

# DIGITALISIERUNG & INDUSTRIE 4.0

So individuell wie der Bedarf – Produktivitätszuwachs durch Informationen

Begriff und Potenziale der Industrie 4.0 | Beispiele aus der Unternehmenspraxis | Voraussetzungen und Einführung





# INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	05
Digitalisierung in allen Lebensbereichen	06
Grundgedanken der Industrie 4.0	08
Potenziale für die Arbeitsgestaltung	10
Technische Aspekte	12
Organisatorische Aspekte	13
Personelle Aspekte	14
Beispiele aus der Praxis	16
Datenbrille	18
Auftragsspezifische Arbeitsanweisungen	20
Bedarfsgesteuerter Materialfluss	22
Digitale Prozessdaten	24
Wertschöpfungsbegleitender Datenfluss	26
Der Wandlungsprozess im Unternehmen	28
Grundlegende Ansätze	29
Voraussetzungen	31
Vorgehen zur kontinuierlichen Weiterentwicklung	32
Der Mensch auf dem Weg in die Industrie 4.0	36
Allgemeine Entwicklungsperspektive	37
Leitfragen	38
Zusatzinformationen	40



## VORWORT

Die Digitalisierung der industriellen Arbeitswelt bringt vielfältige Änderungen mit sich. So werden unter dem Schlagwort Industrie 4.0 unter anderem Vernetzung, intelligente Systeme, Datenverfügbarkeit und das Zusammenspiel von Mensch und Maschine zusammengefasst. Dabei geht es um Gestaltungschancen für Unternehmen, Beschäftigte, Sozialpartner und Politik. Die Nutzung dieser Chancen zum Wohl aller Beteiligten geht mit ebenso großen Erwartungen wie Unsicherheiten einher. Hieraus entsteht ein großer Informationsbedarf, den Studien des ifaa aus den Jahren 2014 und 2015 bestätigen. So ist der Begriff Industrie 4.0 in den befragten Unternehmen zwar sehr bekannt, ein klares Verständnis fehlt aber häufig. Die Aktivitäten im Hinblick auf Industrie 4.0 und die Digitalisierung der industriellen Arbeitswelt sind unterschiedlich ausgeprägt und in größeren Unternehmen meist weiter fortgeschritten als in kleineren. Für die mittelständisch geprägte deutsche Wirtschaft bedeutet dies, dass gerade kleinere Unternehmen Bedarf nach Unterstützung haben. Hierzu sind – im Gegensatz zu den häufig abstrakten Definitionen von Industrie 4.0 – konkrete Anwendungsbeispiele erforderlich, die es erlauben, wirtschaftliche und praktische Auswirkungen auf das eigene Unternehmen zu übertragen und in dessen strategische Weiterentwicklung einfließen zu lassen.

Diese Schrift ist an Unternehmen, Verbände und weitere Institutionen gerichtet, die Anregungen zur Umsetzung der Digitalisierung suchen. Sie soll insbesondere durch Praxisbeispiele einen anschaulichen Beitrag leisten und Impulse geben, die Chancen der Industrie 4.0 erfolgreich zu nutzen. Ein besonderer Dank gilt an dieser Stelle den an dieser Broschüre beteiligten Unternehmen, die ihre Praxiserfahrungen zu Industrie 4.0 darstellen.

Prof. Dr.-Ing. Sascha Stowasser

Direktor des Instituts für angewandte Arbeitswissenschaft e. V.

»Die Digitalisierung hat längst begonnen – nun kommt sie so richtig in Fahrt.«



Online-Terminvereinbarung



Telefonieren über Bluetooth



Taxi per Smartphone bestellen



Online Essen bestellen



Paketschickung



Romane auf dem Tablet lesen



Telemedizinische Versorgung



Vitaldatenaufzeichnung per Smartwatch und Handy



Autonomes Einparken und Fahren



Video-Konferenz von zu Hause aus



Smart-Home-Steuerung



Smart Farming

## DIGITALISIERUNG IN ALLEN LEBENSBEREICHEN

Als Computer noch so groß wie Schrankwände waren, dachten wohl wenige daran, sich ein solches Gerät nach Hause zu holen. Die abnehmende Größe der elektronischen Bauteile und ihre zunehmende Leistungsfähigkeit sorgten dafür, dass die Schreibmaschine durch Computer mit entsprechender Textverarbeitungssoftware ersetzt wurde. Geschah dies wegen der hohen Kosten zunächst in Unternehmen, folgte später der Einzug des Computers in die heimischen vier Wände.

Die Verbreitung des Internets ließ die Verfügbarkeit von Informationen stark zunehmen und erweiterte die Nutzungsmöglichkeiten für Computer. Durch den Ausbau der Telekommunikationsnetze sowie weitere Leistungssteigerungen und Miniaturisierung der elektronischen Komponenten erweiterten sich die Zugriffsmöglichkeiten auf die Informationen des Internets von stationären Computern auf Tabletcomputer und Smartphones. So wurde das Internet für viele zu einem ständigen Begleiter.

Die fortschreitende Digitalisierung des beruflichen und privaten Alltags ist mit einer hohen Dynamik verbunden und lässt völlig neuartige Geschäftsmodelle entstehen. So gibt es inzwischen Plattformen, die bspw. private Mobilitätsreserven zur Fahrgastmitnahme nutzen und für klassische Taxiunternehmen als Bedrohung gelten oder Übernachtungen nicht nur in Hotels, sondern auch bei privaten Anbietern vermitteln.

Die Auswirkungen der Digitalisierung sind mittlerweile überall sichtbar. Im Alltag und bei der Nutzung von Dienstleistungen sind sie kaum mehr wegzudenken. Auch in der Industrie werden die Auswirkungen der Digitalisierung zunehmend offensichtlich.

»Die Digitalisierung erreicht die Industrie – sie hilft Datenmengen zu handhaben und mit Komplexität umzugehen.«

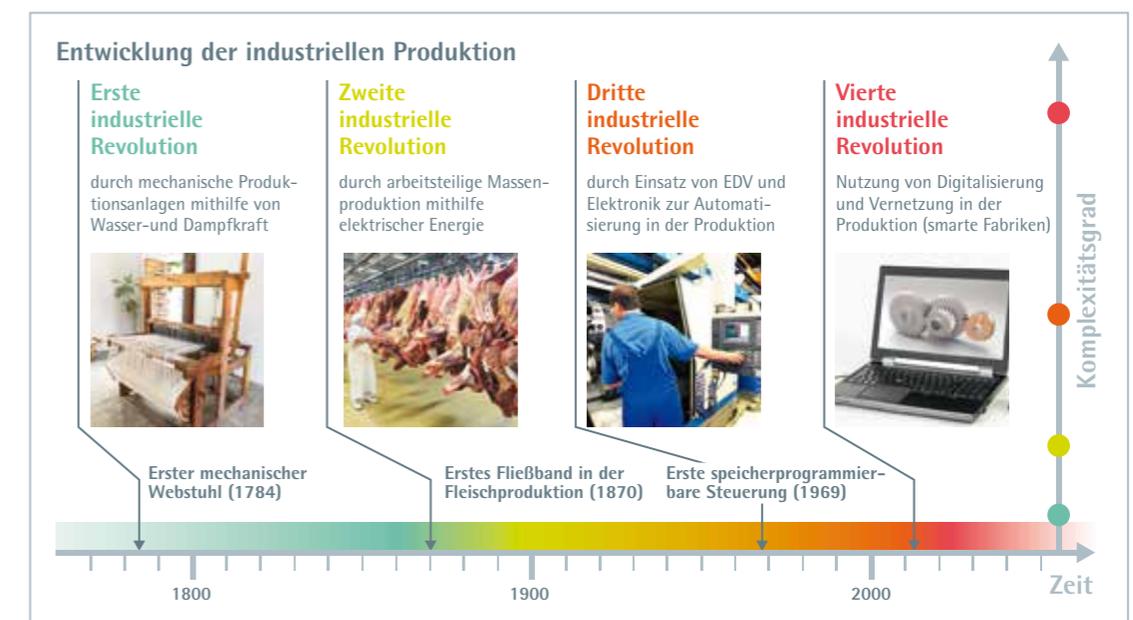


## GRUNDGEDANKEN DER INDUSTRIE 4.0

Der Begriff »Industrie 4.0« wurde 2011 auf der Hannover Messe präsentiert und beschreibt die vierte Entwicklungsstufe der industriellen Produktion. Die drei vorherigen Stufen begannen mit der Erfindung der Dampfmaschine im 18. Jahrhundert, welche den Menschen bei energieintensiven Tätigkeiten unterstützte. Anschließend ermöglichte die Einführung der Arbeitsteilung Ende des 19. Jahrhunderts die Massenproduktion mithilfe des Fließbands für Verkäufermärkte. Die Nutzung elektronischer Steuerung, wie beispielsweise bei NC-Maschinen, seit den 1970er-Jahren erlaubte es, wesentlich schneller und präziser zu fertigen. Etwa gleichzeitig begann der Wandel von Verkäufer- zu Käufermärkten.

