung (PSA)
- 4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse

4.1.3 Tracking und Worklogging



■ **Stichwörter:** Profiling, Persönlichkeitsmuster, Kundenmuster, Vitaldaten

› Warum ist das Thema wichtig?

Cyber-physische Systeme (CPS)¹ ermöglichen es, mithilfe von 4.0-Technologien² Daten über Bewegungen und Verhaltensweisen von Fahrzeugen und Arbeitsmitteln, aber auch von Führungskräften und Beschäftigten zu erfassen und daraus Bewegungsmuster und Persönlichkeitsprofile zu erstellen (Tracking, Lifelogging, Worklogging). Diese Bewegungsmuster und Persönlichkeitsprofile werden

von intelligenter Software³ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) erstellt. Sie können von Führungskräften, Beschäftigten (und auch Kunden) genutzt werden, um Arbeitsbedingungen zu verbessern und individuelle Belastungen zu reduzieren. Sie können auch zur Leistungs- oder Verhaltenskontrolle genutzt werden. Neben der Arbeitsgestaltung können die Kundenprofile auch zum Marke-

ting und dem Verfolgen von Produkten genutzt werden. Beim Tracking und Worklogging sollte immer der sichere Umgang mit personenbezogenen Daten geklärt und geregelt sein. Damit Tracking und Worklogging wirkungsvoll eingesetzt werden können, sollten Unternehmen einige Kriterien zum Umgang kennen und berücksichtigen.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriffe: Tracking und Logging

Unter **Tracking** (oder Tracing) wird hier ein Verfahren verstanden, mit dem bewegte Objekte oder Prozesse auf der Grundlage der Erfassung, Verarbeitung und Sammlung von Daten verfolgt werden. Die Daten können beispielsweise über Sensoren an Arbeitsmitteln und Räumen, Smartphones und Fitnessarmbändern oder IP-Adressen im Internet erfasst und auch von autonomen technischen Systemen verarbeitet werden. Dadurch können beispielsweise Bewe-

gungs- und Verhaltensmuster erstellt werden.

Unter **Logging** wird hier die Protokollierung von getrackten Daten verstanden. Auf der Grundlage dieses Protokolls können die Bewegungs- und Verhaltensmuster entwickelt werden.

Lifelogging oder **Self-Tracking**⁴ bezeichnet das Protokollieren und Erstellen von Datenmustern über verschiedene Aspekte des alltäglichen Lebens (zum Beispiel Körper-, Orts-, Aktivitäts-, Bilddaten). Die Daten werden über Sensoren, zum Beispiel in Smart-

phones, Fitnessarmbändern (Activity Tracker), Kameraaufnahmen, erhoben und/oder selbst eingegeben.

Worklogging⁵ bezeichnet das Protokollieren und Erstellen von Datenmustern über verschiedene Aspekte des Arbeitslebens (zum Beispiel Körper-, Orts-, Aktivitäts-, Bilddaten). Die Daten werden über Sensoren, zum Beispiel an Arbeitsmitteln, Räumen, Fahrzeugen, technischen Assistenzsystemen, erhoben und/oder selbst eingegeben.

Tracking und Lifelogging

Die digitale Selbstmessung und das Protokollieren des eigenen alltäglichen Lebens (Lifelogging) kann auf unterschiedlichste Weise und in unterschiedlicher Intensität erfolgen. Die durch Sensoren erfassten Daten können von alltäglichen Aktivitäten (zum Beispiel: gelaufene Schritte,

Trainingseinheiten) und Vitaldaten (zum Beispiel: verbrannte Kalorien, Blutdruck, Schlafverhalten, Herzfrequenz), über die Ernährung bis hin zu Gefühlszuständen der Nutzer reichen. Self-Tracking umfasst die selbstbestimmte Erhebung, Sammlung und Auswertung von Daten.⁶

Lifelogging beschränkt sich nicht

auf gesundheitliche und körperliche Aspekte, denn Lifelogger sind bemüht, ihr gesamtes Leben zu tracken, zu archivieren und abrufbar zu machen. Das heißt, alle Verhaltens- und Datenspuren werden aufgezeichnet und zum späteren Wiederaufruf vorrätig gehalten. Über Self-Tracking aufgezeichnete Daten können von Dritten

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von Software 4.0 (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

³ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁴ vgl. Selke 2016a, S. 1; Lucht et al. 2015, S. 20

⁵ Schröter 2016

⁶ Duttweiler & Passoth 2016, S. 10

für andere Zwecke und Kontexte als diejenigen, für die sie erhoben wurden (Rekontextualisierung), ausgewertet werden (zum Beispiel für Werbung, Konsum, institutionelle Aufgaben).

Tracking und Worklogging

In der Arbeitswelt sammelt und verarbeitet intelligente Software (inkl. KI) umfangreiche Daten, auch von Führungskräften und Beschäftigten. Die wenigsten Führungskräfte und Beschäftigten können sich einem Tracking auf beruflicher Ebene entziehen: Allein die Nutzung eines Smartphones generiert vielfältigste Nutzerdaten. Entscheidend ist der Umgang mit diesen Daten. Während sie in vielen Unternehmen brachliegen oder ein Bewusstsein für die Existenz der Daten weitgehend fehlt, sind sie für andere Unternehmen wertvolle Voraussetzung für die Umsetzung von 4.0-Prozessen.⁷

In der Arbeitswelt werden immer mehr Arbeitsplätze und Tätigkeiten mit Sensoren ausgestattet. Smartphones oder Tablets gehören für viele Führungskräfte und Beschäftigte bereits zur Standardausstattung. Zusätzlich finden zahlreiche technische Assistenzsysteme ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein*, wie beispielsweise Datenbrillen, Eingang in die Arbeitswelt. Während sie durch nützliche Informationen und Hilfestellungen Belastungen reduzieren und Arbeitsschritte erleichtern, produzieren sie gleichzeitig umfangreiche Datenprofile über die Nutzer (beispielsweise Standort, Aktivitäten, Dauer, Stress, Fehlerquote). Darüber hinaus werden zunehmend Arbeitskleidung, Arbeitsmittel sowie Werkzeuge (beispielsweise Bohrmaschinen) und die Arbeitsumgebung mit Sensoren ausgestattet, die „im Hintergrund“ weitere Daten erfassen und die Situationsbewertung vervollständigen könnten.⁸

Beim Worklogging können Daten auf verschiedenen Ebenen von intelligenter Software (inkl. KI) gemessen und verarbeitet werden:⁹

- Die Messung von Reaktionen des Menschen auf die Arbeitsaufgabe (beispielsweise Herzfrequenz, Herzfrequenzvariabilität, Hautleitwert, Atmung).
- Die Messung von Formen der Arbeitsmethodik (beispielsweise Blickfeld, Hand-, Arm-, Bein- und Rumpfhaltung, Schritte, Eye-Tracking) und Arbeitsorganisation (beispielsweise Arbeitszeit, Bewegung im Raum, Einhaltung von Pausen, Informationsverarbeitung, Lernerfolge).
- Die Messung des Arbeitssystems und der Anforderungen durch die eingesetzten Arbeitsmittel (Genauigkeit, Abmessungen, Weglängen, Fixationspunkte).
- Die Messung der Arbeitsumgebungsfaktoren (beispielsweise Beleuchtung, Schall, Klima, Abhängigkeit von Dritten, Tätigkeitstruktur, Kommunikation).

Durch das Tracking und Worklogging lassen sich Arbeitsorganisation, -zeit, -anforderung und -belastung oder Aktivitäten idealerweise individualisieren und optimieren (beispielsweise im Rahmen der Arbeitsplatzgestaltung). ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation; 2.4.3 Mobiles Arbeiten mit CPS; 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes*. Über 4.0-Technologien des Trackings können virtuelle Mitarbeiterprofile erstellt werden, die zur Orts- und Zeiterfassung, zur Leistungsvermessung, zum Leistungsvergleich und zum Gesundheitsmonitoring verwendet werden können. Diese Profile und Verhaltensmuster können auch für die Überwachung, Verhaltens- und Leistungskontrolle genutzt werden. Tracking und Worklogging-Verfahren müssen mit den Führungskräften und Beschäftigten abgestimmt sein und es muss vereinbart sein, wie mit den personenbezogenen Daten umgegangen wird. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen*. Geschieht dies nicht,

ist dies ein Verstoß gegen geltendes Recht und es kann zu Akzeptanzproblemen, gesundheitsgefährdendem Leistungsdruck und zur Erhöhung des Krankenstandes führen.¹⁰

Möglichkeiten und Grenzen getrackter Belastungsbetrachtungen

Die exakten Analysen können idealtypisch nicht nur Grundlage für effizientere und produktivere Abläufe sein, sondern eröffnen auch einer ganzheitlichen Prävention neue Möglichkeiten. Arbeitsschritte, Bewegungsabläufe und Prozessgestaltung können nahezu in Echtzeit analysiert, bewertet und gesteuert werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.4.1 Prozessplanung mit CPS*. Belastungen können im Idealfall in ihrer gegenseitigen Bedingtheit betrachtet werden. Es ist theoretisch möglich, arbeits- und lebensbezogene Faktoren dabei einzubinden und zu berücksichtigen. So könnten aus verschiedenen Belastungsfaktoren ganzheitliche individuelle Belastungs- und Beanspruchungsprofile erzeugt werden.

Die Wechselwirkungen der beeinflussenden Belastungsfaktoren aus Arbeits- und anderen Lebensbereichen können bei einer Arbeitsanalyse von großer Relevanz sein. Erstmals könnte auf Belastungsdaten aus Arbeits- und anderen Lebensbereichen zurückgegriffen werden. Daher ermöglicht der Einsatz von technischen Messinstrumenten, wie integrierten Sensoren in Wearables, Assistenzsystemen und Arbeitsmitteln sowie Datenmustern des alltäglichen Self-Trackings, idealerweise eine umfassende Analyse der Belastungssituation. Daraus kann abgeleitet werden, welche belastenden oder gesundheitsfördernden Faktoren die Führungskraft und den Beschäftigten zu welchem Zeitpunkt und in welchem Maße beeinflussen. Die Daten können auch darstellen, dass die individuelle Belastung und Beanspruchung sehr unterschiedlich ist, zum Beispiel in Abhängigkeit des Persönlichkeitstyps und der Gesamt-

⁷ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁸ vgl. Schröter 2016, S. 193ff.; Petrlc 2016

⁹ Merkel 2017

¹⁰ Petrlc 2016

belastungssituation aus Arbeits- und anderen Lebensbereichen. Während beispielsweise die Beleuchtungsstärke Person A beansprucht, ist sie für Person B genau richtig. Dasselbe gilt für das Raumklima oder für die Art, wie die Bewältigung von Arbeitsaufgaben von einzelnen Personen eingeschätzt wird. Mittels der intelligenten Software mit ihrer KI lassen sich idealerweise jeweils individualisiert die optimalen Arbeitsbedingungen für die verschiedenen Führungskräfte und Beschäftigten automatisch zeitnah einrichten und steuern.

Diese neuen Möglichkeiten des Trackings und Workloggings werden aber nur dann zuverlässige Daten liefern, wenn die Qualität der Daten

eine verlässliche Aussage zulässt und wenn sie für die Fragestellung belastbare Daten liefert. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.* Beim momentan praktizierten und weitverbreiteten Self-Tracking wird deutlich, dass hier in der Regel vollkommen ungeeignete quantitative Daten für die Beantwortung qualitativer Fragestellungen verwendet werden („Schutz durch Berechenbarkeit“).¹¹ Ein weiteres Problem beim Tracking von Belastungssituationen ist, dass in der Regel Meta-Annahmen von idealen Situationen (Algorithmen über Belastungsmuster) zugrunde liegen, die die komplexen tatsächlichen Belastungen und vor allem ihre Wechselwirkungen nur sehr ober-

flächlich und unzureichend erfassen und darstellen. Zugrunde liegt oft ein defizitorientiertes und primär quantifiziertes Muster der Belastung.¹² Ein solches Muster löst die Daten oft aus spezifischen Kontexten heraus und erschwert die Verlässlichkeit der Dateninterpretation.¹³ Tracking und Worklogging können also neue Einblicke in Belastungssituationen von Führungskräften und Beschäftigten ermöglichen. Es sollte jedoch sehr genau reflektiert werden, welche Aussagekraft die Daten tatsächlich besitzen und ob die erforderliche Datenqualität für die Fragestellung vorhanden ist. Beim Tracking und Worklogging gilt in jedem Fall, dass ein Betrieb nicht alles machen muss, was technisch möglich ist.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen bei der Nutzung von Tracking und Worklogging sind unter anderem:

- Tracking und Worklogging bieten neue Möglichkeiten für eine ganzheitliche Arbeitsanalyse (beispielsweise Beurteilung der Belastungs-Beanspruchungssituation) und können dadurch zu verbesserten Arbeitsbedingungen führen.
- Individualisierte Arbeitsbedingungen und Anforderungen sowie ein präventiver Arbeitsschutz im laufenden Arbeitsprozess können geschaffen werden.
- Die Planung und Optimierung von Wertschöpfungsketten durch effektiveren Personaleinsatz können erleichtert werden.
- Arbeitsprozesse und Arbeitsaufgaben werden ständig optimiert und weiterentwickelt.
- Arbeitsprozesse und Tätigkeiten sind transparent und übersichtlich.
- Bewertungssysteme werden transparenter und zusätzliche Leistungs-

anreize werden geschaffen.

- Die Selbstoptimierung kann über detaillierte Leistungsdaten im Arbeitsbereich gefördert werden.
- Die Reklamationsbearbeitung, Qualitätssicherung und Fehlerkultur können verbessert werden.
- Die Gesundheitsförderung kann individualisiert und somit die Gesundheitskompetenz gestärkt werden.

Gefahren bei der Nutzung von Tracking und Worklogging sind unter anderem:

- Wenn nicht verlässliche Daten über Arbeitssituationen verwendet werden, kann dies zu Fehlentscheidungen und Belastungen führen.
- Die Sorge der Führungskräfte und Beschäftigten, überwacht und kontrolliert zu werden, kann zum Beispiel zu vermehrten Fehlern und Demotivation führen.
- Es besteht die Gefahr, falsche Rückschlüsse auf Leistung, Verhalten

und Motivation der Führungskräfte und Beschäftigten zu ziehen.

- Im Umgang mit der Flut der Daten können Unsicherheiten entstehen.
- Autonomie und Handlungsspielraum der Führungskräfte und Beschäftigten können reduziert werden.
- Es besteht die Gefahr von Datenmissbrauch personenbezogener Daten mit rechtlichen Konsequenzen, wenn der Datenschutz nicht eingehalten wird.
- Der nicht vereinbarte Umgang mit personenbezogenen Daten kann zu Unsicherheiten und der fehlenden Akzeptanz für Tracking-Systeme führen. Es besteht die Gefahr, von externen Plattformen abhängig zu sein und keinen Zugriff auf betrieblich erhobene Daten zu haben.
- Messverfahren/-techniken können unzuverlässig/ungenau sein oder Qualitätsmängel aufweisen, Kenntnisse in Bedienung, Auswertung und Ergebnisinterpretation können fehlen.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Beim Einsatz von Tracking und Worklogging mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) sind unter anderem folgende Maßnahmen hilfreich:

- Erarbeitung einer Strategie/eines Konzepts, welche Abläufe und Prozesse getrackt werden sollen und welches Ziel damit erreicht

werden soll.

