

## 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)<sup>1</sup> in 4.0-Prozessen<sup>2</sup> experimentiert. Betriebe versuchen unter Verwendung von intelligenter Software<sup>3</sup> 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.<sup>4</sup> Zukünftig könnten die Entscheidungen

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 betreffen (Kernprozesse wie Marketing, Planung/Arbeitsvorbereitung, Personaleinsatz, Leistung/Produktion, Verkauf, aber auch unterstützende Prozesse wie strategische

Leitung, Finanzen, Personal, Aufbauorganisation, Beschaffung, Technologieentwicklung/Innovation).<sup>5</sup> Bei der Integration von intelligenter Software (inkl. KI) in die Wertschöpfungsprozesse 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 Systeme-

men und intelligenter 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

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.

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> Schröter 2017

<sup>5</sup> Porter 2000. S. 200

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 Zusam-*

*menarbeit, Koordination und Transparenz auszeichnen. (...) Dadurch lassen sich nahezu alle Geschäftsprozesse auslagern. Das Ergebnis sind sich verschiebende Unternehmensgrenzen und die Entstehung virtueller Unternehmen.*<sup>6</sup>

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.<sup>7</sup>

## › 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 ge-

hen, 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.

## › 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 gege-

benenfalls externen Experten hinzuziehen.

- Führungskräfte sollten Qualitätskriterien festlegen, die die smarten Wertschöpfungsprozesse erfüllen sollen, zum Beispiel Nachhaltigkeit, Qualität, Ethik, Sicherheit und Gesundheit. › *Siehe Umset-*

<sup>6</sup> Experteninterview im BMBF-Verbundprojekt Prävention 4.0.

<sup>7</sup> FST – Forum Soziale Technikgestaltung 2019

zungshilfen 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 Einführung 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 Risiko-

betrachtung 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 Experimentierphasen 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 auf-

gebaut 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). *Zusammenar-*

*beit effizienter gestalten: Horizontale und vertikale Vernetzung zwischen Unternehmen*. <https://www.hbm.com/de/6265/horizontale-und-vertikale-vernetzung-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). *Wettbewerbsvorteile:*

*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., Hämmelerle, 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



**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](mailto: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