Die heutigen Käufermärkte erfordern immer stärker individualisierte Produkte. Zur Beschreibung dieser Produktvielfalt bedarf es einer großen Menge an Informationen. Die Handhabung dieser Informationsmenge ist eine komplexe Aufgabe, bei deren Bewältigung cyber-physische Systeme (CPS) einen großen Beitrag leisten. Diese Systeme erlauben es, Informationen über physische Objekte in digitaler Form über standardisierte Schnittstellen zu kommunizieren. Dazu müssen alle Objekte bzw. Systembestandteile eindeutig identifiziert und einzeln angesprochen werden können. Informationen werden dann nur dorthin übertragen, wo sie benötigt werden – es entstehen dezentrale Strukturen, in denen Entscheidungen effizient getroffen werden können. So kann bspw. die Leistungsaufnahme einer Spindel erfasst und in digitaler Form bedarfsgerecht an Analysensysteme zur Überwachung des Werkzeugverschleißes oder der Spindellagerung übertragen werden.

Die bedarfsgerechte Nutzung von Informationen eröffnet zudem zahlreiche neue Möglichkeiten zur Gestaltung der Arbeitswelt 4.0.



»Die Arbeitswelt 4.0 ist so vielseitig wie das Leben – sie erfordert eine ganzheitliche Betrachtung.«



## POTENZIALE FÜR DIE ARBEITSGESTALTUNG

Die Gestaltungspotenziale der Arbeitswelt sind aus technischer, organisatorischer und personeller Sicht zu betrachten. Diese Sichten sind nicht überschneidungsfrei – sie ergänzen einander. Die Zuordnung der Beispiele auf den nachfolgenden Seiten erfolgt nach ihrem jeweiligen Schwerpunkt innerhalb der drei Sichten.

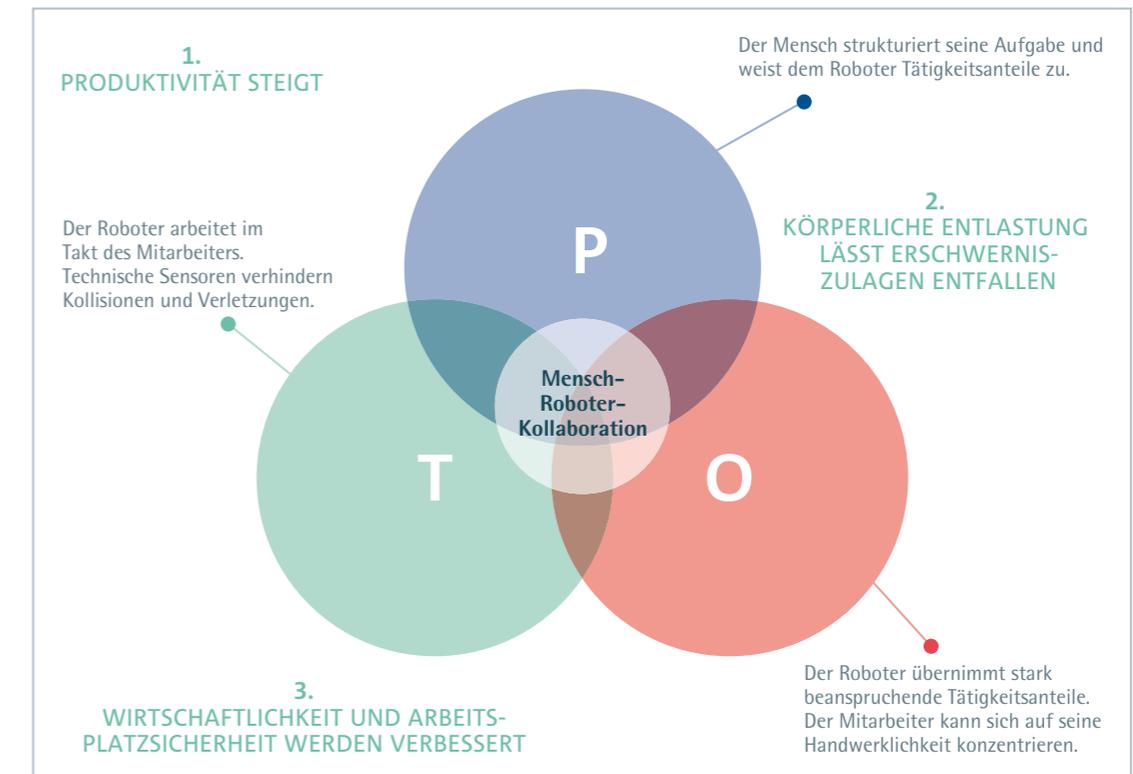
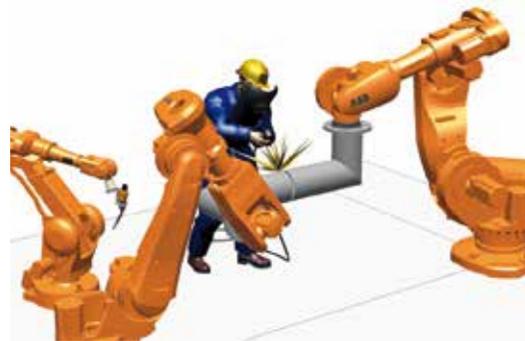


Abb. 1: Sichten der Arbeitsgestaltung auf die Mensch-Roboter-Kollaboration



## Technische Aspekte

»Die Arbeitsgestaltung aus technischer Sicht umfasst vor allem den Menschen unterstützende Aspekte.«



### Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration

Eine sichere Zusammenarbeit von Mensch und Roboter wird mit Industrie 4.0 realisierbar. Durch sie wird bspw. die Tragkraft und Positioniergenauigkeit des Roboters mit der Geschicklichkeit und dem Prozesswissen des Menschen verknüpft

### Fahrerlose Transportsysteme

In der Logistik helfen generische Unterstützungssysteme, zum Beispiel fahrerlose Transportsysteme oder Flugdrohnen, Transportprozesse zu vereinfachen – teilweise auch ohne vorherigen Implementierungsaufwand.



### Exoskelett für Hebetätigkeiten

Exoskelette dienen dazu, den Menschen körperlich zu entlasten bspw. beim Heben schwerer Gegenstände.



Datenbrillen oder andere visuelle Hilfsmittel können tätigkeitsrelevante Informationen anzeigen – sowohl stationär als auch mobil

Wenn der Mensch die Informationen, die er benötigt, mit einer Brille direkt in sein Blickfeld projiziert bekommt, hat er die Hände frei für ausführende Tätigkeiten – bspw. in der Montage oder Instandhaltung.

## Organisatorische Aspekte

»Die Digitalisierung bietet neue Möglichkeiten flexibler zu arbeiten – mit Vorteilen für den Mitarbeiter und auch den Arbeitgeber.«



### Verbesserte Personaleinsatzplanung unter Nutzung von Assistenzsystemen

Assistenzsysteme unterstützen Verantwortliche bei der Personaleinsatzplanung und berücksichtigen dabei nicht nur Verfügbarkeit und Qualifikation, sondern auch ergonomische Aspekte und bevorzugte Arbeitszeiten.