- Rahmenbedingungen festlegen: Welche Daten sollen erfasst werden, wie und wozu sind sie nutz-

¹¹ Selke 2016b, S. 315

¹² Selke 2016b, S. 325

¹³ Meißner 2016, S. 225f.

bar, wo liegen sie, wer hat Zugriff darauf, wie werden sie verarbeitet (gegebenenfalls Berater/Experten/Datenschutzbeauftragte hinzuziehen). ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.*

- Recherchieren und festlegen, ob und welche Tools es für die Zielsetzung bereits gibt beziehungsweise ob und wie eigene Anwendungen programmiert werden müssen.
- Bei der Nutzung externer Tools ist zu überprüfen, wie verlässlich und sicher die Dienstleister sind, wie die Daten des Betriebes verwendet werden und ob die Datensicherheit und Datenschutz sichergestellt sind. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud.*
- Die Kompatibilität zwischen dem Anbieter der getrackten Daten und den Systemen im Betrieb ist sicherzustellen.

- Die Datenqualität ist sicherzustellen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*
- Festlegen, welche Assistenzsysteme genutzt werden sollen (wie zum Beispiel Smartphones).
- Risikoanalyse, welche Probleme mit Tracking verbunden sein könnten. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen.*
- Rechtlichen Rahmen berücksichtigen, beispielsweise Datenschutz, Betriebsverfassung, Arbeitsschutz, Persönlichkeitsrechte (Berater/Experten/Datenschutzbeauftragte hinzuziehen).
- Führungskräfte und Beschäftigte frühzeitig und umfassend informieren. Transparenz schaffen, welche Daten in ihrem Arbeitsprozess erfasst, verfolgt und gespeichert werden und wie diese wofür genutzt werden (Sinnhaftigkeit, Nutzen und Notwendigkeit der Maßnah-

men deutlich machen, um Akzeptanz, Vertrauen und Mitwirkung der Führungskräfte und Beschäftigten zu fördern).

- Meinungen, Ideen und Vorschläge der Führungskräfte und Beschäftigten in die Gestaltung integrieren (Betriebsrat/Personalrat frühzeitig einbeziehen).
- Vereinbarungen treffen, wie mit personenbezogenen Daten umgegangen wird. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.*
- Pilotphasen und Möglichkeiten zur Modifikation des Systems einplanen.
- Den Einsatz der Tracking- und Workloggingtools regelmäßig mit Führungskräften und Beschäftigten besprechen und Verbesserungsmaßnahmen einleiten.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Duttweiler, S., & Passoth, J.-H. (2016). *Selbstracking als Optimierungsprojekt?* In S. Duttweiler, R. Gugutzer, J.-H. Passoth, & J. Strübing (Hrsg.), *Digital society. Leben nach Zahlen. Self-Tracking als Optimierungsprojekt?* (S. 9–42). Bielefeld: Transcript.

Lucht, M., Bredenkamp, R., Boeker, M., & Kramer, U. (2015). *Gesundheits- und Versorgungs-Apps: Hintergründe zu deren Entwicklung und Einsatz.* Freiburg.

Meißner, S. (2016). *Selbstoptimierung durch Quantified Self?* In S. Selke (Hrsg.), *Lifelogging – Digitale Selbstvermessung und Lebensprotokollierung zwischen disruptiver Technologie und kulturellem Wandel* (S. 217–235). Wiesbaden: Springer VS.

Merkel, T. (2017). *Optimierung von Arbeitsschutz und Mitarbeitermobilität.* In Herbstkonferenz 2017, *Chemnitz Fokus Mensch Maschinen- und Fahrzeugbau 4.0.* Dortmund.

Petric, R. (2016). *Das vermessene Selbst: Von der Selbst-Überwachung zur Fremd-Bestimmung.* Datenschutz und Datensicherheit, 2, S. 94–97.

Schröter, W. (2016). *Virtuelle Identitäten im „Worklogging“: Impulse zur sozialen Gestaltung der Arbeitswelt in der „Industrie 4.0“.* In S. Selke (Hrsg.), *Lifelogging – Digitale Selbstvermessung und Lebensprotokollierung zwischen disruptiver Technologie und kulturellem Wandel* (S. 193–214). Wiesbaden: Springer VS.

Selke, S. (2016a). *Lifelogging – Digitale Selbstvermessung und Lebensprotokollierung zwischen disruptiver Technologie und kulturellem Wandel.* Wiesbaden: Springer VS.

Selke, S. (2016b). *Ausweitung der Kampfzone – Rationale Diskriminierung durch Lifelogging und die neue Taxonomie des Sozialen.* In Selke, S. (Hrsg.), *Lifelogging – Digitale Selbstvermessung und Lebensprotokollierung zwischen disruptiver Technologie und kulturellem Wandel* (S. 309–339). Wiesbaden: Springer VS.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 2.1.2 Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Organisation
- 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS
- 2.4.3 Mobiles Arbeiten mit CPS
- 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.2.2 Smartphones, -watch, -glasses
- 4.2.1 Gesundheits-Apps – Wirkung und Qualitätskriterien

4.1.4 Betriebliches Gesundheitsmanagement (BGM) 4.0



■ **Stichwörter:** Datenerfassung, Gesundheit, Betriebliche Gesundheitsförderung, Arbeitsschutz, Kennzahlen, Vitaldaten, Gesundheits-Apps

› Warum ist das Thema wichtig?

Cyber-physische Systeme (CPS)¹ und intelligente Software mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI)² können vielfältige Daten über die Beschäftigten und die gesundheitsgerechten Arbeitsbedingungen liefern. Dadurch entsteht die Möglichkeit, zusätzliche Daten ganzheit-

lich und dauerhaft in das Betriebliche Gesundheitsmanagement (BGM) und das Management insgesamt zu integrieren. So lassen sich beispielsweise Analysen für passgenaue verhaltens- und verhältnispräventive Maßnahmen sowie eine Evaluation mit Kennziffern (Health Mainstreaming 4.0) in einer

neuen Qualität realisieren. Dies wird aber nur dann der Fall sein, wenn die Qualität der Daten und Kennzahlen ausreicht, um verlässliche Aussagen über die Gesundheit der Beschäftigten ableiten zu können.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Betriebliches Gesundheitsmanagement (BGM) 4.0

Ein Betriebliches Gesundheitsmanagement 4.0 nutzt 4.0-Technologien und intelligente Software (inkl. KI) für die systematische Entwicklung und (Teil-)Steuerung betrieblicher

Rahmenbedingungen, Strukturen und Prozesse für die gesundheitsgerechte Gestaltung der Arbeit und Organisation, der Führungskultur sowie für die Befähigung zum gesundheitsgerechten Verhalten.

Die Begriffe Betriebliche Gesund-

heitsförderung (BGF) und Betriebliches Gesundheitsmanagement (BGM) werden in der Umsetzungshilfe 4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse erläutert.

Mehr Daten für das BGM

Daten, die dem BGM über CPS zur Verfügung stehen, sind äußerst vielfältig und können zum Beispiel über unterschiedliche Sensoren und intelligente Software (inkl. KI) Zustände, Prozesse oder Kennzahlen abbilden.³ Je nach genutzter 4.0-Technologie im Unternehmen können diese beispielsweise folgende gesundheitsrelevante Informationen liefern – Datenschutz vorausgesetzt:

■ **Personen:** zum Beispiel Daten über die Nutzung der Persönlichen Schutzausrüstung, Arbeitszeit, Leistung, Gesundheitsparameter (zum Beispiel Puls, Blutdruck), Arbeitszufriedenheit über in den Arbeitsprozess integrierte Befragungstools › *Siehe Umsetzungs-*

hilfen 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes; 3.4.1 Digitale Persönliche Schutzausrüstung (PSA); 4.1.3 Tracking und Worklogging

■ **Arbeitsprozesse:** zum Beispiel Daten über die Wirksamkeit der Maßnahmen der Gefährdungsbeurteilung, über Unterweisungen, Prozessqualität, Arbeitsqualität, Produktivität, Pausen › *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0*

■ **Arbeitsmittel:** zum Beispiel Daten über ergonomische Parameter, Nutzung von Schutzeinrichtungen, Fehlerhäufigkeit, Pausenzeiten

■ **Arbeitsräume:** zum Beispiel Daten über Raumtemperatur, Klima, Beleuchtung

■ **Fahrzeuge:** zum Beispiel Daten über Verkehrsbehinderungen, Staus, Fahrzeiten, Standzeiten, Fahrstil, Ermüdung, Arbeitsbedingungen am Einsatzort

■ **Mensch-Software/Maschine-Schnittstellen:** zum Beispiel Daten über den Umgang mit der Software/dem Arbeitsmittel, Fehlerhäufigkeit, Bewegungsmuster von Personen und Arbeitsmitteln, Verhalten im Notfall › *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.4 Notfallorganisation und 4.0-Prozesse*

■ **Arbeitskleidung/Wearables:** zum Beispiel Daten über Körperhaltung und Bewegung, Sitz- oder Stehposition, Vital- und Verhaltensdaten, Nutzung Persönlicher Schutzausrüstung (PSA), Nutzung von Exoskeletten › *Siehe Umsetzungshilfen*

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt die intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software) ist autonom und selbstlernend.

³ Cernavin & Lemme 2018, S. 26 ff.

3.2.4 Exoskelette; 3.3.1 Personenbezogene digitale Ergonomie; 3.4.1 Digitale Persönliche Schutzausrüstung (PSA); 4.1.3 Tracking und Worklogging

- **Arbeitsformen:** zum Beispiel Daten über Arbeiten in Zwangshaltungen, mit Gefahrstoffen, mit Absturzgefahr, in engen Räumen, mit heißen/kalten Medien
- **Kunden:** zum Beispiel Daten über physische Reaktionen auf Beschwerden, An-/Übergriffe, Konflikte ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse*

Mehr BGM-Daten bedeuten nicht immer verlässlichere Ergebnisse

Bei jeder Anwendung geht es darum, die gesundheitsrelevanten Indikatoren zu identifizieren und zu überlegen, ob sie für die angestrebte Fragestellung geeignet sind. Die Aussagekraft von Vitaldaten kann unterschiedlich ausfallen und lässt nicht immer Rückschlüsse auf das Belastungsniveau zu. Die Daten bilden oft nicht die Gesamtsituation ab. Auch die Kombination von beispielsweise Vital-, Umgebungs- und Prozessdaten muss nicht immer zuverlässig sein und sollte reflektiert werden: Lässt sich aus der gewählten Kombination der verfügbaren Daten etwas über die tatsächliche Arbeitsfähigkeit und die Wirkung der Belastung ableiten? Eine Quantifizierung von Gesundheitszuständen über Kennzahlen, die von vielen – oft unbekannt – Faktoren abhängen, beschreibt oft nur scheinbare Ursachen. ▶ *Siehe auch Umsetzungshilfe 2.1.7 Kennzahlen und CPS*. Basieren die Kennzahlen auf einer verlässlichen Datengrundlage (Datenqualität) und liefern sie valide Hinweise, bilden sie eine hilfreiche und belastbare Basis für das BGM. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen*.

Um angesichts der vielen Unsicherheiten bei der Nutzung von gesundheitsrelevanten Daten durch 4.0-Technologien belastbare Ergebnisse zu

erzielen, ist zu empfehlen, einen Präventionsexperten in die Überlegungen einzubinden (zum Beispiel Präventionsberater der Krankenkassen und Unfallversicherungen, Fachkraft für Arbeitssicherheit, Betriebsarzt, Experte einer Hochschule).

Nutzen eines BGM 4.0

Werden die 4.0-Technologien und die intelligente Software (inkl. KI) reflektiert und zielführend eingesetzt, können sie für ein BGM unter anderem folgenden Nutzen haben:

- Im *verhältnispräventiven*⁴ Bereich können 4.0-Technologien unter anderem die Ergonomie der Arbeitsabläufe, das Raumklima, die Wirkung der Arbeitsorganisation oder die Umsetzung der Arbeitsaufgabe (wie zum Beispiel Über- und Unterforderung, Wirksamkeit der Maßnahmen aus der Gefährdungsbeurteilung) analysieren. Auf Grundlage der Daten kann die intelligente Software (inkl. KI) Vorschläge zur Verbesserung der Situation ableiten beziehungsweise die Arbeitsbedingungen teilweise oder ganz gesundheitsgerecht umgestalten. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI); 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse; 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0; 2.4.1 Prozessplanung mit CPS; 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes; 3.3.1 Personenbezogene digitale Ergonomie*. Die intelligente Software (inkl. KI) kann auch die Arbeitszufriedenheit der Führungskräfte und Beschäftigten beinahe in Echtzeit über Befragungstools erfassen und auswerten und so individuelle Hinweise zur Gestaltung der Arbeitsbedingungen geben.

- Im *verhaltenspräventiven*⁵ Bereich können 4.0-Technologien individuelle Verhaltensweisen analysieren, wie zum Beispiel Arbeitsabläufe, die Nutzung von Schutzeinrichtungen und Persönlicher Schutzausrüstung (PSA),

das Beanspruchungsniveau sowie das Bewegungs- oder Ernährungsverhalten. Aus diesen Daten kann die intelligente Software (inkl. KI) individuelle Vorschläge entwickeln und Hinweise zum ergonomischen, sicheren und gesundheitsgerechten Arbeiten, zur Regeneration, zur gesunden Ernährung oder zu Sport und Bewegung unterbreiten. Die intelligente Software (inkl. KI) kann auch Ziele für gesundheitsgerechtes Verhalten vorschlagen und die Beschäftigten beim Erreichen der Ziele individuell unterstützen (Software Coaching).

Generell kann das Interesse an Maßnahmen des BGM durch neue technologische Möglichkeiten bei technologieaffinen Führungskräften und Beschäftigten gesteigert werden. Zu diesen neuen Möglichkeiten gehören beispielsweise die Einbindung von Gamification-Konzepten oder der Einsatz von Virtual-Reality-Systemen sowie von Gesundheits-Apps. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality; 4.2.1 Gesundheits-Apps – Wirkung und Qualitätskriterien; 4.2.2 Gamification zur Mitarbeiterbindung und -motivation*.

Einführung eines BGM 4.0

BGM 4.0 bedeutet, dass BGM in die 4.0-Prozesse⁶ des Betriebes integriert ist. Dadurch können die Umsetzungsphasen des BGM, die Analyse und Bewertung, die Maßnahmenplanung und -durchführung, die Wirksamkeitskontrolle, der Verbesserungsprozess, teilweise softwaregesteuert durchgeführt werden. Die intelligente Software (inkl. KI) kann individuelle Verhaltensvorschläge unterbreiten und die Arbeitsverhältnisse gesundheitsgerecht gestalten.

Das BGM 4.0 sollte von einem Steuerungsteam unterstützt, geplant und koordiniert werden. In größeren Betrieben sollten wichtige Entscheidungsträger, wie die Geschäftsführung, die Beschäftigtenvertretung

⁴ Die Verhältnisprävention umfasst gesundheitsförderliche Maßnahmen, die sich auf Änderungen von Arbeitsbedingungen, -organisation und -gestaltung beziehen, zum Beispiel Arbeitsplatzgestaltung, Arbeitsverfahren, Arbeitsabläufe, organisatorische und soziale Bedingungen, Führungsverhalten.

⁵ Die Verhaltensprävention umfasst die Förderung der Gesundheitskompetenz und von gesundheitsgerechtem Verhalten sowie die Modifikation individueller Verhaltensweisen, zum Beispiel Rauchverhalten, Ernährungsverhalten, gesundheitsgerechtes Arbeiten.

