

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 evolutionär. 4.0-Technologi-

en³ 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-Technologi-

en 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, betrieb-

liche und überbetriebliche 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.

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 Nutzungs-

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.

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

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)					



Sensorik:
Einzelne Dinge/Gegenstände sind mit Sensoren und einfacher Software (Verwaltungsschalen) ausgestattet und liefern Daten zu Prozessen, Zustand und Zielerreichung.



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).



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.



Assistierende Arbeitsmittel:
Assistenzmittel (zum Beispiel Smartphones, Datenbrillen, Roboter, Exoskelette) unterstützen durch gezielte Informationen und entlasten körperlich oder psychisch bei Arbeitsprozessen.



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).



Interne Prozesse:
Komplexe betriebsinterne Prozesse (Bestellung, Wareneingang, Kundenmanagement, Produktion/Dienstleistung) sind miteinander verknüpft und werden autonom teilweise oder komplett gesteuert.

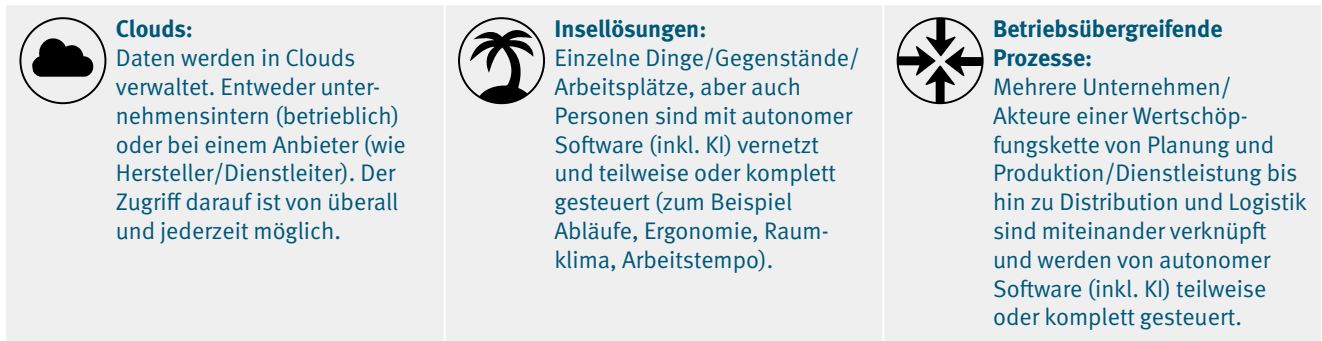


Abbildung 1: Der Kompass 4.0 (nach Offensive Mittelstand 2018, S. 6f.)

rechte und die Datenhoheit sowie die Datensicherheit und der Datenschutz geregelt sind.

- 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 Gesamtprozesssteuerungen 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-Technologien, 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, Qualifikations- 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 Ver-

netzung 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.
- 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 Bedienoberfläche 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.

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 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 Alternativenangeboten).

- 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 Aktualisierungen 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 kundenindividuelle 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 ausgegliedert 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 Anbie-

ter 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 zweckentfremdet 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 wir-

kungsvolle Planung und Abstimmung 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 gesund-

heitsgerechte 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 Unterstützung 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



**OFFENSIVE
MITTELSTAND**
GUT FÜR DEUTSCHLAND

Herausgeber: „Offensive Mittelstand – Gut für Deutschland“ – Stiftung „Mittelstand – Gesellschaft – Verantwortung“ Kurfürsten-Anlage 62, 69115 Heidelberg, E-Mail: info@offensive-mittelstand.de; Heidelberg 2019

© Stiftung „Mittelstand – Gesellschaft – Verantwortung“, 2019 Heidelberg. Gemeinsam erstellt von Verbundprojekt Prävention 4.0 durch BC GmbH Forschung, Institut für Betriebliche Gesundheitsförderung BGF GmbH, Forum Soziale Technikgestaltung, Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V. – ifaa, Institut für Mittelstandsforschung Bonn – IfM Bonn, itb – Institut für Technik der Betriebsführung im Deutschen Handwerksinstitut e.V., Sozialforschungsstelle Dortmund – sfs Technische Universität Dortmund, VDSI – Verband für Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz bei der Arbeit e.V. – gefördert vom BMBF – Projektträger Karlsruhe