### Erweiterte Möglichkeiten zur Abstimmung von Arbeitszeiten

Die Schichtplanung kann durch digitale Abstimmungssysteme partizipativ gestaltet werden und die Vereinbarkeit von Berufs- und Privatleben verbessern.



### Flexibles Arbeiten – beispielsweise von zu Hause

Leistungsfähige und sichere Datenübertragungssysteme erlauben, den Arbeitsort im Rahmen der Möglichkeiten frei zu wählen – um so auch als attraktiver Arbeitgeber wahrgenommen zu werden.



### Reihenfolgeplanung für die Auftragsbearbeitung

Schwankungen in der Auslastung können durch digital unterstützte Planung der Bearbeitungsprioritäten von Aufträgen begrenzt werden.

## Personelle Aspekte

»Der Mensch wird durch digitale Assistenzsysteme körperlich und geistig unterstützt – und kann so effizienter und stressfreier arbeiten.«



### Robotische Hebehilfe

Der Mensch wird körperlich entlastet, wenn ein Roboter bei belastenden Tätigkeiten unterstützt.

### Kognitive Entlastung durch informatorische Assistenz

Wenn digitale Assistenzsysteme Informationen bereitstellen und bei der Entscheidungsfindung unterstützen, kann sich der Mensch gezielter auf die verbleibenden Tätigkeiten konzentrieren und diese auch qualitativ besser ausführen.



### Sich in der digitalen Welt zu Hause fühlen – beruflich wie privat

Der Umgang mit großen Informationsmengen verändert Aus- und Weiterbildungsinhalte: So rücken u. a. IT-Kenntnisse und Problemlösungskompetenzen weiter in den Vordergrund.



### Mehr und schneller finden

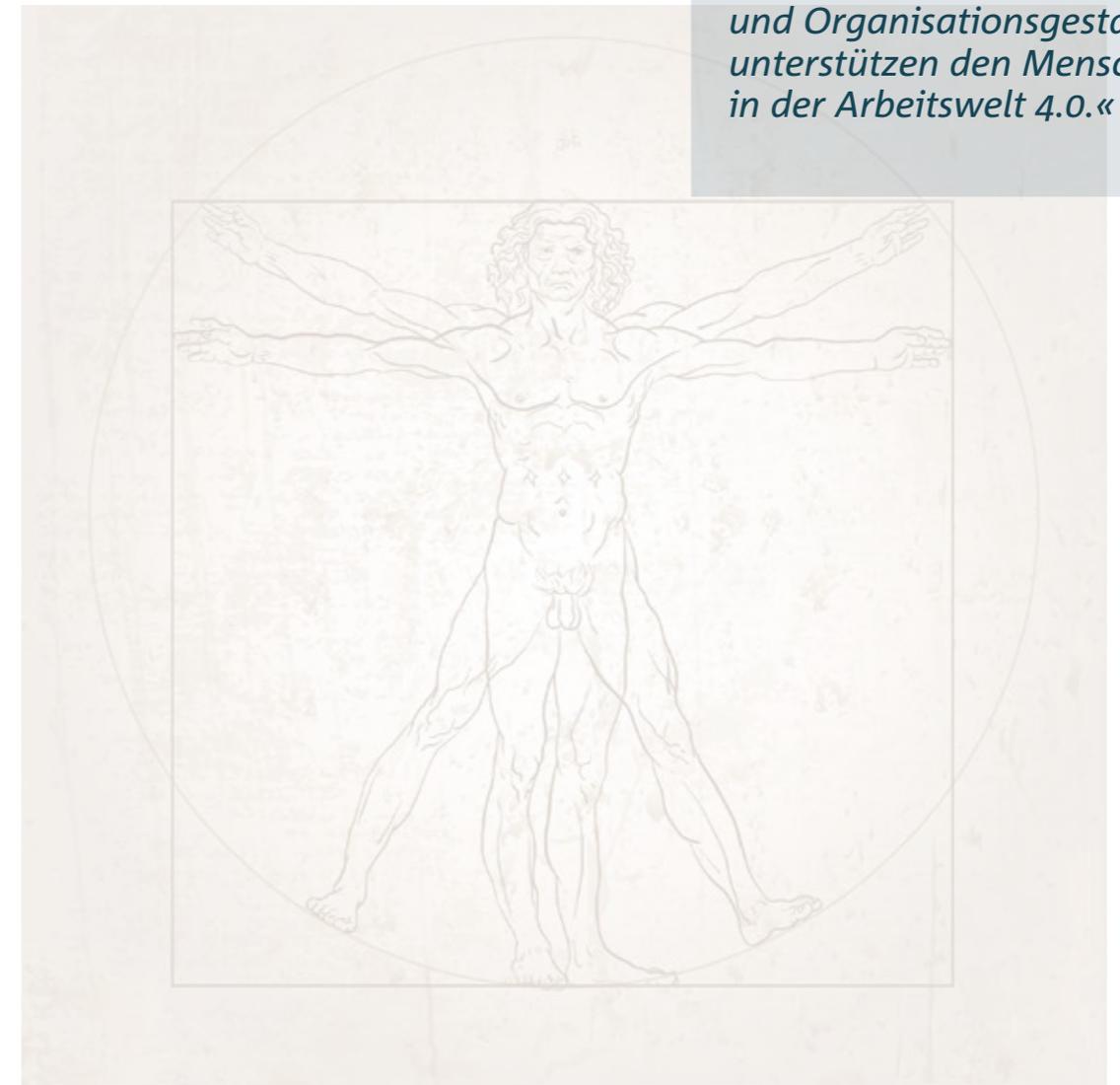
Langes Suchen in Papierstapeln und Ordnern entfällt, wenn Informationen digital vorhanden sind. Datenbanken können sie schneller und stets aktuell bereitstellen.



### Teilhabe durch Technik

Die Teilhabe von körperlich eingeschränkten Mitarbeitern am Arbeitsleben ermöglichen eine spezielle Arbeitsplatzgestaltung sowie eine besondere Form der Mensch-Roboter-Kollaboration.

»Bedarfsgerechte Technik- und Organisationsgestaltung unterstützen den Menschen in der Arbeitswelt 4.0.«



»Das funktioniert nicht nur im Labor – es gibt gute Beispiele aus der Praxis ...«

**Smart Factory** Internet Internet der Dinge  
Intelligente Systeme Automatisierung Echtzeit-Daten  
Digitalisierung **Cyber-physische Systeme**  
**INDUSTRIE 4.0**  
Data Collection Energieeffizienz Social Machines  
Digitaler Wandel Vernetzung Netzwerke  
Factory of the Future Big Data **Smart Products**



## BEISPIELE AUS DER PRAXIS

Die Vorteile von Industrie 4.0 lassen sich anhand existierender Beispiele aus der Praxis veranschaulichen. So werden die Möglichkeiten der Digitalisierung und der Nutzen deutlich. Der Dank des ifaa gilt den folgenden Unternehmen, die Vorreiter bei der Implementierung neuer technischer Systeme sind und Einblicke in ihre bestehenden Produktionsabläufe geben.

**FUJITSU**

**NEUSCH**

**PHOENIX CONTACT**



**WITTENSTEIN**

**SCHUMACHER**  
PRECISION TOOLS SINCE 1918



## Datenbrille

Das Unternehmen Heusch zeichnet sich durch eine manufakturartige Produktion und damit einhergehende hohe Qualifikationsanforderungen an die Mitarbeiter aus. Bedingt durch stetige Lohnkostensteigerungen sieht sich das Unternehmen der Aufgabe gegenüber, durch Effizienzsteigerungen die Herstellkosten auf einem marktgerechten Niveau zu halten. Im Herstellungsprozess von Zylindern mit helixförmigen Messern ist das präzise Einstellen der darauf befindlichen Spiralen ein wesentlicher Schritt.

Dieser wird manuell ausgeführt und erfordert entsprechende Fertigkeiten sowie ein hohes Erfahrungswissen, das nur über Jahre aufgebaut werden kann. Darüber hinaus sind verschiedene Daten erforderlich, die zum Teil zunächst recherchiert werden müssen. Dementsprechend ist das Erfahrungswissen der Beschäftigten die Grundlage für den Markterfolg und die Sicherung dieses Wissens oberstes Ziel für Heusch.