⁶ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

sowie Experten für Arbeits- und Gesundheitsschutz, beteiligt sein. Es bietet sich an, hierfür den Arbeitsschutzausschuss zu nutzen. In kleinen Betrieben kann das Steuerungsteam ein kleines Team aus Führungskräften und Beschäftigten sein, die sich durch die Fachkraft für Arbeitssicherheit und den Betriebsarzt sowie den Digitalberater unterstützen lassen. Auch externe IT-Spezialisten, Präventionsberater von Krankenkassen und des Unfallversicherungsträgers oder Berater aus Handwerkskammern und Verbänden können unterstützen.

Eine zentrale Kommunikations- und Informationsplattform zum BGM, die allen Führungskräften und Beschäftigten gleichermaßen zugänglich ist, kann hilfreich sein. Diese Plattform kann alle Beteiligten über aktuelle Entwicklungen im Betrieblichen Gesundheitsmanagement informieren und ihnen die Möglichkeit bieten, sich einzubringen und auszutauschen sowie sich an Aktivitäten und Maßnahmen zu beteiligen. Auch die Einrichtung persönlicher Bereiche zum Verfolgen individueller Gesundheitsziele mithilfe von intelligenter Software (inkl. KI) ist möglich. Hier kann beispielsweise auch die individuelle Gesundheitskompetenz über Lernprogramme weiterentwickelt und tagesaktuelle Kennzahlen in Form eines Dashboards dargestellt werden.⁷ ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.5 Lernformen 4.0.*

Derartige Plattformen sind nur dann wirksam, wenn sie gepflegt und von vielen genutzt werden. Dies kann für kleine Betriebe einen hohen Aufwand bedeuten. Es kann aber auch Führungskräfte und Beschäftigte motivieren, sich mit den Themen zu befassen und die Bindung an den Betrieb erhöhen. Diese Plattformen müssen nicht selbst programmiert werden, sondern es können bestehende Ange-

bote genutzt werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.5.3 Plattformökonomie; 4.2.1 Gesundheits-Apps – Wirkung und Qualitätskriterien.*

Sosehr die 4.0-Technologie mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) auch helfen kann, das BGM effektiver und wirkungsvoller zu gestalten, sollten die technologiegesteuerten Prozesse dennoch durch menschliche Kommunikation begleitet werden. Gesundheitsfragen haben immer mit menschlichen Befindlichkeiten, Verhältnissen und der Unternehmenskultur zu tun – und die können nur in der Kommunikation zwischen Personen weiterentwickelt und gefördert werden. Auch beim BGM 4.0 sind die Kommunikation zwischen den beteiligten Personen und die gemeinsame Überlegung, wie die Situation verbessert werden kann, ein substantieller Bestandteil.

Damit sollte ein BGM 4.0 folgende Aspekte enthalten, die miteinander stark verwoben sind und aufeinander abgestimmt werden müssen, sodass ein systematisches Gesamtkonzept entsteht:

- *4.0-Technologien und intelligente Software (inkl. KI), die Daten nutzen, um Lösungen zu entwickeln, wie zum Beispiel die Individualisierung des Raumklimas, individuelle ergonomische Einstellungen des Arbeitsplatzes oder der Arbeitsmittel oder organisatorische Planungen von gesundheitsgerechten Arbeitsabläufen.*
- *Online-Plattform als Basis für Kommunikation, Organisation, Information und Planung für den BGM-Prozess. Sensibilisierung, Austausch und Feedback sind jederzeit und überall möglich. Die Plattform kann als individuelles Dashboard für die Beschäftigten eingesetzt werden und die Unter-*

nehmenssituation für den Arbeitgeber beinahe in Echtzeit zusammenfassend darstellen.

- *Klassische Face-to-Face-Kommunikation, zum Beispiel wertschätzende persönliche Gespräche, soziales Miteinander, Präsenzveranstaltungen wie Kurse, Unterweisungen, Zirkel, Begehungen, Coachings.*

Bei der Einführung eines BGM 4.0 sollten die wesentlichen Aspekte der Nutzung von personenbezogenen Daten der Führungskräfte und Beschäftigten durch intelligente Software (inkl. KI) beachtet und geregelt werden. Es ist in jedem Fall zu klären, welche personenbezogenen Daten im BGM erfasst und verarbeitet werden, wo sie liegen und wer darauf Zugriff hat. Der Umgang mit diesen personenbezogenen Daten im BGM 4.0 ist im Betrieb mit den betroffenen Personen zu vereinbaren. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen; 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen.* Da die BGM-Daten in der Regel auch sensible personenbezogene Daten enthalten, sollte bei diesen Softwareanwendungen auch die IT-Sicherheit besonders berücksichtigt werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit; 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.* Dies gilt auch für die Nutzung smarter BGM-Produkte, wie Apps oder Gamification-Tools, bei denen die personenbezogenen Vitaldaten in der Regel beim Dienstleister liegen.

Bei der Einführung eines BGM 4.0 ist vorab abzuwägen, in welchen Bereichen 4.0-Technologien genutzt werden. Gerade im BGM muss ein Betrieb nicht alles machen, was technisch möglich ist.

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Ein BGM 4.0 unter Nutzung der CPS bietet vielfältige **Chancen**, dazu zählen unter anderem:

- Es liegen BGM-relevante Kennzahlen nahezu in Echtzeit vor, zum Beispiel zu Abläufen am Arbeitsplatz

und Schwachstellen sowie zur Arbeitszufriedenheit, Produktivität, Umsetzung von Schutzmaßnahmen.

- Belastungs- und Arbeitsplatzanalysen können auf Grundlage einer

größeren Datenbasis detailliert und beinahe in Echtzeit durchgeführt werden.

- Schwachstellen im Ablauf der Arbeitsprozesse und die Zufriedenheit der Führungskräfte und

⁷ Hasselmann 2018, S. 65ff.

Beschäftigten können durch Befragungen erfasst werden, die in den Arbeitsprozess integriert sind – inklusive autonomer Auswertungen.

- Zielgenaue individuelle Maßnahmen, Verbesserungen der individuellen Gesundheitskompetenz und Ansprachekonzepte lassen sich auf Grundlage einer größeren Datenbasis passgenauer und nach einer erfolgreichen Implementierung eines BGM 4.0 auch mit geringerem Aufwand realisieren.
- Durch neue technologische Möglichkeiten (wie Gamification, Gesundheits-Apps, virtuelle Realität) können Attraktivität und Akzeptanz des BGM gesteigert und die Motivation der Führungskräfte und Beschäftigten zur Umsetzung der BGM-Maßnahmen gefördert werden.
- Die Wirksamkeit von Maßnahmen aus der Gefährdungsbeurteilung in Bezug auf eine gesundheitsgerechte Gestaltung der Arbeitsbedingungen kann präzise und zeit-

nah überprüft werden.

- Der finanzielle Nutzen von BGM-Maßnahmen (Return on Prevention) kann durch detaillierte Kennzahlen eher belegt werden.

Wird die Nutzung der 4.0-Technologien für das BGM nicht sorgfältig geplant, können unter anderem folgende **Gefahren** auftreten:

- Die Datenqualität der zur Verfügung stehenden Daten über die Gesundheitssituation ist unzureichend und die Ergebnisse sind nicht verlässlich. Zum Beispiel spiegelt die Kombination von Vital-, Prozess- und Umgebungsdaten die Ursachen für Gesundheitszustände nur unzureichend wider und die Kennzahlen sind unbrauchbar oder irreführend.
- Es entstehen rechtliche Probleme, wenn der Umgang mit den personenbezogenen Daten, die für das BGM erhoben und genutzt werden, nicht mit den betroffenen Personen vereinbart ist.

- Es besteht die Möglichkeit von Eingriffen Dritter (wie Hacker) auf die sensiblen BGM-Daten, wenn die IT-Sicherheit vernachlässigt wird.

- Bei der Nutzung von smarten Produkten externer Dienstleister – wie Gesundheits-Apps, Fitnessarmbänder oder Gamification-Tools – durch den Betrieb besteht die Gefahr der unbeabsichtigten Weitergabe personenbezogener Daten von Führungskräften und Beschäftigten an die Anbieter.

- Fehlende Informationen, unzureichendes Training und die unzureichende Einbindung der Führungskräfte und Beschäftigten bei der Einführung eines BGM 4.0 kann zu Vertrauensmangel und Akzeptanzproblemen gegenüber den neuen 4.0-Technologien führen.

- Durch die Integration von Gesundheit in die alltäglichen Unternehmensabläufe und -prozesse – die Umsetzung als Health Mainstreaming – besteht die Gefahr einer „Zwangsbeglückung“.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen und einzuleiten?

Bei der Einführung eines BGM 4.0 sollte zunächst bedacht werden, dass die 4.0-Technologien zwar helfen können, das BGM effektiver zu gestalten, sie können das BGM allerdings nicht ersetzen. Ein Konzept für ein BGM muss im Betrieb zunächst einmal ohne die Technologien vorhanden sein. Die 4.0-Technologien und die intelligente Software (inkl. KI) können ein BGM nur dann verbessern, wenn sie sinnvoll genutzt werden. Die Potenziale der smarten Technologien können einen Anlass bieten, ein BGM im Betrieb einzurichten, weil sie viele neue Gestaltungslösungen ermöglichen. Bei den folgenden Maßnahmen geht es nicht um die Einrichtung eines BGM an sich, sondern um die sinnvolle Nutzung der 4.0-Technologien und der intelligenten Software (inkl. KI) für ein bestehendes oder entstehendes BGM.

Bei der Einführung eines solchen BGM 4.0 sollten unter anderem folgende Maßnahmen berücksichtigt werden:

- Ein Team festlegen (Steuerungsgremium), das den Prozess der Integration von 4.0-Technologien und

intelligenter Software (inkl. KI) für das BGM im Betrieb plant.

- Überlegen, welche Experten zeitweise oder dauerhaft an den Arbeiten des Teams teilnehmen sollten, zum Beispiel Fachkraft für Arbeitssicherheit, Betriebsarzt, Präventionsberater der Krankenkassen oder der Unfallversicherungen, IT-Experte, Digital-Mentor. › Siehe *Umsetzungshilfe 2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“)*.

- Ermitteln, welche Gesundheitsdaten bereits von smarten Produkten, Einrichtungen und Assistenzmitteln erfasst werden (nach Vereinbarung mit den Personen, dass dies geschehen darf).

- Festlegen, welche Daten in welcher Kombination für das BGM 4.0 genutzt werden sollen (Indikatoren und Kombination von Indikatoren festlegen).

- Überprüfen, ob die vorgesehenen Daten verlässliche Aussagen zu den beabsichtigten Zielen ermöglichen (Datenqualität).

- Überprüfen, ob die Sicherheit der BGM-4.0-Daten gewährleistet ist

– sowohl intern als auch bei der Nutzung externer smarter Dienstleistungen.

- Den Umgang mit personenbezogenen Daten der betroffenen Personen vereinbaren. Möglich ist auch ein Konzept, bei dem jede Person selbst bestimmt, wer in welcher Form Zugriff erhalten darf (zum Beispiel Führungskräfte, andere Beschäftigte, Dienstleister, Ärzte, Wissenschaftler). Auch die Beschränkung des Zugriffs auf anonymisierte Daten und/oder auf statistische Durchschnittsdaten ist möglich.

- Überprüfen, welche externen Angebote smarter Dienstleistungen zur Verfügung stehen und genutzt werden sollen. Dabei sollten die Erfahrungen von anderen Unternehmen, Kammern, Fachverbänden, IT-Experten eingeholt werden. Überprüfen, ob die Anwendungen kompatibel mit den anderen betrieblichen Anwendungen sind und welche Schnittstellen benötigt werden.

- Analysieren und festlegen, welche Aspekte bei der Anschaffung von

smarten Arbeitsmitteln, Einrichtungen, intelligenten Softwaretools (inkl. KI) zukünftig bei der Beschaffung berücksichtigt werden sollten, damit die für das BGM benötigten Daten erfasst und ausgewertet werden können. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte.*

- Analysieren und festlegen, welche BGM-Aspekte beim Controlling der Prozesse im Betrieb berücksichtigt werden sollen und ein Konzept entwickeln, wie dies geschehen kann. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse.*
- Analysieren und festlegen, ob eine interne oder externe Online-Plattform als Kommunikations-, Organisations-, Informations- und Planungsbasis für den BGM-Prozess eingerichtet werden soll (Kosten-Nutzen-Planung).

- Festlegen, welche Face-to-Face-Maßnahmen und Prozesse im BGM unverzichtbar sind und ein Verfahren bestimmen, wie diese realisiert werden sollen. Dabei auch das Verhältnis zwischen personaler Kommunikation und Entscheidungen der intelligenten Software (inkl. KI) festlegen.
- Führungskräfte und Beschäftigte frühzeitig in die Planungen des BGM 4.0 einbinden, umfassend über die Absicht, den Nutzen und das Ziel des BGM 4.0 informieren – auch um Vertrauen und Akzeptanz für das zukünftige BGM 4.0 zu schaffen.
- Führungskräfte und Beschäftigte intensiv im Umgang mit den BGM 4.0-Technologien trainieren, unterweisen und gegebenenfalls weiterbilden.
- Die Erfahrungen der Führungskräfte

und Beschäftigten in der Planungs- und Einführungsphase (und auch im späteren Betrieb) einholen und die BGM 4.0-Prozesse fortlaufend verbessern.

- In Betrieben mit Arbeitnehmervertretung diese frühzeitig in die Planung des BGM 4.0 einbinden und den Umgang mit den BGM-Daten und daraus resultierende Maßnahmen vereinbaren.
- Es empfiehlt sich, in einer Pilotphase für einzelne Abteilungen, Bereiche, Arbeitsplätze den Umgang mit dem BGM 4.0 zu erproben und zu testen.
- Ein Verfahren festlegen, wie Führungskräfte und Beschäftigte die Angebote des BGM 4.0 im Betrieb nutzen können und welche Ressourcen dafür zur Verfügung stehen – wie zum Beispiel Zeit, Raum, Betreuung, externe Unterstützung.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Cernavin, O., & Lemme, G. (2018). Technologische Dimensionen der 4.0-Prozesse. In S. Stowasser, W. Schröter, & O. Cernavin (Hrsg.), *Prävention 4.0. Neue Perspektiven für Führung, Organisation, Arbeitsschutz und Gesundheit im Betrieb.* (S. 22–54). Springer Verlag (Psychologie).

Hasselmann, O. (2018). Digitales BGM für die Arbeitswelt 4.0. Optionen für das Betriebliche Gesundheitsmanage-

ment. In D. Matusiewicz, & L. Kaiser (Hrsg.), *Digitales Betriebliches Gesundheitsmanagement. Theorie und Praxis* (FOM-Edition), S. (57–71). Wiesbaden: Springer Gabler.

Kaiser, L., & Matusiewicz, D. (2018). Effekte der Digitalisierung auf das BGM. In D. Matusiewicz, & L. Kaiser (Hrsg.), *Digitales Betriebliches Gesundheitsmanagement. Theorie und Praxis* (FOM-Edition), (S. 1–34). Wiesbaden: Springer Gabler.

GKV Spitzenverband (2017). (Hrsg.). *Leitfaden Prävention – Handlungsfelder und Kriterien des GKV-Spitzenverbandes zur Umsetzung der §§ 20, 20a und 20b SGB V vom 21. Juni 2000 in der Fassung vom 27. November 2017.* GKV-Spitzenverband: Berlin.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.3.2 Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Software (inkl. KI)
- 1.2.1 Führung und 4.0-Prozesse
- 1.4.5 Lernformen 4.0
- 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte
- 2.1.6 Controlling und 4.0-Prozesse
- 2.1.7 Kennzahlen und CPS
- 2.1.8 Digital-Mentor („Kümmerer“)
- 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0
- 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit
- 2.2.4 Notfallorganisation und 4.0-Prozesse

- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen zu 4.0-Prozessen
- 2.4.1 Prozessplanung mit CPS
- 2.5.3 Plattformökonomie
- 2.6.1 Digitale Planung des Personaleinsatzes
- 3.2.4 Exoskelette
- 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)

- 3.3.1 Personenbezogene digitale Ergonomie
- 3.4.1 Digitale Persönliche Schutzausrüstung (PSA)
- 4.1.1 Gesundheit und 4.0-Prozesse
- 4.1.3 Tracking und Worklogging
- 4.2.1 Gesundheits-Apps – Wirkung und Qualitätskriterien
- 4.2.2 Gamification zur Mitarbeiterbindung und -motivation

4.1.5 Digitale Sucht



■ **Stichwörter:** Wearables, Virtual Reality, Abhängigkeit

> Warum ist das Thema wichtig?

Der Einsatz von cyber-physischen Systemen (CPS)¹ beziehungsweise von intelligenter Software² im betrieblichen Ablauf kann Führungskräfte und Beschäftigte bei der Ausübung ihrer Tätigkeiten entlasten und zu einer effektiveren, effizienteren sowie gesundheitsgerechteren Gestaltung der Arbeitsprozesse führen. Mit der

Nutzung von digitalen Produkten in 4.0-Prozessen³ können aber auch Gefahren für die psychische Gesundheit verbunden sein, wie zum Beispiel einer übersteigerten und zwanghaften Nutzung der digitalen 4.0-Technologien.⁴ Das kann auch mit Folgen für Arbeitgeber einhergehen: Suchtprobleme der Führungskräfte und Be-

schäftigten können beispielsweise zu einer verminderten Leistungsfähigkeit oder zu Verhaltensänderungen und infolgedessen zu Teamkonflikten und einer Verschlechterung des Arbeitsklimas führen.⁵ Es ist daher hilfreich, die Prävention der digitalen Sucht am Arbeitsplatz zu berücksichtigen.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Digitale Sucht

Bei der digitalen Sucht handelt es sich um eine stoffungebundene psychische Abhängigkeit, bei der bestimmte Verhaltensweisen, wie etwa das Eintauchen in virtuelle Welten oder die Benutzung von digitalen

Technologien wie Wearables, zwanghaft und exzessiv, auch wider besseres Wissen, ausgeübt werden.⁶ Durch diese Verhaltensweisen wird zunächst ein befriedigender Erlebniszustand erreicht,⁷ bei dem ähnliche Belohnungseffekte wie bei der Einnahme von

Substanzen (zum Beispiel Alkohol, Nikotin, Cannabis) entstehen.⁸ Die digitale Sucht kann die Gesundheit gefährden, zur sozialen Isolation bis hin zur Arbeitsunfähigkeit führen.

Abhängigkeiten äußern sich auf verschiedene Weise. Bei der digitalen Sucht bestimmt die Anwendung des digitalen Mediums das Denken der Anwender. Ist das digitale Medium nicht verfügbar, können allgemein typische Suchtsymptome wie Unwohlsein, Nervosität, Aggressivität und Depressionen auftreten.⁹ Auch Konzentrations- und Schlafstörungen, Stimmungsveränderungen, Zeitman-

agementprobleme sowie Defizite in der Selbst- oder Impulskontrolle¹⁰ sind die Anzeichen einer psychischen Abhängigkeit.

Zwar ist trotz der zunehmenden Verbreitung von Assistenzsystemen in der Arbeitswelt 4.0 bislang unklar, ob deren Anwendungen auch eine potenzielle Suchtgefahr für Führungskräfte und Beschäftigte bergen. Dies ist jedoch nicht völlig auszuschließen, da

auch dem digitalen Mediennutzungsverhalten im Privatbereich eine erhöhte Suchtgefahr zugesprochen wird. Dazu zählt etwa der ständige Blick auf das Smartphone zur Überprüfung von Nachrichteneingängen¹¹ oder die regelmäßige Überwachung der eigenen Körperdaten durch Self-Tracking.¹² Auch das kontinuierliche Eintauchen in virtuelle Welten mit ihrer intelligenten Software (inkl. KI) kann eine Suchtgefahr

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁴ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁵ Hessische Landesstelle für Suchtfragen e. V. 2018

⁶ Keine Macht den Drogen 2018

⁷ vgl. Hasselmann et al. 2018, S. 254; Uchtenhagen 2011, S. 12

⁸ Keine Macht den Drogen 2018

⁹ Keine Macht den Drogen 2018

¹⁰ Hasselmann et al. 2018, S. 254f.

¹¹ vgl. Markowitz 2015; Lankau 2015, S. 293

¹² Vey 2015

bergen.¹³ Insbesondere das Eintauchen in eine virtuelle Umgebung kann dazu führen, dass die Identifikation mit einem Avatar einen höheren Stellenwert erreicht als die Wahrnehmung der eigenen Person in der realen Welt. Es ist davon auszugehen, dass die virtuelle Realität ein höheres Suchtpotenzial birgt als bisherige Medien, da es der Realitätsflucht oder Selbstdarstellung (etwa in Form einer virtuellen Figur) dient.¹⁴

Auch in der Arbeitswelt 4.0 kann das regelmäßige Eintauchen in die virtuelle Welt eine starke Faszination ausüben, die sich im stetigen Blick auf digitale Systeme zeigt, etwa zur Überprüfung der eigenen physiologischen Daten oder zur Überprüfung der aktuellen Ergebnismerte (Scores) bei Einbindung von Spielelementen (Gamification- oder Serious Games).
 ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 4.3.2 Gamification zur Mitarbeiterbindung und -motivation.*

Ob die in der Arbeitswelt 4.0 verfügbaren Systeme selbst Abhängigkeitserkrankungen auslösen und die zuvor aufgeführten allgemeinen Suchtsymptome, die dem pathologischen Gebrauch von intelligenter Software (inkl. KI) im Privatbereich zugesprochen werden, ohne Weiteres auf eine entsprechende Suchterkrankung in der Arbeitswelt übertragen werden können, ist nicht bestätigt. Schließlich

unterliegt die Nutzung der 4.0-Technologien hinsichtlich der Häufigkeit, Regelmäßigkeit und Dauer im Arbeitsumfeld üblicherweise Beschränkungen, wie etwa durch vorgegebene Abläufe und Arbeitszeiten. Wenn jedoch intelligente Software (inkl. KI) zunehmend in Abläufe eingreift und/oder wenn Tätigkeiten unabhängig von Zeit und Ort entgrenzt werden, dürfte die Suchtgefahr steigen. Eine generelle Sensibilisierung für diese Gefahr ist daher zu empfehlen.

Woran erkennt man Onlinesucht?

Onlinesucht ist – wie alle anderen Süchte auch – oft schwer zu erkennen. Kennzeichen können unter anderem sein:

- Die Person verbringt auffallend viel Zeit täglich allein am Rechner, Tablet oder Smartphone.
- Die Person reagiert aggressiv und uneinsichtig, wenn sie mit ihrer übermäßigen Onlinenutzung konfrontiert wird.
- Die Person zieht sich sozial zurück, findet Ausreden, warum sie an Teambesprechungen nicht teilnimmt, und nutzt auch Pausen zur Onlinenutzung. Virtuelle Freunde und eine zweite Welt im Netz verdrängen reale Sozialkontakte.
- Die Person vernachlässigt frühere Hobbys beziehungsweise gibt sie auf.

- Die Person spricht von ihren Onlineerlebnissen, Chatplattformen oder Spielwelten, als seien diese real in ihrem Leben vorhanden, und identifiziert sich immer mehr mit diesen.
- Betritt man das Zimmer der betroffenen Person, dreht sie den Bildschirm weg oder minimiert die Fenster ihres Browsers, damit man nicht sehen kann, was sie gerade schreibt oder ansieht.
- Die Leistungen der Person sinken, die Arbeitsergebnisse werden schlechter und die Person sucht nach Ausreden dafür.
- Die Person hat Probleme in der Familie oder in der Partnerschaft.
- Entzugserscheinungen treten auf. Wenn die Person länger nicht online sein kann, wird sie gereizt, nervös, ängstlich oder depressiv.
- Die Person kann ihre Onlinenutzung nicht mehr kontrollieren. Versuche scheitern, das Internet seltener zu nutzen.
- Die Person versucht, ihre Onlinesucht zu verbergen, und sucht nach Notlügen und Ausflüchten für ihr Verhalten.
- Im fortgeschrittenen Stadium vernachlässigt sich die Person (Mangelernährung, Vernachlässigung der Körperhygiene).

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Kenntnisse über und eine Sensibilisierung für die Suchtgefahren, die von 4.0-Technologien und von intelligenter Software inklusive ihrer künstlichen Intelligenz (KI) ausgehen, bieten die **Chance**, sich bereits vor der Anschaffung mit den Gefahren auseinanderzusetzen. Ein besonderer Blick gilt dabei den Führungskräften und

Beschäftigten, die zu einem problematischen Suchtverhalten neigen beziehungsweise die – sofern bekannt – ein (psychisches) Suchtverhalten (zum Beispiel Onlinespielsucht, allgemeine Internetsucht)¹⁵ aufweisen oder in der Vergangenheit aufgewiesen haben. Ist ein problematisches Suchtverhalten zu erkennen, dann

kann der Umgang mit den 4.0-Technologien am Arbeitsplatz die **Gefahr** für eine weitere Suchtentwicklung oder einen Rückfall erhöhen. Die fehlende Auseinandersetzung mit digitaler Sucht kann die Gefahr bergen, dass problematisches Verhalten nicht oder zu spät erkannt wird.

▶ Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Auch um der möglichen Abhängigkeit von 4.0-Technologie und intelligenter Software (inkl. KI) vorzubeugen, sollte das Nutzungsverhalten

bewusst und kontrolliert gestaltet werden. Diese Maßnahmen umfassen beispielsweise:

- Sensibilisierung der Führungs-

kräfte, der Beschäftigten, des Betriebsrates beziehungsweise Personalrats über potenzielle Abhängigkeitsgefahren der Nutzung

¹³ vgl. te Wildt 2016; Schmidt-Rosengarten 2017

¹⁴ vgl. Bayerischer Rundfunk 2017; Universität Oldenburg 2015

¹⁵ Hasselmann et al. 2018, S. 254ff.

der 4.0-Technologien und Förderung der Medienkompetenz. Aufgeklärte Führungskräfte und Beschäftigte können bei sich selbst sowie bei Kollegen eher Symptome deuten und eingreifen. Außerbetriebliche Experten, wie zum Beispiel den Betriebsarzt, Facharzt, Suchtbeauftragten oder Präventionsberater der Krankenkassen hinzuziehen.

- Einbindung einer Ansprechperson für Suchtfragen: Sofern es im Betrieb keine spezifische (zur Verschwiegenheit verpflichtete)

Ansprechperson gibt, sollte eine Vertrauensperson gewählt und qualifiziert werden. In Arbeitsanweisungen sollten zeitliche Restriktionen, Erreichbarkeitsregeln und Kommunikationsregeln aufgenommen und vereinbart werden, beispielsweise wie lange darf wer das digitale Produkt nutzen?

- Überlegen, ob technische Lösungen wie inhaltliche Filter oder Zeitbegrenzungen bei der Nutzung hilfreich sein können.
- Die digitale Suchtprävention sollte

als ein Baustein zum betrieblichen Gesundheitsmanagement aufgenommen werden.

- Da Onlinesucht wie auch die „traditionelle“ Alkoholsucht oder Medikamentenabhängigkeit im Betrieb schwer zu lösen sind, sollte der Betrieb sich helfen lassen und Experten hinzuziehen (zum Beispiel Suchtberatungsstellen, Fachverband für Medienabhängigkeit, Caritas).

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Barth, V. (2016). *Sucht und Komorbidität*. (2. Aufl.). Landsberg am Lech: ecomed Medizin.

Bayerischer Rundfunk (2017). *Virtuelle Welten – Gefahren für die Psyche?* <http://www.ardmediathek.de/tv/Faszination-Wissen/Virtuelle-Welten-Gefahr-f%C3%BCr-die-Psyche/BR-Fernsehen/Video?bcastId=14912700&documentId=47797512>. Zugriffen: 20.01.2018.

Fachverband Sucht e.V. (2018). Stoffgebundene Suchtformen. <http://www.sucht.de/stoffgebundene-suchtformen.html>. Zugriffen: 25.01.2018.

Hasselmann, O., Meyn, C., Schröder, J., & Sareika, C. (2018). Gesundheit in der Arbeitswelt 4.0. In O. Cernavin, W. Schröder & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 231–268). Wiesbaden: Springer Verlag.

Hessische Landesstelle für Suchtfragen e.V. (2018). *Sucht in der Arbeitswelt*. <https://www.hls-online.org/arbeitsbereiche/suchthilfe/themenfelder/sucht-in-der-arbeitswelt/>. Zugriffen: 10.01.2018.

KEINE MACHT DEN DROGEN (2018). *Stoffgebundene und stoffungebundene Süchte*. <http://www.kmdd.de/info-pool-stoffgebundene-und-stoffungebundene-suechte.htm>. Zugriffen: 24.08.2018.

Lankau, R. (2015). Fragen Sie Alexa. Die Entmündigung des Individuums durch die Vermessung der Welt. In K.-H. Damer, T. Vogel, & H. Wehr (Hrsg.), *Zur Aktualität der Kritischen Theorie für die Pädagogik* (S. 277–297). Wiesbaden: Springer VS.

Markowitz, A. (2015). *Digitaler Burnout: warum unsere permanente Smartphone-Nutzung gefährlich ist*. München: Droemer Verlag.

Schmidt-Rosengarten, W. (2017). *Warum kümmert sich die HLS um das Thema virtuelle Realität?* <https://www.hls-online.org/aktuelle-meldungen/hls-cloud-conference-2017-virtual-reality-statements-von-herrn-schmidt-rosengarten-zum-thema-virtuelle-realitaet/>. Zugriffen: 29.01.2018.

te Wildt, B. (2016). ZDF Morgenmagazin vom 17.09.2016. <https://t3n.de/news/vr-dilemma-virtualreality-746741/>. Zugriffen: 29.01.2018.

Uchtenhagen, A. A. (2011). *Stoffgebundene versus stoffungebundene Süchte*. SuchtMagazin. 37 (3), S. 12–14.

Universität Oldenburg (2015). *Virtuelle Realität und Virtualisierung*. http://www.informatik.uni-oldenburg.de/~iug15/vr/technologien_probleme.html Zugriffen: 24.08.2018.

Vey, B. (2015). *Wenn die Selbstoptimierung zur Sucht wird*. <https://www.welt.de/gesundheit/article143441172/Wenn-die-Selbstoptimierung-zur-Sucht-wird.html>. Zugriffen: 20.02.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.4.2 Kompetenzen im Führungsprozess 4.0
- 1.4.3 Kompetenzen der Beschäftigten in 4.0-Prozessen
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.2.2 Smartphone, -watch, -glasses
- 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)
- 4.2.2 Gamification zur Mitarbeiterbindung und -motivation

4.1.6 Organisch-anorganische Integration von 4.0-Technologien (Cyborg)



■ **Stichwörter:** Datensicherheit, Mensch-Maschine-Symbiose, körperliche Integrität, Ethik

› Warum ist das Thema wichtig?