Abb. 2: Einsatz einer Datenbrille im Herstellungsprozess



Abb. 3: Datenbrillen bringen orts- und objektabhängige Informationen direkt ins Blickfeld

Da der Wertschöpfungsprozess nur sehr kostenintensiv zu automatisieren ist und Automatisierung zum Verlust des langjährig aufgebauten Erfahrungswissens führen kann, soll der Manufakturcharakter erhalten bleiben. Deshalb sollen die Mitarbeiter durch Industrie 4.0 zwar unterstützt, die Prozesse aber nicht grundlegend geändert werden. Zur Erleichterung der Montage und des Einstellens der Messerwalzen wird deshalb eine Datenbrille eingeführt. Eine Grundlage dazu wurde bereits in der Vergangenheit geschaffen, als begonnen wurde, Produktdaten und -eigenschaften (Geometrien, Werkstoffe etc.) sowie Prozessparameter (Härtegrade, Rüstzeiten etc.) digital zu erfassen.

Ergänzend zur bestehenden technischen Grundlage ist die Erfassung und Nutzung von Betriebsdaten (Mitarbeiterprofile, Verrichtungszeiten, Arbeitszeiten etc.) mit dem Betriebsrat abzustimmen. Darüber hinaus entstehen neue Anforderungen an die Führungskräfte. So werden die Technologieänderungen von den Mitarbeitern teilweise als Bedrohung wahrgenommen und kritisch hinterfragt, ob angezeigte Daten korrekt sind. Beidem wirken die Führungskräfte durch gezielte Informations- und Schulungsmaßnahmen entgegen.

Durch die Nutzung der Datenbrille ergeben sich für die Mitarbeiter viele Erleichterungen: Zunächst ermöglicht es die Datenbrille, die Fertigungsauftragsnummern einzulesen und auftragsspezifische Informationen ohne Suchaufwand verfügbar zu machen. Dazu zählen u. a. digitale Zeichnungen, die in der Brille angezeigt werden. Sie vereinfachen das Einstellen von Spiralen, indem für bestimmte Messgrößen Soll- und Ist-Werte angezeigt und farblich unterschieden werden. Die abschließende Qualitätskontrolle und letztendliche Freigabe des fertigen Produkts erfolgt weiterhin durch einen erfahrenen Monteur – ganz im Sinne der Manufaktur.





## Auftragsspezifische Arbeitsanweisungen

Fujitsu ist ein globaler Anbieter von informations- und telekommunikationsbasierten (ITK) Geschäftslösungen und bietet eine breite Palette an Technologieprodukten, -lösungen und Dienstleistungen an. Das Werk in Augsburg hat sich auf die kundenspezifische Auftragsproduktion von Client-Computern, Servern und Storage-Systemen spezialisiert, bietet aber darüber hinaus auch noch individuelle integrierte Services. Angeboten wird daher ein großes Spektrum an Kombinationsmöglichkeiten verschiedenster Computerkomponenten, aus dem der Kunde nach seinen Wünschen auswählen kann. Die damit verbundene Variantenvielfalt erfordert eine Erzeugung handhabbarer stücklistenbezogener und aufgabenspezifischer Arbeitsanweisungen. Die Folge sind hohe Anforderungen an die Informationshandhabung und -weitergabe in der Produktion.

Um eine hohe Prozessqualität in der Produktion sicherzustellen und erforderliche Korrekturmaßnahmen effizient umsetzen zu können, hat Fujitsu ein System namens »CONNECT« eingeführt. Das System zeigt an jedem Arbeitsplatz Informationen zum aktuellen Arbeitsschritt auf einem Display an. Ergänzend dazu bietet das System die Möglichkeit, Hilfeanforderungen direkt an den jeweils zuständigen Vorarbeiter (sog. »1st-level supporter«) abzusenden. Dies geschieht mithilfe von mobilen Endgeräten im Fabriknetzwerk, auf denen neben dem Hilfsbedarf auch bereits detaillierte Informationen zur ursächlichen Prozessstörung bereitgestellt werden. Dieses »Context based shopfloor data management« ist somit ein MES-Tool (MES = Manufacturing Execution System) zur ereignisbezogenen (»context based«) Steuerung von Informationen im Produktionsprozess.

Das CONNECT-System wurde in der Fabrik von FTS-Mitarbeitern selbst entworfen und realisiert. Es basiert auf modernsten IT-Technologien wie RFID und Web-Services, welche im Rahmen von Industrie 4.0 vielseitig Verwendung finden. RFID ermöglicht es, die jeweiligen Informationsbedarfe am Arbeitsplatz situationsspezifisch und berührungslos zu erfassen. Erforderliche Informationen werden dann bedarfsgerecht von entsprechenden Servern abgerufen und angezeigt. Gleichmaßen wurde die Interaktion mit mobilen Endgeräten wie etwa Smartphones und Tabletcomputer sichergestellt, um bspw. den beschriebenen Hilfsbedarf zu kommunizieren.

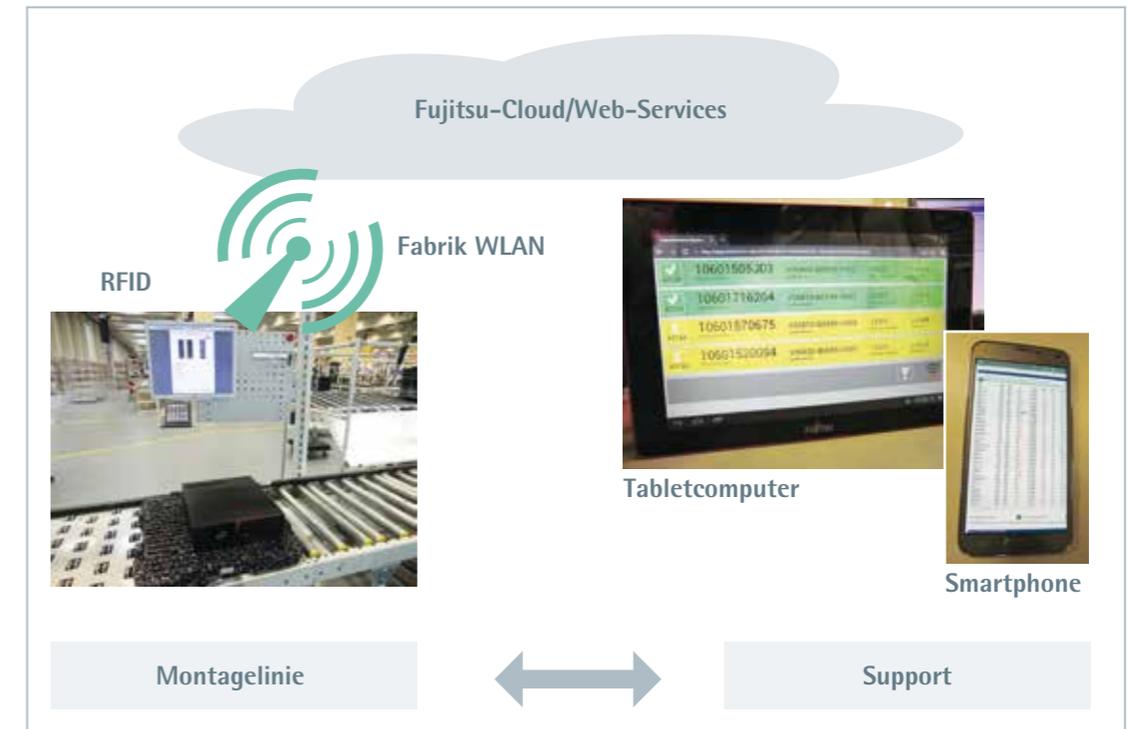


Abb. 4: Prinzipische Skizze des CONNECT-Systems

Durch CONNECT bietet sich nun die Möglichkeit, für den Produktionsfluss bedarfsspezifische Informationen bereitzustellen, wie bspw. Arbeitsanweisungen oder Prüfvorgaben. Dadurch dass Vorarbeiter IT-gestützt über Probleme informiert werden, müssen Mitarbeiter ihre Arbeitsplätze nicht verlassen, wenn sie Hilfe benötigen. Anstatt den Vorarbeiter zu suchen, können die Mitarbeiter die Zeit nun nutzen, um sich selbst mit der Lösungsfindung zu beschäftigen, bis Hilfe durch den Vorarbeiter eintrifft. Die MES-Applikation CONNECT liefert mit ihren Funktionen somit einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung der Effizienz und Prozessqualität.