In Zeiten der Nutzung von intelligenter Software¹ mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) und cyber-physischer Systeme (CPS)² ist auch der Einsatz von Sensoren (zum Beispiel RFID-Chips) in den menschlichen Körper für betriebliche Zwecke möglich (Cyborg). Dies ist allerdings mit hohen Hürden verbunden (zum Beispiel Recht auf körperliche Unver-

sehrtheit und Selbstbestimmung,³ Datenschutz⁴). Dabei kann bei dieser Frage die Abhängigkeit eines Beschäftigten vom Betrieb von besonderer Bedeutung sein. Experten vermuten, dass ein deutsches Arbeitsgericht eine Zustimmung zur Implantation eines Chips nicht als freiwillig anerkennen wird.⁵ Zu erwarten ist, dass es zu dieser Frage eine Fülle von Gerichts-

verfahren geben wird. Da es aber bereits betriebliche Anwendungen in den USA und Schweden gibt,⁶ soll das Thema hier aufgegriffen werden, um einige Hintergrundinformationen zu vermitteln. Die Informationen sollen auch dazu anregen, die Frage zu reflektieren, ob in diesem Zusammenhang eine menschengerechte Arbeitsgestaltung überhaupt möglich ist.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Organisch-anorganische Integration von 4.0-Technologien (Cyborg)

Unter **organisch-anorganischer Integration** wird hier verstanden, dass spezifische 4.0-Technologie („Cyborg Technologies“) fest am und im Körper verankert ist und in der Regel

nicht ohne invasiven Eingriff an- und abgelegt werden kann. Hierzu gehört auch die Implantation von Komponenten mit Sensoren (zum Beispiel RFID-Chips), um körperliche und geistige Funktionen des Menschen durch 4.0-Technologie detaillierter erfassen zu können oder um Handlungen zu

beeinflussen (wie Identifikation bei Zugängen, Arbeitsmitteln oder Finanzgeschäften, Routenverfolgung). Lebewesen mit diesen Technologien werden als **Cyborgs** („Cybernetic Organism“) bezeichnet.

Die Mensch-Technik-Verbindung (organisch-anorganische Integration) kann dem Träger und Dritten Informationen geben und Fähigkeiten erweitern.⁷ Sofern organische Fehlfunktionen vorliegen, kann diese Technologie die bestehenden natürlichen Fähigkeiten wiederherstellen oder kompensieren (Rehabilitation). Diese Technologien ermöglichen beispielsweise auch eine Kommunikation zwischen Mensch und Technik über

eine Gehirn-Computer-Schnittstelle, das heißt, die Interaktion muss nicht mehr über den Umweg von Eingabegeräten oder Sprache erfolgen.

Beispiele für organisch-anorganische Integration sind unter anderem:

- In Fingerspitzen eingesetzte Magneten können durch Vibrationen elektromagnetische Felder spürbar machen.⁸
- Durch in den Händen injizierte RFID-Chips können technische Ge-

räte bedient werden.⁹

- Im und am Kopf getragene Antennen können per Sensor Lichtwellen erfassen, die an einen am Schädel befestigten Chip geleitet werden. Eine Software übersetzt diese in Töne, wodurch beispielsweise farbenblinde Menschen Farben wahrnehmen können.¹⁰
- Netzhautprothesen („bionische Augen“), bestehend aus einer Brille mit einer kleinen Kamera, einem

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Art. 2 GG

⁴ DSGVO

⁵ Schahinian 2018

⁶ Astheimer & Baltzer 2015

⁷ zum Beispiel Eyeborgs, mit deren Hilfe Farben in Töne umgewandelt werden (Beuth 2012)

⁸ Beuth 2012

⁹ Brooks 2017

¹⁰ Bös 2017

Mikrochip und Elektroden, die auf die Netzhaut implantiert werden, ermöglichen oder verbessern das Sehen.¹¹

- Cochlea-Implantate übertragen Audiosignale an die Hörnerven und verbessern so das Hörvermögen.¹²
- Durch Zungenpiercings und mit Sensoren ausgestattete Headsets können Rollstühle oder Computer bedient werden.¹³
- Ebenso können Muskelkontraktionen in Ohrmuscheln elektrische Signale auslösen und so Prothesen steuern.¹⁴
- Durch die Verbindung von Exoskeletten oder künstlichen Gliedmaßen mit dem menschlichen Gehirn können sich gelähmte Menschen gedankengesteuert wieder bewegen.¹⁵

Bei der organischen-anorganischen Integration geht es immer auch um grundlegende ethische Fragen, zum Beispiel:¹⁶

- Sind die angestrebten Ziele vertretbar und was bedeutet eine Verbesserung menschlicher Fähigkeiten?
- Sind die Ziele mit moralisch verträglichen Folgen erreichbar und welche Grenzen besitzt das „Verbessern“?
- Sind die Ziele mit moralisch verträglichen Mitteln erreichbar?
- Werden die Würde des Menschen, seine körperliche Unversehrtheit und seine individuelle Selbstbestimmung beeinträchtigt (Fremdsteuerung und Abhängigkeit, Wahrung der Identität)?
- Inwieweit ist es legitim, organisch-anorganische Integration für

medizinische Zwecke zu nutzen, wie etwa zur Diagnose, zu Therapie Zwecken oder zur Prävention (Heilen und Reparieren, Vorhersehen und Verbessern)?

Dabei gilt die ethische Forderung: Der Zweck heiligt nicht alle Mittel. Hier wäre ein gesellschaftlicher Diskurs hilfreich, der über Expertenkreise hinausgeht und der gesellschaftliche Werte definiert und vereinbart. Zum momentanen Zeitpunkt ist aus ethischen Gründen generell davon abzu sehen, im Betrieb und in Arbeitsprozessen die organisch-anorganische Integration zu nutzen. Ein Einsatz sollte nur aus medizinischen Gründen und Gründen der Inklusion in Betracht gezogen werden.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Momentan bieten sich **Chancen** der organisch-anorganischen Integration ausschließlich im Bereich der medizinischen Anwendung und der betrieblichen Inklusion.

Gefahren der organisch-anorganischen Integration ergeben sich aufgrund der oben beschriebenen grund-

legenden ethischen Aspekte. Dazu kommt, dass die Auswirkungen der organisch-anorganischen Integration auf die Psyche und die Physis des Menschen nicht ausreichend bekannt sind. Schließlich ist auch der rechtliche Rahmen für den Einsatz dieser Technologien im Betrieb nicht geklärt. Implan-

tate (mit Softwaresteuerung) können gehackt und manipuliert werden und dadurch kann die betroffene Person erheblich beeinträchtigt werden; auch grundlegende Aspekte der Datensicherheit und des Datenschutzes können verletzt werden.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Die Implantation von Komponenten ist ein Eingriff in den Körper und insofern den Unternehmen untersagt.

Allerdings steigt die Anzahl der Menschen, die 4.0-Technologien in ihren Körpern integrieren.¹⁷ Für diese Personen gilt, dass bei der privaten Nutzung

von Chips im Körper schutzwürdige und sensible Daten Dritter nicht verletzt werden dürfen – zum Beispiel des Betriebes, von Kunden und Patienten.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- | | | |
|--|--|---|
| <p>Astheimer, S., & Baltzer, S. (2015). <i>Türen öffnen, Kopierer starten. – Schwedische Arbeitnehmer lassen sich Chip implantieren – freiwillig</i>. http://www.faz.net/aktuell/beruf-chance/beruf/rfid-chip-bueroangestellte-schweden-13438675.html. Zugegriffen: 20.10.2018.</p> <p>Barfield, W., & Williams, A. (2017). <i>Cy-</i></p> | <p><i>borgs and Enhancement Technology</i>. <i>Philosophies</i>, 2 (4), S. 1–18.</p> <p>Becker, M. (2017). <i>Arbeit – Beschäftigung – Bildung in der Verwaltung 4.0</i>. 22. <i>Europäischer Verwaltungskongress 2017</i>. Bremen.</p> <p>Beuth, P. (2015). <i>So viel Cyborg sind wir schon</i>. <i>Zeit Online</i>. https://www.zeit.de/wissen/2015-03/neue-technologie-sxsw-bionik-cyborgs. Zugegriffen: 14.12.2018.</p> | <p>Beuth, P. (2012). <i>Wie aus Menschen Cyborgs werden</i>. http://www.zeit.de/digital/internet/2012-08/cyborg-neil-harbisson-biohacking-campus-party/komplettansicht. Zugegriffen: 06.02.2018.</p> <p>Biokon (2018). <i>Bionisches Auge lässt</i></p> |
|--|--|---|

¹¹ Biokon 2018

¹² Cochlea 2018

¹³ Spiegel Online 2013

¹⁴ Scinexx.de 2011

¹⁵ WIRED 2018; Barfield & Williams 2017, S. 2

¹⁶ Grunwald & Hartlieb 2012; Honnefelder 2009; Mieth 2009, S. 98

¹⁷ vgl. Beuth 2015; ntv 2017

- Blinde wieder sehen.* <http://www.biokon.de/news-uebersicht/bionisches-auge-laesst-blinde-wieder-sehen/> Zugriffen: 06.02.2018.
- Bös, N. (2017). *Interview mit einem Cyborg.* <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/me-convention-2017/interview-mit-einem-cyborg-ich-wurde-gehackt-und-es-war-gut-15201947.html>. Zugriffen: 06.02.2018.
- Brooks, J. (2017). *Firma implantiert Mitarbeitern Mikrochips.* <http://www.spiegel.de/karriere/schweden-cyborg-firma-implantiert-mitarbeitern-mikrochips-a-1141826.html>. Zugriffen: 06. Feb.2018.
- Cochlea (2018). *Cochlea-Implantate.* <http://www.cochlear.com/wps/wcm/connect/de/startseite/hoeren-und-hoerverlust/hoeren-und-hoerverlust/behandlungsmoeglichkeiten/cochlea-implantate>. Zugriffen: 06.02.2018.
- DSGVO – *Datenschutz-Grundverordnung*, 04.05.2016.
- GG – *Grundgesetz*, 13.07.2017.
- Grunwald, A., & Hartlieb, J. (2012). *Ist Technik die Zukunft der menschlichen Natur?* Hannover: Wehrhahn Verlag.
- Honfelder, L. (2009). Die ethische Dimension moderner Hirnforschung. In Deutscher Ethikrat (Hrsg.), *Der steuerbare Mensch – Über Einblicke und Eingriffe in unser Gehirn* (S. 83–96). Berlin: Deutscher Ethikrat.
- Krempl, S. (2013). *Die ersten deutschen Cyborgs sind da.* <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Die-ersten-deutschen-Cyborgs-sind-da-2066047.html>. Zugriffen: 06.02.2018.
- Mieth, D. (2009). Der (gehirnlich) steuerbare Mensch – Ethische Aspekte. In Deutscher Ethikrat (Hrsg.), *Der steuerbare Mensch – Über Einblicke und Eingriffe in unser Gehirn* (S. 97–106). Berlin: Deutscher Ethikrat.
- ntv (2017). *4000 Cyborgs in Deutschland.* <https://www.n-tv.de/media/theke/videos/panorama/Der-Mensch-wird-zum-digitalen-Weisen-article20158308.html>. Zugriffen: 14.12.2018.
- Scinexx.de (2011). *Bald Rollstuhlsteuerung per Ohrwackeln?* <http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-13393-2011-05-09.html>. Zugriffen: 06.02.2018.
- Schahinian, D. (2018). *Dieser Chip geht unter die Haut.* www.cebit.de/de/use-trends/news/dieser-chip-geht-unter-die-haut-16897. Zugriffen: 20.09.2018.
- Spiegel Online (2013). *Zungenpiercing für die Rollstuhl-Steuerung.* <http://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/querschnittslaehmung-rollstuhl-steuern-mit-zungenpiercing-a-936082.html>. Zugriffen: 06.02.2018.
- WIRED (2018). *Ein gedankengesteuertes Exoskelett könnte gelähmten Menschen helfen.* <https://www.wired.de/video/science/ein-gedankengesteuertes-exoskelett-koennte-gelaehmten-menschen-helfen>. Zugriffen: 06.02.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.2 Autonomie der Systeme
- 1.1.3 Unternehmensethik und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.1.4 Ethische Werte für die intelligente Software (inkl. KI)

4.2.1 Gesundheits-Apps – Wirkung und Qualitätskriterien



■ **Stichwörter:** Gebrauchstauglichkeit, Personaleinsatz, Tracking, Vitaldaten

> Warum ist das Thema wichtig?

Gesundheits-Apps ermöglichen es, gesundheitsbezogene Daten zu erfassen, zu speichern, in cyber-physische Systeme¹ zu integrieren und für die Gestaltung von Arbeitsprozessen zu nutzen. Durch intelligente Software² mit

ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) kann beispielsweise eine digitale Vernetzung zwischen Daten aus Gesundheits-Apps und den Daten der Arbeitsmittel und -prozesse erfolgen.

Damit erhält der Betrieb Informa-

tionen über den Gesundheitszustand der Beschäftigten beinahe in Echtzeit in 4.0-Prozessen.³ In diesem Kontext ist der Schutz von und der Umgang mit personenbezogenen Daten zu berücksichtigen und zu vereinbaren.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Gesundheits-Apps

Unter Gesundheits-Apps werden im Folgenden Apps verstanden, die Gesundheitsdaten der Beschäftigten speichern, verarbeiten und auswerten. Diese Gesundheitsdaten werden in der Regel durch Sensoren erfasst. Diese liefern beispielsweise Daten über Herzfrequenz und Puls, Schritte, sportliche Aktivitäten, Ernährung,

Schlaf, Suchtverhalten, Medikamenteneinnahme, spezielle Krankheiten, Hautfeuchte und -temperatur, Zyklus, Gewicht, Bewegungsabläufe, Körper-/Sitzhaltung. Diese Sensoren können unter anderem in Fitnessarmbändern, Smartphones, Arbeitsmitteln, Freizeitgeräten, Bekleidung oder Exoskeletten integriert sein. Viele Gesundheits-Apps bieten zusätzlich die

Möglichkeit, Daten manuell zu erfassen. Die Gesundheits-Apps können auf Basis der erhobenen Daten beinahe in Echtzeit Hinweise zur physischen und psychischen Belastung der Beschäftigten sowie zu ihrem Gesundheitszustand und zum gesundheitsgerechten Verhalten geben.

Gesundheits-Apps liefern Informationen zum physischen und psychischen Zustand von Beschäftigten. Aus diesen Daten lassen sich theoretisch auch Rückschlüsse auf psychische Beanspruchungen ziehen, was jedoch beim Einsatz im Arbeitsleben angesichts multifaktorieller Einflüsse, schwieriger Messbarkeit und datenschutzrechtlicher Erwägungen kompliziert ist. Diese Daten können vom Betrieb genutzt werden, um den Personaleinsatz gesundheitsgerecht zu gestalten. Ein gesundheitsgerecht gestalteter Personaleinsatz zielt ei-

nerseits darauf ab, beispielsweise Über- und Unterforderung durch Belastungswechsel zu vermeiden oder Trainingsmaßnahmen zu empfehlen. Auf der anderen Seite können diese Daten aber auch zuungunsten der Beschäftigten eingesetzt werden, indem beispielsweise ihr Gesundheitsverhalten überwacht und gegebenenfalls sanktioniert wird. Aus diesem Grund ist eine genaue Vereinbarung über den Umgang mit personenbezogenen Daten der Gesundheits-Apps unerlässlich. Der betriebliche Umgang mit personenbezogenen Daten zur Ge-

sundheit der Beschäftigten, zu Nutzerprofilen, zum Bewegungsverhalten oder zum Nutzungsverhalten von Arbeitsmitteln erfordert die Akzeptanz der Belegschaft durch frühzeitige Partizipation, Transparenz und Maßnahmen zur Vertrauensbildung (und sind in Betrieben mit Interessenvertretung mitbestimmungspflichtig).