WITTENSTEIN

Wittenstein AG

Standort: Igersheim

Branche: Antriebssysteme

Beschäftigte: 1875

Website: www.wittenstein.de



## Bedarfsgesteuerter Materialfluss

Bei variantenreicher Produktion ist eine gleichbleibende Taktung der Produktions- und Transportprozesse kaum möglich. In der Folge kann eine in festem Turnus gesteuerte Materialversorgung nicht optimal ausgelastet werden, was Verschwendung in Form vermeidbarer Transportwege und -zeiten verursacht. Der Antriebs- und Getriebehersteller Wittenstein AG hat in Kooperation mit dem Bremer Institut für Produktion und Logistik (BIBA) und der All in One Logistics GmbH die innerbetriebliche Logistik in seinem Werk in Fellbach durch ein elektronisches Kanban-System verbessert, bei dem ausgewählte digitale Lösungen in die realen Produktions- und Supportprozesse eingebunden werden, um Daten schneller und weniger fehleranfällig zu erfassen und für effizientere Transporte zu nutzen.

Wittenstein hatte seine Materialversorgung ursprünglich so aufgebaut, dass der Milkrun – ein Fahrzeug mit festgelegter Route zur innerbetrieblichen Materialversorgung – stündlich mehrere Maschinen anfährt, die je eine Stellfläche für Anlieferung und Abholung einer Transporteinheit für Werkstücke haben. Leere Anlieferflächen wurden im folgenden Milkrun mit Aufträgen bedient, fertige Aufträge mussten abtransportiert werden. Aufgrund der unzureichenden Informationslage war vor Start eines Milkruns nicht bekannt, welche Aufträge in welchem Bearbeitungszustand an welchem Ort sind sowie welche Anlieferflächen leer sind.

Abb. 5: Vernetzung von Tabletcomputer und Pocket-Scanner zum Management von Transportaufträgen



Abb. 6: Pocket-Scanner im Einsatz bei der Datenerfassung mittels QR-Code



Abb. 7: Überwachung der aktuellen Vorgänge am Informationsbildschirm in der Halle

Wittenstein hat einen bedarfsgerechten Milkrun basierend auf einer intelligenten bedarfsorientierten Materialflusststeuerung aufgebaut. Das bedeutet, dass der Startzeitpunkt des nächsten Fahrtzyklus variabel durch den Bedarf gesteuert wird. Damit zu keinem Zeitpunkt ein Maschinenstillstand wegen nicht rechtzeitig angelieferten Material auftritt, wird der jeweils nächste Fahrtzyklus spätestens eine Stunde vor der Fertigstellung aller Aufträge gestartet. Das Layout des Milkruns und der Arbeitsplätze wurde beibehalten. Sämtliche IT-Lösungen wurden in die bestehende SAP-Landschaft integriert.

Die Umsetzung erfolgte schrittweise, um die Mitarbeiter sukzessive an die neue Technik und die damit verbundenen Prozesse zu gewöhnen. Zunächst wurden QR-Codes zur Identifizierung des zu transportierenden Fertigungsauftrags als auch der Abhol- und Anlieferflächen eingeführt. Die Mitarbeiter erhielten Pocket-Scanner zum Auslesen der QR-Codes. Im nächsten Schritt wurden softwarebasiert Abfahrtszeitpunkte berechnet, welche die Mitarbeiter auf einem Tabletcomputer vorgeschlagen bekommen inkl. Angabe der nächsten Tour. In der letzten, zeitlich nicht unmittelbar anschließenden Stufe besteht die Option für die Verwendung «intelligenter Werkstückträger», um die erforderliche Informationstransparenz nicht mehr manuell, sondern automatisiert sowie prozess- und ortsunabhängig – beispielsweise durch RFID-Technik – zu schaffen.

Die intelligente Vernetzung der verschiedenen Techniken zu einer bedarfsorientierten Steuerung des Milkruns führte zu einer Reduzierung des Fahraufwands und in Folge zu einer Produktivitätssteigerung um 30 %, weil die Anzahl gefahrener Zyklen sich verringerte, je Zyklus mehr Aufträge transportiert und die zurückgelegten Teilrunden verringert wurden. Die Unternehmen Bosch und ZF haben ähnliche Milkrun-Konzepte eingeführt.



Schumacher Precision Tools GmbH

Standort: Remscheid  
Branche: Zerspanungswerkzeuge  
Beschäftigte: 40  
Website: www.schumachertool.de/



## Digitale Prozessdaten

Das Unternehmen Schumacher Precision Tools aus Remscheid mit ca. 40 Beschäftigten ist bekannt für seine kundenindividuellen Hochleistungs-Zerspanungswerkzeuge. Die Digitalisierungsbemühungen des Betriebes reichen bereits mehr als 25 Jahre zurück, als begonnen wurde, durch die bis heute bestehenden Hochschulkooperationen erfolgreich Experten-Know-how in das Unternehmen zu integrieren. Auch staatliche Förderung hat einen wichtigen Teil zum Erfolg von Forschungsvorhaben beigetragen.

Bereits zu Beginn des Produktstehungsprozesses wird während der Planungsphase auf 3-D-Modelle und digitale Simulationen zurückgegriffen, sog. Computer-aided Planning (CAP). Diese bilden die Grundlage für eine standardisierte Produktion, worunter bspw. Maße oder Prozessangaben zur Herstellung zu verstehen sind, welche weltweite Gültigkeit haben und die für eine gleichbleibende Produktqualität notwendig sind.

Um auf den heutigen Stand zu kommen, musste v. a. jahrelang eine stringente und strukturierte Produkt- und Prozessdatenerfassung durchgeführt werden. Durch die stetige Digitalisierung dieser Daten verfügt Schumacher Precision Tools inzwischen über Datensätze für mehr als 40 000 Werkstücke. Bei der Nutzung digitaler Daten legt das Unternehmen immer einen Fokus auf den Datensicherheitsaspekt, außerdem werden gezielt Schulungen für Mitarbeiter zur Nutzung der Daten durchgeführt.



Abb. 8: Robotergestützte Beschickung einer Werkzeugmaschine

Durch die digital vorliegenden Datensätze könnte der Hersteller jederzeit an verschiedenen Orten ohne Qualitätsunterschiede die Produkte reproduzieren, wobei Fertigungsanlagen diese Daten zeitsparend einlesen können. Die Kunden profitieren von individuellen Lösungen, ermöglicht durch flexible Fertigungsmöglichkeiten, durch die zudem Arbeitsplätze am Stammsitz in Remscheid gesichert werden. Arbeitsplatzverluste durch den Einsatz neuer Technologien gab es bislang keine, wozu vor allem die Qualifizierungsmaßnahmen des Unternehmens einen wichtigen Beitrag leisten.

Schumacher Precision Tools sieht sich mit den bereits etablierten IT-Lösungen nicht am Ende seiner digitalen Entwicklung. In der Planung ist zurzeit ein funktionsübergreifendes Managementsystem, welches den gesamten Betrieb vom Auftragseingang über logistische Abläufe bis zum Einbezug von Qualitäts- und Personalmanagement sowie dem Controlling erfasst. Ziel ist die schnellere und effektivere Umsetzung von Entscheidungen. Damit einher geht, dass aktuell an einem dezentralen cyber-physischen System gearbeitet wird, welches bis zum Jahreswechsel 2018/19 in Form eines Datennetzes zur effizienten Kommunikation zwischen einzelnen Objekten der Produktion beitragen soll. Dies soll es idealerweise erlauben, dass zu fertigende Produkte ihre Prozesse weitestgehend dezentral selbst steuern. Dadurch will Schumacher Precision Tools dazu beitragen, seinen Standortvorteil, der auf einer hochgradig flexiblen Fertigung in Verbindung mit qualifizierten Mitarbeitern beruht, aufrechtzuerhalten.



## Wertschöpfungsbegleitender Datenfluss

Der Werkzeugbau von Phoenix Contact muss sich stets mit den Leistungen externer Lieferanten messen und agiert daher wie ein eigenständiges Unternehmen. Jährlich fertigen 310 Mitarbeiter rund 320 Spritzgießwerkzeuge sowie 10 000 Prototypen und Handmuster. Dabei sind die Kernprozesse des industriellen Werkzeugbaus Engineering/Konstruktion, Arbeitsvorbereitung/Computer-aided Manufacturing (CAM), Mechanische Fertigung und Montage/Try-out. Die einzelnen Kernprozesse sind im Werkzeugbau von Phoenix Contact jeweils weitgehend digitalisiert und zudem miteinander vernetzt (siehe Abbildung 9). So können Daten entlang der Prozesskette durchgängig übernommen und in folgenden Prozessen genutzt werden. Daraus entstehen erhebliche wettbewerbsrelevante Verkürzungen von Durchlauf- und Liegezeiten, Ansätze für neue Dienstleistungen und verbesserte Leistungen für den Werkzeuganwender.

Neben den Kernprozessen ist auch die Vernetzung mit Kunden sowie mit Partnern und Standorten Aufgabe des globalen industriellen Werkzeugbaus.

Die Vernetzung mit dem Kunden nimmt an Bedeutung zu und eröffnet Möglichkeiten für neue Dienstleistungen, bspw. existierende Werkzeugdaten einzusetzen, um das Fließverhalten von plastifiziertem Kunststoff im Werkzeug zu simulieren. Ebenso kann der Werkzeugbau bei der Gestaltung der im Werkzeug herzustellenden Kunststoffteile unterstützen, bspw. wenn es

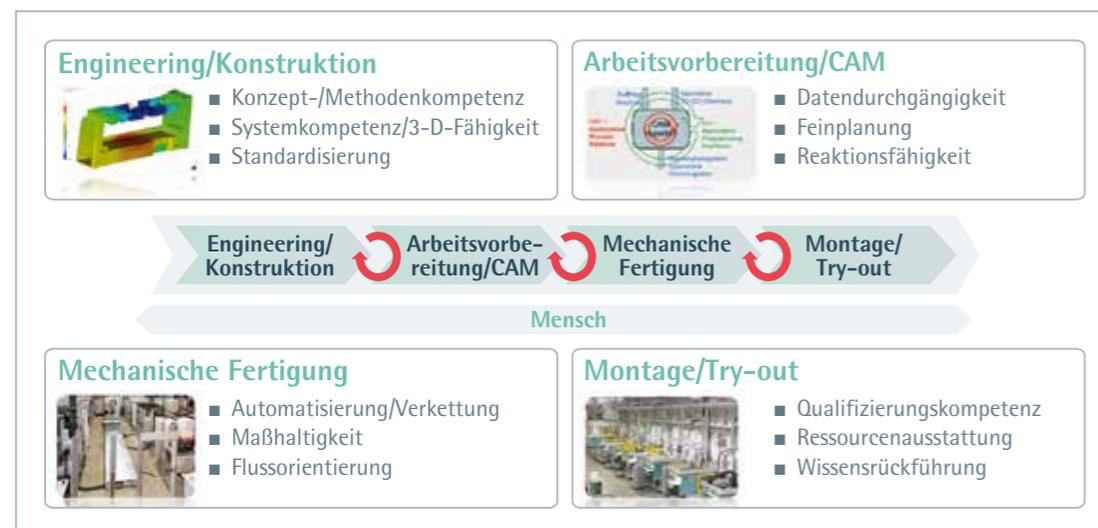


Abb. 9: Prozesskette des industriellen Werkzeugbaus (WZL-Aachen, AWK 2014, Phoenix Contact)



Abb. 10: Verfahrensgemischte automatisierte Werkzeugfertigung

um die Festlegung von Produktmerkmalen geht, die eine wesentliche Auswirkung auf den Aufwand bei der Werkzeugerstellung besitzen. Hierfür können vorhandene 3-D-Daten vom Kunden übernommen und diesem nach Abschluss der Optimierungsarbeiten wieder übergeben werden. Ebenso besteht die Möglichkeit, auf Basis selbst erstellter oder vom Kunden übernommener 3-D-Daten unabhängig von der Werkzeugherstellung in wenigen Tagen mit additiven Fertigungsverfahren (3-D-Druck) Prototypen aus Originalwerkstoffen zu erstellen.

Additive Fertigungsverfahren bieten weitere Vorteile für den Werkzeuganwender. So können Werkzeugkomponenten aus metallischen Werkstoffen gefertigt werden, deren Kühlmittelkanäle sich direkt unter der Werkzetoberfläche befinden. Der Kunststoff kühlt dadurch im Spritzgießwerkzeug schneller ab und der Anwender kann die Zykluszeiten verkürzen und Produktionssteigerungen von bis zu 100 % erreichen.

Durch CAD/CAM-Kopplung können aus Geometriedaten des CAD-Werkzeugmodells NC-Programme für die folgende Fräsbearbeitung teilautomatisiert erstellt werden, dadurch wird eine Reduzierung der Programmierzeiten um 60–70 % ermöglicht.

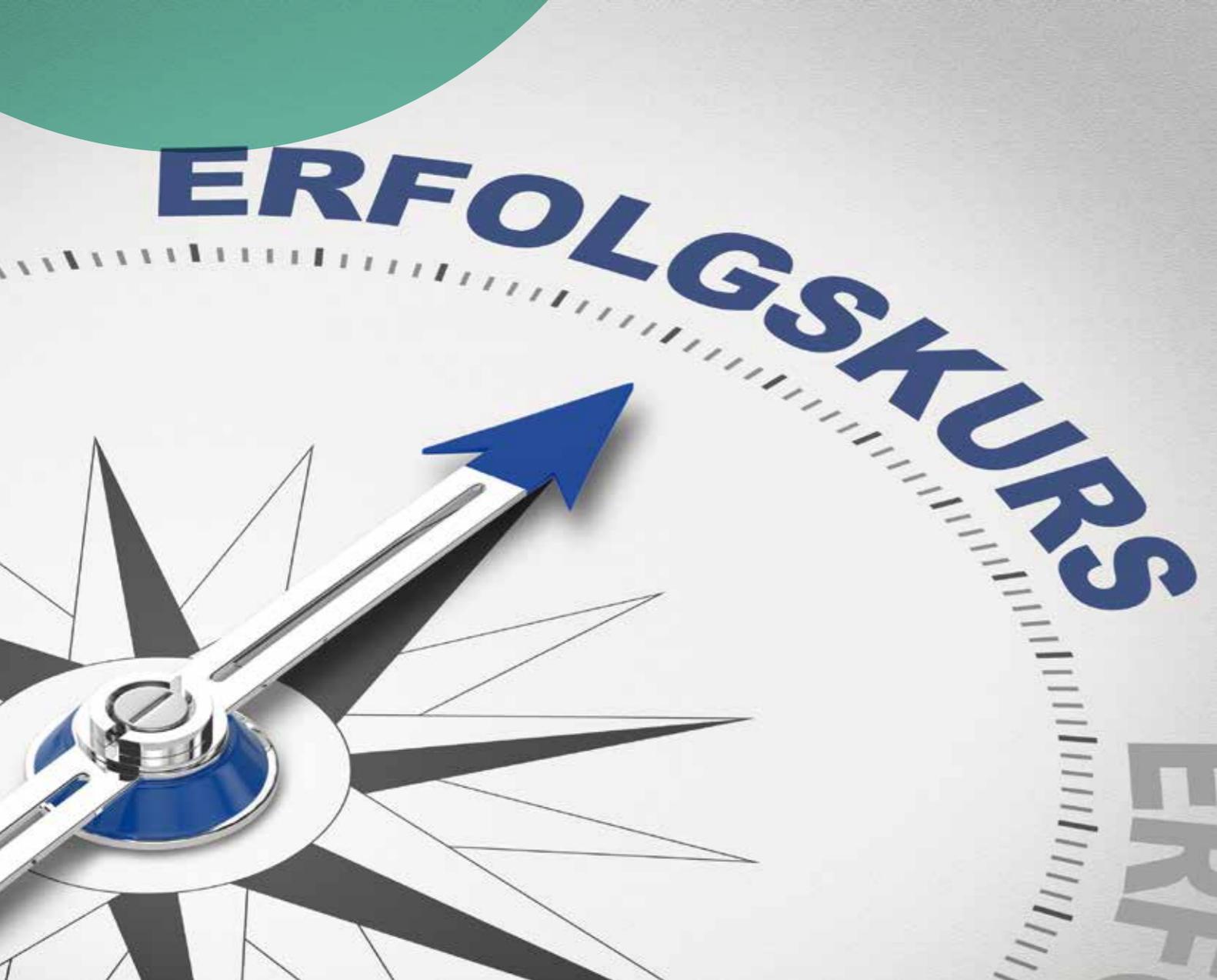
Im Prozess der mechanischen Fertigung wurden die bestehenden umfangreichen einzelnen Prozessschritte in einer Anlage für eine durchgängige verfahrensgemischte automatisierte Fertigung zusammengefasst (siehe Abbildung 10).