Die folgenden Qualitätskriterien sind hilfreich, um die vielfältigen Angebote auf dem Markt der Gesundheits-Apps für den Einsatz in betrieblichen 4.0-Prozessen beurteilen zu können.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

² Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

³ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

Qualitätskriterien für Gesundheits-Apps

Zur Bewertung einer qualitativ hochwertigen App können die internationale Norm für Qualitätskriterien des Software-Engineerings⁴ sowie die DGUV Information 215-450⁵ zur Softwareergonomie verwendet werden. Im Folgenden werden auf dieser Grundlage einige wichtige Kriterien erläutert sowie durch weitere Anforderungen an Gesundheits-Apps ergänzt.⁶

- **Funktionalität:** Die Funktionalität der Gesundheits-App ist für einen Benutzer gegeben, wenn sie die von ihm festgelegten Benutzerziele und Aufgaben berücksichtigt sowie korrekt umsetzt und somit brauchbare Ergebnisse mit der benötigten Präzision geliefert werden. Die Informationen, die durch die App vermittelt werden, müssen korrekt sein und den rechtlichen Mindeststandards entsprechen.
- **Effizienz:** Die eingebrachten Mittel und der Ressourcenaufwand sollten im Verhältnis zur erbrachten Leistung der Gesundheits-App stehen.
- **Kompatibilität:** Die Gesundheits-App sollte kompatibel mit der intelligenten Software (inkl. KI) sein, die im Betrieb und in den 4.0-Prozessen verwendet wird. Die App erfüllt ihre Funktion effizient und ohne nachteilige Auswirkungen auf die CPS (wie Verlangsamung des Systems, Fehlfunktionen), in die sie eingebunden ist.

- **Gebrauchstauglichkeit:** Die Gesundheits-App kann im betrieblichen Nutzungskontext genutzt werden, um die festgelegten Ziele und Aufgaben effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen. Der Nutzer kann schnell erkennen, ob die Anwendung für die Benutzerziele geeignet ist. Die App ist komfortabel und praktisch bedienbar beziehungsweise der Umgang mit ihr ist leicht zu erlernen; es sollte ein Benutzerfehlerschutz für eventuelle Fehlbedienungen vorhanden sein. Die Gesundheits-App erlaubt die Nutzung für Personen mit verschiedenen Eigenschaften und Fähigkeiten.
- **Verlässlichkeit:** Die Gesundheits-App erfüllt die in der Produktbeschreibung angegebenen Funktionen und Leistungen zuverlässig. Falls Unterbrechungen vorgekommen werden müssen oder Störungen auftreten, sind Daten wiederherstellbar.
- **Datenschutz:** Die Gesundheits-App schützt die erfassten personenbezogenen Daten, sodass nur berechtigte Personen beziehungsweise Systeme Zugriff erhalten.
- **Datensicherheit:** Eine Datenmanipulation ist ausgeschlossen und somit die Integrität der Daten gewährleistet. Eventuelle Zugriffe auf die Daten sowie deren Veränderung müssen in der App nachvollziehbar sein.
- **Wartbarkeit:** Die Wartung und

Pflege der Gesundheits-App mit dem Ziel der kontinuierlichen Erbringung des Dienstes sollte ohne Einschränkung der Funktionalität durchführbar sein.

- **Portabilität:** Die Gesundheits-App sollte auf unterschiedlichen Geräten, mit unterschiedlicher technischer Ausstattung und Betriebssystemversionen funktionsfähig sein. Somit ist die Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Nutzungsumgebungen gewährleistet.
- **Nutzersicherheit:** Die Sicherheit und Gesundheit der Nutzer sowie der Schutz der körperlichen Integrität werden zu jedem Zeitpunkt gewährleistet. Die App sollte entsprechende Schutzmechanismen sowie gegebenenfalls Alarm- und Benachrichtigungsfunktionen besitzen.
- **Rechtskonformität:** Die Gesundheits-App berücksichtigt die im Einsatzland geltenden Rechtsvorschriften.
- **Transparenz:** Informationen zur Umsetzung der oben aufgelisteten Kriterien sollten in der Gesundheits-App abrufbar sein. Gegebenenfalls sind Informationen vom Hersteller einzuholen. Die App-Beschreibung stimmt mit dem Funktionsumfang überein. Sollte die App selbstlernende Elemente besitzen, sind die grundlegenden Kriterien, nach denen die App lernt, in der Beschreibung aufgeführt.

› Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Die Verwendung von Gesundheits-Apps in 4.0-Prozessen enthält Chancen und Gefahren:⁷

Chancen sind zum Beispiel:

- Gesundheits-Apps können Informationen zu einem gesundheitsgerecht gestalteten Personaleinsatz liefern.
- Durch die Einbindung der Gesundheits-App-Daten in 4.0-Prozesse kann die Wirksamkeit von Maßnahmen einer gesundheitsgerechten Arbeitsgestaltung beinahe in Echt-

zeit kontrolliert werden – die Datenqualität und Wirkung multifaktorieller Einflüsse können hier jedoch problematisch sein.

- Gesundheits-Apps können den individuell angepassten betrieblichen Einsatz von gesundheitlich beeinträchtigten oder leistungsgewandelten Beschäftigten ermöglichen, zum Beispiel bei Diabetes, Bluthochdruck, Allergien (vom Betriebsarzt/Hausarzt benannte Einschränkungen berücksichtigen).

Die Nutzung von Gesundheits-Apps kann Beschäftigten den Umgang mit gesundheitlichen Beschwerden im (Arbeits-)Alltag erleichtern, beispielsweise durch präventive Hinweise bei Rückenbeschwerden, Herz-Kreislauf-Problemen (vom Betriebsarzt/Hausarzt benannte Einschränkungen berücksichtigen).

- Gesundheits-Apps können zu einem gesundheitsbewussten Verhalten im Betrieb beitragen, zum

⁴ DIN ISO/ICE 25000, 2013

⁵ DGUV Information 215-450, 2016

⁶ Brönnert et al. 2016

⁷ vgl. u. a. Albrecht 2016; Hartz et al. 2016

Beispiel Hinweise zu Bewegung, Ernährung, Erholungszeiten.

Gefahren sind zum Beispiel:

- Gesundheits-Apps können den Eindruck erwecken, die psychische Gesundheit/Verfassung von Beschäftigten (beinahe in Echtzeit) valide erfassen und bewerten sowie daraus gegebenenfalls Handlungsempfehlungen für die Tätigkeit der betroffenen Person ableiten zu können, was – insbesondere mit Blick auf multifaktorielle Einflüsse während und außerhalb der Arbeit – kaum darstellbar und datenschutzrechtlich diskussionswürdig ist.
- Gesundheits-Apps können zum Missbrauch personenbezogener Daten durch (bewusste oder unbewusste) Freigabe und automatische Erfassung von persönlichen Vitaldaten führen.
- Eine fehlerhafte oder ungenaue Datenerfassung und -verarbeitung der Gesundheits-Apps kann zu falschen Schlussfolgerungen und Entscheidungen führen (zum Beispiel ungenaue, nicht verlässliche Werte über körperliche Reaktionen und Zustände).
- Mangelnde Benutzerfreundlichkeit und schlechte Softwareergonomie der Gesundheits-Apps können zu Belastungen führen.
- Gesundheits-Apps, die Personenvergleiche oder -bewertungen anhand von Gesundheitsdaten und Wettbewerben ermöglichen, können zu Überlastung und Ausgrenzung durch Konkurrenzsituationen, Diskriminierung oder Isolation einzelner Beschäftigter führen.
- Gesundheits-Apps können zur Überlastung durch falschen Ehrgeiz beitragen (zum Beispiel Erreichen von Gesundheitskennzahlen).
- Verlust von reflektierter Gesundheitskompetenz durch Verlassen auf Vorgaben der Gesundheits-App; das kann zur Verantwortungsabgabe an die App führen.
- Es kann ein falsches Gefühl von Sicherheit über den eigenen Gesundheitszustand entstehen, sodass Vorsorgeuntersuchungen nicht wahrgenommen werden, weil die Gesundheits-App suggeriert, es sei alles in Ordnung.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Beim Einsatz einer Gesundheits-App sollten beispielsweise folgende Maßnahmen berücksichtigt werden:

Vorbereitung des Einsatzes

Die Führungskräfte legen genaue Ziele des Einsatzes der Gesundheits-App fest und welche Aufgaben damit umgesetzt werden sollen. Dabei wägen sie ab, welche Vor- und Nachteile der Einsatz bringt.

- Der Betrieb verschafft sich einen Überblick, welche Angebote es zu bestehenden Gesundheits-Apps gibt und welche Möglichkeiten diese bieten. Gemeinsam mit einem IT-Experten sollten die Einsatzmöglichkeiten und die Kompatibilität der Apps mit den bestehenden Software 4.0-Anwendungen überprüft werden. Auch sollte überprüft werden, ob softwaretechnische Anpassungen erforderlich sind oder ob es eventuell passender ist, die Gesundheits-App selbst programmieren zu lassen.
- Ein Konzept für eine Gesundheits-App erstellen, in dem die Ziele, die Aufgaben der App und die konkrete Anwendung sowie die Art der Integration in den Arbeitsprozess ersichtlich sind.

- Das Konzept mit den Beschäftigten (und falls vorhanden mit dem Betriebs-/Personalrat) abstimmen, um ihre Erfahrungen einbinden zu können und ihre Akzeptanz für den Einsatz der Gesundheits-App sicherzustellen.
- Mit der Fachkraft für Arbeitssicherheit und dem Betriebsarzt abstimmen, welche Anforderungen an eine sichere und gesundheitsgerechte Gestaltung für den Einsatz der Gesundheits-App zu beachten sind.
- Vom Hersteller/Anbieter erfragen, welche Daten die Gesundheits-App erfasst, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer Zugriff auf die Daten hat. Auch kurze und verständliche Informationen darüber einfordern, um Führungskräfte und Beschäftigte angemessen informieren zu können. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*
- Ein abschließendes Konzept für die vorgesehene Gesundheits-App erstellen, in dem die Ziele, die Aufgaben der Gesundheits-App, die konkrete Anwendung im Arbeitsprozess, die Anforderungen an Kompatibilität mit den bestehen-

den CPS sowie die Qualitätskriterien an die App festgelegt sind, inklusive der Anforderungen an den personenbezogenen Datenschutz und die Datensicherheit.

- Das Konzept mit Angeboten/Herstellern abstimmen (gegebenenfalls ein Lastenheft erstellen) und sich für eine Lösung entscheiden.

Planung und Organisation des Einsatzes

- Mit den Führungskräften und Beschäftigten vereinbaren, wie die Gesundheits-App in die Prozesse eingebunden wird, wie mit ihr umgegangen wird und wie die personenbezogenen Daten geschützt werden.
- Eine Gefährdungsbeurteilung durchführen, in der potenzielle Gefährdungen durch den Einsatz der Gesundheits-App ermittelt, die Risiken eingeschätzt und entsprechende Schutzmaßnahmen geplant werden.
- Arbeitsanweisungen verfassen, wie mit der Gesundheits-App im Arbeitsprozess umgegangen werden soll.
- Führungskräfte und Beschäftigte über den sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit der

Gesundheits-App informieren und unterweisen sowie gegebenenfalls den Einsatz trainieren.

- Führungskräfte und Beschäftigte sollten auch wissen, welche Datenquellen (wie Arbeitsmittel, Persön-

liche Schutzausrüstung) welche Gesundheitsdaten erfassen, wo diese gespeichert werden und was genau mit den Daten geschieht (wofür sie verwendet werden).

- Zu empfehlen ist eine Pilotpha-

se, in der in einem begrenzten Betriebsbereich erste Erfahrungen mit dem Einsatz der Gesundheits-App gemacht und Probleme sowie Schwachstellen identifiziert werden können.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

Albrecht, U.-V. (2016). *Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps (CHARISMHA)*. Medizinische Hochschule Hannover.

Brönnner, M., Meister, S., Breil, B., & Albrecht, U.-V. (2016). Orientierung für Hersteller von Gesundheits-Apps. In Albrecht, U.-V. (Hrsg.), *Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps (CHARISMHA)* S. 320–340. Medizinische Hochschule Hannover. gbv:084-

16040812106. <http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=60022>. Zugegriffen: 12.04.2018.

DGUV Information 215-450 (2016): *Softwareergonomie*, Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV).

DIN ISO/ICE 25000 (2013): „*Software-Engineering – Qualitätskriterien und Bewertung von Softwareprodukten (SQuaRE) – Leitfaden für SQuaRE*“, Berlin:

Beuth Verlag.

Hartz, T., von Jan, U., & Albrecht, U.-V. (2016). Orientierung für professionelle Anwender von Gesundheits-Apps. In: Albrecht, U.-V. (Hrsg.), *Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps (CHARISMHA)* S. 302–319. Medizinische Hochschule Hannover. gbv:084-16040812073. <http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=60021>. Zugegriffen: 12.04.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen

- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)

- 4.2.2 Gamification zur Mitarbeiterbindung und -motivation

4.2.2 Gamification zur Mitarbeiterbindung und -motivation



■ **Stichwörter:** User Experience, Usability, intrinsische Motivation

> Warum ist das Thema wichtig?

Gamification ermöglicht durch die Einbindung in intelligente Software¹ und cyber-physische Systeme (CPS)² neue Formen zur Informationsvermittlung, für Trainings und zur Simulation neuer Prozesse. Gleichzeitig eröffnet die intelligente Software mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) Möglichkeiten für die Integration von Gamification-Elementen

in den betrieblichen Alltag. Dadurch können Wissensvermittlung oder auch einzelne Arbeitsprozesse und Tätigkeiten abwechslungsreicher gestaltet und komplexe Strukturen erfassbarer gemacht werden.³ Die Einbindung spielerischer Elemente kann die Motivation, das Engagement und die Arbeitsfreude der Führungskräfte und Beschäftigten erhöhen sowie

ihre Verbundenheit zum Arbeitgeber stärken – wichtige Faktoren, die die Leistungsfähigkeit von Unternehmen beeinflussen. Beim Einsatz von Gamification ist auf den rechtskonformen Umgang mit personenbezogenen Daten zu achten und die Akzeptanz der Führungskräfte und Beschäftigten ist zu berücksichtigen.

> Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Gamification

Gamification wird hier als die Anwendung einzelner Spielprinzipien in spielfremden Umgebungen, zum Beispiel im Unternehmensumfeld, verstanden („Enterprise Gamification“⁴).⁵ Im Fokus steht bei diesem Konzept, die intrinsische Motivation der Führungskräfte und Beschäftigten durch die Verwendung spieltypischer Elemente gezielt zu aktivieren.⁶ Dabei können Wettbewerbselemente

zum Einsatz kommen, etwa das Sammeln von virtuellen Punkten oder Auszeichnungen (Badges). Prinzipiell können Unternehmen Gamification-Elemente im gesamten Wertschöpfungsprozess einbinden, etwa zum Training von neuen Arbeitsprozessen (auch in 4.0-Prozessen⁷), zur Unterweisung zum Umgang mit Arbeitsmitteln (wie 4.0-Technologien⁸), zum Bedienen von Drohnen und technischen Assistenzsystemen und zur Unterstüt-

zung eines gesundheitsförderlichen Arbeitsstils.