Auf diese Weise konnten Liegezeiten um 30 % reduziert werden. Zudem bestanden bei der Werkstückmessung im Rahmen der Erstmusterprüfung Potenziale. Die Werkstücke können dreidimensional im Fertigungsumfeld gemessen und die Daten direkt rechnergestützt mit den 3-D-Konstruktionsdaten abgeglichen werden. Die Durchlaufzeit der gesamten Prozesskette konnte so noch einmal erheblich verkürzt werden.

Die Digitalisierung unterstützt den Werkzeugbau von Phoenix Contact auch bei der Koordination globaler Wertschöpfungsketten. Unter Berücksichtigung der Fertigungsmöglichkeiten und -kapazitäten an verschiedenen Standorten können die Komponenten eines Werkzeugs weltweit parallel gefertigt werden. Die komplexe globale Koordination und Steuerung erfolgt durch ein selbstentwickeltes Produktionsplanungs- und Steuerungssystem.

»Digitalisierung ist kein Selbstzweck – sie muss in der Strategie des Unternehmens fest verankert sein und diese unterstützen.«

**ERFOLGSKURS**



Den Traum einer vernetzten Produktion haben auch andere – auch Wettbewerber, an die bislang niemand dachte, weil es sie noch nicht gab oder weil sie neue Geschäftsmodelle im Zuge der Digitalisierung erschlossen haben!

Unternehmen haben es heute mit sehr aufgeklärten Kunden zu tun, die Produkte im Netz vergleichen und immer höhere Anforderungen stellen. Daher müssen Unternehmen sich von Ideen ihrer Kunden inspirieren lassen! Eine Methode dazu ist das Crowdsourcing.

## DER WANDLUNGSPROZESS IM UNTERNEHMEN

### Grundlegende Ansätze

Der Wandel zur Industrie 4.0 erfordert es, bestehende Strukturen und Prozesse grundlegend zu hinterfragen und bedarfsgerecht anzupassen – davon ist auch das Geschäftsmodell nicht ausgenommen. Die notwendigen Veränderungen können – je nach Ansatz – in unterschiedlichem Umfang und unterschiedlich schnell erfolgen:

■ **Disruptiver Ansatz:** Die sofortige Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und -prozesse sowie ihre strategierorientierte Umsetzung lassen sich aufgrund gewachsener Strukturen meist nicht kurzfristig realisieren, können aber langfristig für den Fortbestand des Unternehmens unverzichtbar sein.

▶ Kurz- bis langfristige Option in Abhängigkeit der Marktdynamik

■ **Progressiver Ansatz:** Die kontinuierliche Überprüfung und strategische Weiterentwicklung bestehender Geschäftsmodelle und -prozesse in Richtung Industrie 4.0 unter Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologie kann üblicherweise kurzfristig erfolgen. Potenziale werden dort genutzt, wo es sinnvoll erscheint.

▶ Kurzfristige Option bei Eignung des Geschäftsmodells auch langfristig sinnvoll

■ **Destruktiver Ansatz:** Wenn Industrie 4.0 das Marktumfeld verändert, aber das eigene Geschäftsmodell und seine Prozesse unverändert bleiben, kann dessen Grundlage entfallen und der Fortbestand des Unternehmens gefährdet werden.

▶ Ungünstige Option Gefahr abgehängt zu werden

Da kurzfristige Änderungen des gesamten Geschäftsmodells oft nicht möglich sind, ist der progressive Ansatz für die Mehrzahl der Unternehmen zielführend. So wird der Wandel zur Industrie 4.0 selbst eingeleitet und aktiv gestaltet. Dadurch können insbesondere kleine und mittlere Unternehmen ihre Position im Wettbewerb sichern, neue Aktivitätsfelder erschließen und Gefährdungen durch mögliche neue Konkurrenten mit disruptiven Ansätzen begrenzen.



»Digitalisierung braucht Struktur.«



## Voraussetzungen

Die Digitalisierung betrifft das gesamte Unternehmen. Deshalb müssen die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Digitalisierung des eigenen Unternehmens sowohl in der Produktion als auch in den unterstützenden indirekten Bereichen geschaffen werden.

Bei der Digitalisierung werden Produktivitätszuwächse durch technische Unterstützung von Informationsflüssen realisiert. Damit dies gelingen kann, ist es erforderlich, den Weg dieser Informationen zu kennen – wie auch bei der Standardisierung von Prozessen im Zusammenhang mit dem Lean Management.

Da Lean Management zwar in den Unternehmen weitgehend bekannt ist, jedoch längst nicht überall gelebte Kultur, sind dort noch nicht alle »konventionellen« Potenziale zur Produktivitätssteigerung ausgeschöpft. Dazu müssen Kommunikations-, Führungs- und Schnittstellenprobleme beseitigt werden – Industrie 4.0 ist nicht die Lösung dieser Probleme!