Gamification kann nach ihren Einsatzgebieten unterschieden werden:

- in der Arbeitsvorbereitung zur Wissensvermittlung, Qualifikation und für Trainings sowie
- im Arbeitsprozess zum Lernen und zur Wissensvermittlung, zur Motivations- und Leistungssteigerung.

Gamification soll über spielerische Elemente und Belohnungen etwa für bestimmte Aktivitäten und Leistungen oder Fortschrittsanzeigen für erfüllte Aufgaben als Statusanzeige das intrinsische Bestreben verstärken, Herausforderungen zu meistern oder

bestimmte Fähigkeiten zu erlangen. Auf diese Weise soll letztendlich die Ich-Beteiligung (das Involvement) der Anwender gegenüber ihren Aufgaben und dem Unternehmen erhöht werden. Möglich sind bei diesen Systemen auch extrinsische Anreize, wie etwa die Ver-

knüpfung mit einem Bonussystem.⁹ Bei Bonussystemen sollte berücksichtigt werden, dass viele derartige Systeme primär quantifizierte Muster liefern, die die Realität und die tatsächlichen Leistungen nicht verlässlich wiedergeben und nur verzerrende Ergebnisse liefern.

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ Niesenhaus 2016

⁴ Stieglitz 2017, S. 4

⁵ vgl. Deterding et al. 2011; Schmidt 2014, S. 28f.; Stieglitz 2017, S. 3

⁶ Stieglitz 2017, S. 4f.

⁷ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

⁸ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁹ vgl. Stieglitz 2017, S. 5; Blohm & Leimeister 2013, S. 3

Wesentliches Element von Gamification-Konzepten ist das Feedback, zum Beispiel in Form von Punkten, Auszeichnungen oder Fortschrittsanzeigen. Diese dienen sowohl zur Aufrechterhaltung der Motivation als auch als Messinstrument der Handlungen und sind in visueller oder akustischer Form abrufbar. Ein weiteres zentrales Element des Gamification-Konzeptes ist die spielerische Herausforderung zur Lösung einer Arbeitsaufgabe. Die Ziele bestehen darin, in den Spielelementen ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Über- und Unterforderung zu erreichen. Überforderung birgt die Gefahr der Frustration, Unterforderung birgt die Gefahr der Langeweile.

Die Einsatzgebiete von Gamification-Elementen sind vielfältig. So können beispielsweise Beschäftigte bei komplizierten Schraubtätigkeiten im Training versuchen, eine möglichst hohe Präzision des Arbeitsablaufes zu erzielen. Optische Sensoren überprüfen die erzielte Genauigkeit der zusammengefügtten Werkstücke und geben (visualisiert) Rückmeldung. Bei Zielerreichung folgt positives Feedback, bei Nicht-Erreichen können über ein Display Handlungsempfehlungen zur Verbesserung gegeben werden.¹⁰

Gamification kann auch leistungseingeschränkte Beschäftigte bei Montagetätigkeiten unterstützen. Hier wird auf einem Display der Prototyp

des Produktes simuliert und zugleich in einer anderen Farbe die durch Sensoren erfasste Handhabung der realen Komponenten projiziert (im Sinne eines „Projektions-Tetris“¹¹). Die Farben geben unmittelbare Rückmeldung über eine korrekte oder fehlerhafte Umsetzung. Fehlerfreie Montagen werden beispielsweise durch Punkte belohnt.¹²

Im Personalwesen können Simulationsspiele (Serious Games) eingesetzt werden, um die Aus- und Fortbildung von Führungskräften und Beschäftigten zu unterstützen. Anwender können beispielsweise die Rolle einer virtuellen Führungskraft übernehmen, die durch geeignete Maßnahmen, wie zum Beispiel die Einhaltung von Lieferzeiten, der Sicherheit der Anlagen, die Einhaltung des Arbeitsschutzes, das Energiemanagement und die Mitarbeiterzufriedenheit, die Produktivität, Effizienz und Nachhaltigkeit der Arbeitsabläufe optimiert. Eine Kunstfigur, die im Spiel bereits eine Auszeichnung gewonnen hat, unterstützt mit ihrem Wissen zu spezifischen Themen bei der Umsetzung.¹³

Während frühere computerbasierte Gamification-Ansätze starr programmiert werden mussten, können durch intelligente Software (inkl. KI) Spielelemente dynamisch auf die individuellen und aktuellen Bedarfe der Personen oder des Betriebes angepasst werden. Durch CPS gibt es über

integrierte Sensoren mehr Möglichkeiten, reale Arbeitsprozesse in Echtzeit abzubilden und zu Trainings- oder Motivationszwecken mit Gamification-Elementen zu verbinden. Gleichzeitig lassen sich im Spielprozess personenbezogene Daten zu Lern- und Arbeitsprozessen erheben und können zur Kontrolle, Bewertung, Profilbildung und zu Vergleichszwecken genutzt werden. Der Umgang mit den personenbezogenen Daten ist mit den Führungskräften und Beschäftigten zu regeln und zu vereinbaren. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen und 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen in 4.0-Prozessen.*

Ist der Datenschutz geregelt, können Spielergebnisse beispielsweise dafür genutzt werden, Führungskräfte und Beschäftigte zu motivieren, sich die für eine Arbeitstätigkeit erforderliche Qualifikation anzueignen. Durch die Integration von Spielelementen in CPS sowie die Nutzung technischer Assistenzsysteme, wie Datenbrillen und Virtual sowie Augmented Reality, lassen sich neue Lernformen realisieren. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.4.5 Lernformen 4.0.*

Bei dem Einsatz von Gamification-Elementen ist zu berücksichtigen, dass bei „online-gefährdeten“ Führungskräften und Beschäftigten die Spielelemente die Onlinesucht weiter negativ beeinflussen können. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 4.1.5 Digitale Sucht.*

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Chancen durch Gamification im Arbeitsprozess können unter anderem sein:

- In Verbindung mit virtueller Realität lassen sich Tätigkeiten (insbesondere monotone, routinierte oder ermüdende Tätigkeiten) mit spielerischen Elementen verbinden und so für die Führungskräfte und Beschäftigten aufwerten und die Qualität verbessern.¹⁴
- Die Leistungsbereitschaft und -fähigkeit von Führungskräften und

Beschäftigten können sich erhöhen.

- Durch Wettbewerbselemente können Führungskräfte und Beschäftigte motiviert werden, sich Wissen anzueignen und Wissen auszutauschen.
- Das Arbeitsklima, Unternehmensimage und die Arbeitgebermarke können sich verbessern.
- Das Wissen zu Arbeitsaufgaben kann motivierend und spannend vermittelt werden.

- Mittels verschiedener Spielsituationen können persönliche Eigenschaften, wie zum Beispiel für eine Arbeitsaufgabe erforderliche Fähigkeiten, besser erfasst und gefördert werden.

Die Einbindung spielerischer Elemente im Unternehmenskontext birgt ebenso **Gefahren**:

- Leistungen sind jederzeit quantifizierbar und nachvollziehbar.
- Die Tätigkeit kann als zusätzlicher

¹⁰ Niesenhaus 2016

¹¹ Korn 2012

¹² Korn et al. 2013, S. 4f.

¹³ Koller 2011

¹⁴ Stiftung Digitale Spielekultur 2014

Leistungsdruck empfunden werden, da das Erreichen etwa von Kennzahlen, Scores, Status psychischen Druck erzeugen kann.

- Spielelemente werden individuell unterschiedlich wahrgenommen. Während einige Führungskräfte und Beschäftigte eine wettbewerbsähnliche, spielerische Arbeitssituation positiv aufnehmen, kann es andere demotivieren. Das kann insbesondere dann der Fall sein, wenn sich

Führungskräfte und Beschäftigte als „Verlierer“ wahrnehmen.

- Es besteht die Gefahr des Mobings und der Ausgrenzung, wenn Führungskräfte und Beschäftigte die Erwartungen des Teams nicht erreichen.
- Die Neuigkeitskraft bei Gamification-Designs kann sich abnutzen. Die spielerischen Elemente verlieren an Besonderheit, wenn sich Normalität einstellt.

- In einzelnen Bereichen, zum Beispiel bei Simulationsspielen, kann Suchtgefahr bestehen.

- Es kann sich Misstrauen gegen Spielsituationen entwickeln, da unklar ist, welche Daten erhoben werden.

- Es können personenbezogene Daten aus Spielen zur nicht abgestimmten Verhaltens- und Leistungskontrolle missbraucht werden.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Bei der Nutzung von Gamification sollte unter anderem Folgendes beachtet werden:

- Prüfen, ob die Einbindung von Gamification-Elementen in bestehende Informations- und Wissensvermittlungskontexte möglich, sinnvoll und hilfreich ist. Festlegen, in welchen Bereichen begonnen werden soll.
- Ein Konzept entwickeln, das unter anderem folgende Aspekte enthalten sollte:
 - › Lernziele des Gamifikation-Tools-Einsatzes
 - › Lerninhalte des Gamification-Tools
 - › Auf welche Arbeitssituationen es sich beziehen soll (zum Beispiel eher monotone, kreative oder flexible Tätigkeiten)
 - › Aspekte des sicheren und gesunden Arbeitens bei der Informationsvermittlung
 - › Anforderungen an die Lernmethode und die Einsatzbedingungen – zum Beispiel Feedback, Interaktivität, Länge der Einheiten, Ort des Einsatzes
 - › Art der Überprüfung der Zielerreichung – zum Beispiel anhand von Kennzahlen vor und nach der Einführung des Konzeptes, Kriterien für Lernerfolgskontrolle
 - › Anforderungen an die Individualisierbarkeit der Gamification-Elemente festlegen. Dabei auch festlegen, wie das Gamification-Tool mit den bestehenden CPS verbunden werden kann.

- › Festlegen, wie lange die spielerischen Elemente genutzt werden beziehungsweise wann sie verändert werden, da sich die spielerischen Elemente abnutzen.

- Kriterien der Erfassung, Verarbeitung, Analyse der personenbezogenen Daten sowie des Datenschutzes festlegen – beispielsweise: Wer erfasst die Daten? Wer hat Zugriff auf die Daten? In welchem Land werden die Daten abgelegt? Wie lange werden die Daten gespeichert? Wofür werden die Daten noch verwendet?

- Überlegen, wie Daten auf den verwendeten autonomen technischen Systemen (CPS) im Betrieb für das Gamification-Tool genutzt werden können.

- Auf dieser Grundlage von Experten beraten lassen – zum Beispiel aus dem Bereich IT oder Game Design.¹⁵ Dabei auch klären, ob es fertige Tools gibt oder ob es sinnvoller ist, eigene Anwendungen programmieren zu lassen.

- Sich von Gamification-Dienstleistern beraten und beschreiben lassen, welche Möglichkeiten und Lösungen diese für die geplante Anwendung vorschlagen und anbieten.

- Wirtschaftliche Fragen klären, wie zum Beispiel: Wie lässt sich die Anwendung in bestehende Abläufe integrieren? Welche positiven und negativen Auswirkungen hat das? Welcher Aufwand ist für das Erlernen

des Umgangs mit dem System erforderlich? Wie ist die Akzeptanz von Führungskräften und Beschäftigten? Gegebenenfalls prüfen, ob durch Kooperationen mit anderen Unternehmen oder (Fach-)Hochschulen Designs konzipiert werden können.

- Technische Fragen klären, wie zum Beispiel: Sind die vorliegenden technischen Voraussetzungen kompatibel mit der einzubindenden Technik? Bietet die technische Infrastruktur genügend Speicherkapazität für das zusätzlich benötigte Datenvolumen? Sind Assistenzsysteme erforderlich und welche Anforderungen müssen diese erfüllen? Ist die Softwareergonomie der geplanten Tools ausreichend?

- Verfahren für die Einführung festlegen, wie zum Beispiel: Führungskräfte und Beschäftigte frühzeitig informieren und einbinden, um ihre Erfahrungen und Meinungen kennenzulernen und um frühzeitig Akzeptanz für die Gamification-Tools zu schaffen; Kompetenzen im Umgang mit den Gamification-Tools aufbauen, gegebenenfalls Zeit und Kapazitäten für Trainings einplanen; über die Kriterien der Leistungsbeurteilung informieren. Vereinbarung über den Umgang mit den personenbezogenen Daten treffen.

- Festlegung und Vereinbarung transparenter und nachvollziehbarer Kriterien zur Leistungsbeurteilung.

¹⁵ Schmidt 2014, S. 33

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

- Blohm, I., & Leimeister, J. M. (2013). *Gamification. Gestaltung IT-basierter Zusatzdienstleistungen zur Motivationsunterstützung und Verhaltensänderung*. In Wirtschaftsinformatik. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game Design Elements to Gamefulness: Defining „Gamification“*. In MindTrek'11. Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference on envisioning Future Media environments. Tampere, Finland.
- Koller, P. (2011). *Siemens startet Browser-Game Plantville*. In Elektronik Praxis (25.03.2011).
- Korn, O., Abele, S., Schmidt, A., & Hörz, T. (2013). *Augmentierte Produktion. Assistenzsysteme mit Projektion und Gamification für leistungsgeminderte und leistungsgewandelte Menschen*. Conference: Mensch & Computer 2013: Interaktive Vielfalt.
- Korn, O. (2012). *Industrial playgrounds: how gamification helps to enrich work for elderly or impaired persons in production*. Proceedings of the 4th ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems, New York, USA, (S. 313–316).
- Niesenhaus, J. (2016). Vortrag Jörg Niesenhaus zu Industrial Gamification auf gamescom congress 2016. <https://www.youtube.com/watch?v=QIO3GT-Q3MXw>. Zugegriffen: 23.08.2018.
- Schmidt, R. (2014). Gamification im Unternehmenskontext – Die Evolution einer Idee. In Mittelstand-Digital (Hrsg.), *Wissenschaft trifft Praxis*, Nr. 3, (S. 28–35).
- Stieglitz, S. (2017). Enterprise Gamification – Vorgehen und Anwendung. In S. Strahinger & C. Leyh (Hrsg.), *Gamification und Serious Games* (S. 3–13). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Stiftung Digitale Spielkultur (2014). *Gamification – Spielmechaniken im Alltag*. <http://www.stiftung-digitale-spielkultur.de/gamification-spielmechaniken-im-alltag/>. Zugegriffen: 23.08.2018.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.4.5 Lernformen 4.0
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.4 Betriebsvereinbarungen und Dienstvereinbarungen in 4.0-Prozessen
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.2.3 Technische Assistenzsysteme in Fahrzeugen (wie Navis, Tablets, Bildschirme)
- 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)
- 4.1.5 Digitale Sucht

Glossar

Ambient Assisted Working – AAW: Unter dem Begriff „Ambient Intelligence“ werden Aktivitäten verstanden, deren Ziel die Erweiterung der Lebens- und Arbeitsumgebung mit sogenannten intelligenten Funktionen ist, sodass Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen unterstützt und gefördert werden. Unterschieden werden:

- Ambient Assisted Living (AAL) beschreibt diese Assistenzfunktionen für die Lebensumgebung,
- Ambient Assisted Working (AAW) für die Arbeitsumgebung.

AAW umfasst 4.0-Technologieanwendungen (Sensorik, intelligente Software [inkl. KI]), bei denen sich Arbeitsumgebungen (zum Beispiel Beleuchtung, Lüftung, Wärme, Raumklima, Arbeitsmittel) adaptiv, selbstlernend und autonom an die Führungskräfte und Beschäftigten anpassen. AAW kann eingesetzt werden, um die Arbeitsplätze ergonomisch und sicher zu gestalten.

Arbeit 4.0: Arbeit 4.0 wird durch cyber-physische Systeme (CPS) ermöglicht. Arbeit 4.0 beschreibt Arbeitsprozesse und -bedingungen, die Arbeitsorganisation und -kultur sowie die Führung in einem Wertschöpfungsprozess, in dem intelligente Software (inkl. KI) und 4.0-Technologien verwendet werden. Intelligente Software (inkl. KI) assistiert dem Menschen beziehungsweise steuert teilweise oder vollständig die Prozesse.

Assistenzsystem, technisches: Unter dem Begriff „Technisches Assistenzsystem“ werden alle Arbeits- und Hilfsmittel zusammengefasst, die die Führungskräfte und Beschäftigten bei der Ausführung ihrer Arbeit direkt unterstützen. Darunter fallen Technologien wie Smartphones, Exoskelette, Datenbrillen oder Roboter. Technische Assistenzsysteme sind Bestandteil cyber-physischer Systeme (CPS) und werden durch intelligente Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert.

Beanspruchung: Beanspruchung ist die individuelle Auswirkung einer Belastung auf einen Menschen. Die Beanspruchung kann daher, je nach körperlicher und psychischer Konstitution und Bewältigungsstrategie, bei gleicher Belastung unterschiedlich sein. *Psychische* Beanspruchung ist nach DIN EN ISO 10075-1 die „unmittelbare (nicht langfristige) Auswirkung der psychischen Belastung im Individuum in Abhängigkeit von seinen jeweiligen überdauernden und augenblicklichen Voraussetzungen, einschließlich der individuellen Bewältigungsstrategien“.

Belastung: Belastung ist die Gesamtheit der Einflüsse, die im Arbeitssystem auf den Menschen beziehungsweise seine Leistungsfähigkeit einwirkt – wie zum Beispiel Einflüsse aus Technologie, Arbeitsorganisation, Unternehmenskultur und Führung, Zustand der Arbeitsgestaltung in ergonomischer und sozialer Hinsicht. *Psychische* Belastung ist nach DIN EN ISO 10075-1 „die Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und psychisch auf ihn einwirken“.

Beschäftigte: Mit dem Begriff Beschäftigte werden hier alle Arbeitnehmer verstanden, die in einem Beschäftigungsverhältnis zu einem Arbeitgeber stehen. Beschäftigte sind zum Beispiel Arbeiter, Angestellte, Aushilfen und Auszubildende. Kennzeichen eines Beschäftigungsverhältnisses ist die persönliche Abhängigkeit des Beschäftigten vom Arbeitgeber; das bedeutet, der Beschäftigte unterliegt im Rahmen der vertraglichen Regelung sowie der Vereinbarungen hinsichtlich Zeit, Ort, Art und Dauer der Tätigkeit dessen Weisungen. Der Beschäftigte kann dauerhaft, vorübergehend oder in Teilzeit beschäftigt sein.

Big Data: Big Data ist eine große, komplexe Menge an Daten, die durch Anwendung und Vernetzung von 4.0-Technologien (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen, smarten Dienstleistungen, Apps) entsteht. Big Data kann zum Beispiel verwendet werden, um eigenständig Maschinen und Fahrzeuge ganz oder teilweise zu steuern, betriebliche Organisationsprozesse zu optimieren oder über Persönlichkeitsprofile den Personaleinsatz zu planen. Grundlage für die Nutzung von Big Data ist die Bearbeitung der Daten mit intelligenter Software (inkl. KI).

Cyber-physische Systeme (CPS) – autonome technische Systeme: Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

Datenschutz: Der Datenschutz betrifft personenbezogene Daten und den Schutz vor deren Missbrauch im Rahmen ihrer Erhebung, Verarbeitung, Speicherung und Nutzung. Dabei gilt das Recht auf informationelle Selbstbestimmung. Demnach ist jeder Mensch nach dem Grundgesetz (GG) der Bundesrepublik Deutschland frei und kann selbst darüber entscheiden, wie mit seinen personenbezogenen Daten umgegangen wird, sofern kein Gesetz eine andere Regelung vorsieht. Der Datenschutz ist gesetzlich geregelt (auch spezielle Regelungen in den Bundesländern). Der Wandel hin zu Arbeit 4.0 und die Datenschutzregelungen erfordern von Betrieben und allen Beteiligten, aber auch von Selbstständigen, eine deutlich höhere Sensibilität und ein Bewusstsein für Belange des Datenschutzes.

Datensicherheit: Datensicherheit beinhaltet alle technischen, organisatorischen und rechtlichen Aspekte, die der Sicherheit im Umgang mit sämtlichen Daten dienen, die im Betrieb generiert, gespeichert und verarbeitet werden. Erreicht wird dies durch Beachtung der Schutzgüter der IT-Sicherheit:

- *Vertraulichkeit:* Zugriff auf bestimmte Daten nur für befugte Personen und autonome technische Systeme (intelligente Software [inkl. KI])
- *Integrität:* Unversehrtheit vor Manipulation und technischen Defekten (der Zustand der Daten kann nicht unbefugt verändert, beschädigt oder gelöscht werden)
- *Verfügbarkeit:* Verwendbarkeit von Daten im Bedarfsfall (inkl. Verhinderung von Systemausfällen)
- *Authentizität:* Echtheit und Glaubwürdigkeit der Daten

Datensicherheit umfasst somit die sichere Übermittlung und Speicherung sowie die Sicherstellung, dass keine unbefugte Person oder intelligente Software (inkl. KI) Zugang zu den Daten erhält. Das IT-Sicherheitsgesetz und die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) verpflichten Unternehmen, organisatorische und technische Vorkehrungen zur Vermeidung von Störungen ihrer informationstechnischen Systeme, Komponenten oder Prozesse zu treffen.

Drohnen: Drohnen können sowohl autonom fliegen als auch durch den Menschen gesteuert sein. Sie bestehen aus einem Fluggerät und einer Steuerungseinheit. Die Steuerungselektronik beurteilt anhand von Sensoren (Beschleunigung oder GPS) die aktuelle Lage und regelt die Rotoren. Drohnen können mit einer Foto- oder Videokamera und anderen Sensoren zur Erfassung von Daten ausgestattet werden. Es gibt spezielle Anforderungen an den Betrieb und den Einsatz von Drohnen.

Exoskelette: Exoskelette sind physisch unterstützende technische Assistenzsysteme, die als „Roboter-Anzug“ oder als Unterstützung einzelner Gliedmaßen getragen werden können. Ziel von Exoskeletten ist es, die Kombination der Stärken des Menschen (zum Beispiel gute Sensomotorik, Kognition oder hohe Flexibilität) und die der Technik (zum Beispiel gute Wiederholgenauigkeit oder hohe Ausdauer) zu nutzen, um

- Bewegungen zu erleichtern,
- Gesundheitsgefahren zu vermeiden,
- produktive Abläufe zu gewährleisten oder
- Menschen mit körperlichen oder geistigen Beeinträchtigungen die Teilhabe im Arbeits- und Lebensprozess zu ermöglichen (zum Beispiel bei Querschnittslähmung).

Führungskraft: Als Führungskraft wird hier jede Person bezeichnet, die mindestens einer anderen Person gegenüber weisungsbefugt ist. Hierzu zählen auch Beschäftigte, die nur vorübergehend anderen Personen Anweisungen geben, zum Beispiel beim Anlernen eines neuen Beschäftigten. Eine Führungskraft ist immer auch zuständig für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit ihrer Beschäftigten – auch dann, wenn ihr dies nicht ausdrücklich mitgeteilt wurde.

Gefahr: Gefahr beschreibt einen Zustand oder Vorgang, aus dem ein Schaden/eine Beeinträchtigung für Personen, Institutionen und/oder Sachgüter entstehen kann. Der Begriff bezeichnet eine Bedrohung durch ein zukünftiges Ereignis, das unter bestimmten Bedingungen eintreten kann.

Gefährdung: Gefährdung beschreibt das zeitliche und räumliche Zusammentreffen von Gefahr und Person. Gefährdung bezeichnet die Möglichkeit eines Schadens oder einer gesundheitlichen Beeinträchtigung ohne bestimmte Anforderungen an deren Ausmaß oder Eintrittswahrscheinlichkeit.

Internet der Dinge (Internet of Things, IoT): Dinge der realen Welt, wie beispielsweise Arbeitsmittel, Fahrzeuge, Gebäude oder Assistenzsysteme wie Smartphones, liefern über eingebettete Sensorik und Software Daten ins Internet (Big Data) und bilden das Internet der Dinge. Auch Menschen stellen selbst Daten über Plattformen zur Verfügung (zum Beispiel über Social Media, Messenger-Dienste). Im Internet werden diese Daten der Dinge und Menschen mit intelligenter Software (inkl. KI) verarbeitet und mit anderen Dingen und Systemen vernetzt (cyber-physische Systeme – CPS). Durch das Internet der Dinge kann intelligente Software (inkl. KI) Dinge, Menschen und Prozesse teilweise oder ganz steuern (zum Beispiel über Aktoren, Assistenzmittel).

Künstliche Intelligenz (KI): Künstliche Intelligenz (Artificial Intelligence – AI) beschreibt Informatik-Anwendungen, deren Ziel es ist, intelligent zu agieren, basierend auf technischen Mustern (wie speziellen Programmiersprachen, Algorithmen). KI durchdringt immer mehr Arbeits- und Lebensprozesse. Dazu sind in unterschiedlichen Anteilen bestimmte Kernfunktionen notwendig:

- Informationen und Daten erfassen („Wahrnehmen“)
- Interpretieren („Verstehen“)
- Autonom zielgerichtet agieren und Prozesse steuern („Handeln“)
- Lernen

Diese Kernfunktionen stellen die größtmögliche Vereinfachung eines Modells zur KI dar und erweitern das ursprüngliche Grundprinzip aller EDV-Systeme: „Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe“.

Life Cycle Costing: Life Cycle Costing ist eine Methode zur Ermittlung der Lebenszykluskosten. Sie ermöglicht eine Bewertung von Produkten und Dienstleistungen unter Aspekten ihrer Wirtschaftlichkeit, unter Berücksichtigung aller Kosten sowie Material- und Energieflüsse, die im Laufe des Produktlebens anfallen. Damit ist es möglich, beispielsweise auch Kosten für Wartung, Updates oder Services, Abholung, Entsorgung oder Recycling mitzuberechnen. Die Methode wird eingesetzt, wenn Entscheidungen über Anschaffungen zu treffen sind. Über 4.0-Technologien liefern Produkte und Dienstleistungen über ihren kompletten Lebensprozess hinweg Daten, die für Life Cycle Costing genutzt werden können.

Massive Open Online Course (MOOC): Massive Open Online Courses (MOOC) sind eine Form des Online-Lernens. MOOCs sind offen, frei zugänglich und setzen auf gemeinsames, vernetztes Lernen. Sie kombinieren klassische Formen der Wissensvermittlung (Texte, Videosequenzen) mit Foren und Gemeinschaften. Die Abkürzung MOOC steht für:

- M = Massive: Hohe Teilnehmerzahlen (mindestens 150)
- O = Open: Zugang über das Internet (orts- und seltener zeitunabhängig), keine formale Zugangsbeschränkung oder verbindliches Engagement; oft auch kostenfrei, selbstdefinierte Lernziele der Teilnehmenden
- O = Online: Kursraum im Netz, Materialverteilung nur über Blogs oder Plattformen
- C = Course: Lehrveranstaltungen mit festem Start- und Endtermin, inhaltlicher Strukturierung, festgelegten Lehrpersonen und gegebenenfalls ergänzenden Betreuungsangeboten

Plattformökonomie: Plattformökonomie beschreibt die Nutzung digitaler Plattformen im Rahmen eines Geschäftsmodells eines Unternehmens (zum Beispiel Google, WhatsApp, Facebook, Airbnb, MyHammer, eBay, Herstellerplattformen). Unter einer digitalen Plattform wird eine Infrastruktur verstanden, die auf 4.0-Technologien basiert und verschiedene Nutzergruppen für ökonomische Prozesse anspricht, zum Beispiel Kauf/Verkauf, soziale Medien. Plattformen können auch für zivilgesellschaftliche Prozesse genutzt werden, zum Beispiel Wikipedia, gemeinnützige Foren, User Groups, Plattformen von Nichtregierungsorganisationen (NGOs) wie Umwelt, Naturschutz. Plattformen bieten den Nutzern vielfältige Möglichkeiten der Suche, Information, Kommunikation, Interaktion, Durchführung von Transaktionen und (Teil-)Steuerung von Prozessen. Produkte und Dienstleistungen oder Informationen können auf diese Weise vertrieben und ausgetauscht werden.

Smarte Arbeitsmittel: Smarte Arbeitsmittel sind Arbeitsmittel, die mit 4.0-Technologien ausgestattet und miteinander, mit betrieblichen Anlagen, Personen oder Räumen oder einer Cloud vernetzt sind. Sie erfassen über Sensoren Daten der Umgebung, verarbeiten diese über eine intelligente Software (inkl. KI) weiter und können über Aktoren Aktionen auslösen. Viele der heute erhältlichen, ehemals analogen Arbeitsmittel sind inzwischen smart, bei vielen anderen besteht die Möglichkeit der Nachrüstung.

Smarte Dienstleistung („Smart Service“): Eine smarte Dienstleistung ist eine datenbasierte, vernetzte, individuell konfigurierbare Dienstleistung, die über Plattformen organisiert und von cyber-physischen Systemen (CPS) über intelligente Software (inkl. KI) verarbeitet und ganz oder teilweise gesteuert wird. Daten aus verschiedenen Quellen (zum Beispiel Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Assistenzsystemen, Produkten, Räumen, Apps) werden durch die autonomen technischen Systeme beinahe in Echtzeit zusammengeführt und für die (Teil-)Steuerung von Prozessen oder Prognosen zukünftiger Situationen und Zustände genutzt. Beispiele für smarte Dienstleistungen sind Diagnosetools für Ärzte, Recherchertools für Juristen, Auswertungen von Maschinenbetriebsdaten durch Hersteller, Optimierung von Arbeitsprozessen auf Grundlage digitaler Analysen.

Smartes Produkt: Unter einem smarten (intelligenten) Produkt wird hier ein physisches Produkt (wie ein Arbeitsmittel, Fahrzeug, Smartphone/Assistenzmittel, Räume/Gebäude) verstanden, das durch intelligente Software überwiegend auf Grundlage eines Modells der künstlichen Intelligenz ganz oder teilweise gesteuert wird. Smarte Produkte sind in der Lage, mit anderen smarten Produkten, Verbrauchern oder Schnittstellen zu interagieren.

Intelligente Software (inkl. KI): Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software (inkl. KI) ist autonom und selbstlernend.

4.0: 4.0 steht ursprünglich für die vierte industrielle Revolution (Industrie 4.0), bezieht sich aber inzwischen auch auf Dienstleistungen und alle anderen Arbeits- und Lebensbereiche. Die einzelnen Phasen der Entwicklung stehen für folgende Technologien:

- *1.0-Technologien* auf Grundlage von Wasser- und Dampfkraft – mechanische Anlagen wie der Webstuhl (ab 1784)
- *2.0-Technologien* auf Grundlage von elektrischer Energie – arbeitsteilige Massenproduktion wie das Fließband (ab 1870)
- *3.0-Technologien* auf Grundlage von Elektronik und Informationstechnologie (IT) – wie weitergehende Automatisierung mit speicherprogrammierbarer Steuerung (ab 1969)
- *4.0-Technologien* auf Grundlage cyber-physischer Systeme (CPS)

4.0-Prozesse: Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

4.0-Technologien: 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen, smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