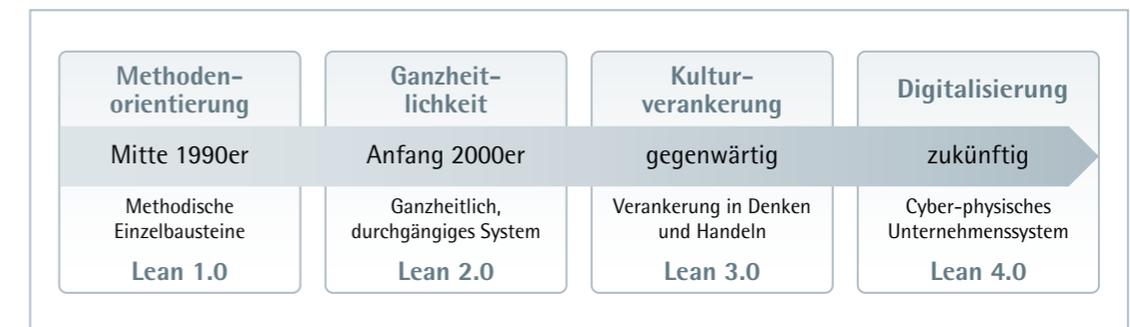


Abb.11: Entwicklung des Lean Managements

## Vorgehen zur kontinuierlichen Weiterentwicklung

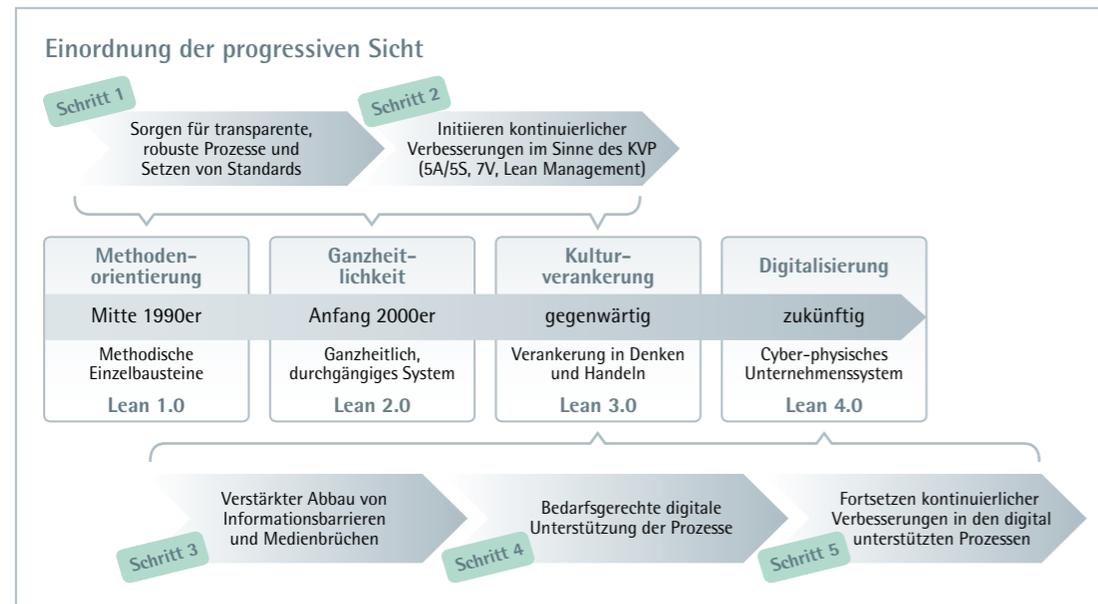


Abb. 12: Einordnung der progressiven Sicht in die Entwicklung des Lean Managements

Die wesentlichen Schritte für ein erfolgreiches Umsetzen von Industrie 4.0, an denen sich Unternehmen orientieren sollten, sind:

### Schritt 1 Sorgen Sie für transparente, klar strukturierte Prozesse und setzen Sie Standards!

Die systematische Beschreibung von Prozessen sorgt für Transparenz und bildet die Grundlage zur Erkennung und Realisierung von Verbesserungspotenzialen. Die jeweils aktuelle Fassung einer Prozessbeschreibung stellt dabei den geltenden Standard dar. 5S und Standardisierung, ausgehend von der Analyse und Optimierung eines einzelnen Arbeitsplatzes bis hin zur prozessorientierten Betrachtung mehrerer Arbeitsplätze, helfen, Transparenz zu schaffen sowie Arbeitsabläufe und -mittel einheitlich zu gestalten und dies für eine allseits verbindliche Ausführung zu dokumentieren (siehe Abbildung 13).

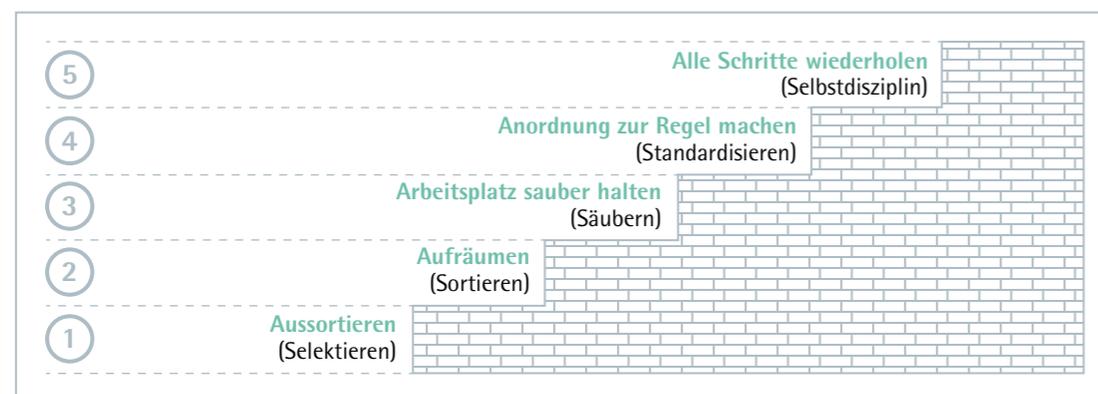


Abb. 13: 5A/5S als Basis für Industrie 4.0

### Schritt 2 Initiieren Sie einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess!

Aufbauend auf standardisierten Prozessen, die allen Beteiligten bekannt sind und gelehrt werden, können Verbesserungspotenziale regelmäßig identifiziert und realisiert werden. Dadurch fließen die veränderlichen Anforderungen der Käufermärkte kontinuierlich in die bedarfsgerechte Arbeitsgestaltung ein. Dieses Vorgehen wird als kontinuierlicher Verbesserungsprozess bezeichnet.

Als Hilfsmittel zur Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten kann Lean Management herangezogen werden, insbesondere die 7 Arten der Verschwendung (siehe Abbildung 14). Damit die Kreativität und Motivation der Mitarbeiter für das Unternehmen genutzt werden können, sollten diese den KVP idealerweise selbst durchführen und dabei durch die Vorgesetzten unterstützt werden. Durchgeführte Verbesserungen sind in die Prozessbeschreibung einzupflegen, sodass der bisherige Standard aktualisiert wird.

Ein wesentlicher Charakter des KVP ist, dass Verbesserungen meist in kleinen Schritten erfolgen – dabei ist Lernen aus Irrtümern ausdrücklich erwünscht und daraus entstehende Korrekturmaßnahmen lassen sich aufgrund der »Kleinschrittigkeit« kurzfristig umsetzen. Die dauerhafte Aufrechterhaltung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses erfordert eine Verankerung in der Unternehmenskultur.



Abb. 14: Sieben Arten der Verschwendung



### Schritt 3 Etablieren Sie Kommunikationsschnittstellen ohne Medienbrüche!

Wenn auf diese Weise die ersten drei Entwicklungsstufen des Lean-Ansatzes erreicht wurden (siehe Abbildung 12), kann der Schwerpunkt des etablierten kontinuierlichen Verbesserungsprozesses auf die Kommunikationsflüsse gerichtet werden. Dabei werden zunächst jene Kommunikationsflüsse priorisiert, die im Hinblick auf die Weiterentwicklung des Geschäftsmodells von strategischer Bedeutung sind. Durch »lean« gestaltete Kommunikation wird die Grundlage der für Industrie 4.0 erforderlichen umfassenden Datenhandhabung schrittweise gebildet. Zu diesem Zweck sind die Erzeugung, Erfassung, Weiterleitung, Verarbeitung und Nutzung von Informationen prozessorientiert zu betrachten und Informationsbarrieren sowie Medienbrüche systematisch abzubauen. Digitale Datenbestände sollten nicht redundant gepflegt werden müssen. Außerdem müssen sie einheitlich und fehlerfrei sein. Dazu zählen auch ein weitgehender Verzicht auf Papier und die Abstimmung digitaler Austauschformate.

### Schritt 4 Nutzen Sie gezielt die Möglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnologie!

Ausgehend von schlanken Kommunikationsflüssen, können die Möglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) mit Blick auf Potenziale für die eigenen Prozesse betrachtet werden. Die Umsetzung identifizierter Verbesserungspotenziale erfolgt bedarfsgerecht im Rahmen des KVP. Durch die IKT werden nicht nur die Informationsflüsse weiter verbessert, sondern es entstehen auch neue Gestaltungsmöglichkeiten für Prozesse. In der Logistik können bspw. Materialbewegungen funkbasiert erfasst werden anstatt durch Hand-scanner. In Produktionsbereichen können Zustände von Arbeitsmitteln und Werkzeugen kontinuierlich erfasst und zentral bereitgestellt werden. Eine bedarfsgerechte Bereitstellung von Informationen für Mitarbeiter bspw. in der Montage können Assistenzsysteme mittels Smartwatches, Datenbrillen etc. leisten.

Somit werden – entsprechend dem Charakter von KVP – immer nur jene Bestandteile von Industrie 4.0 (siehe Kapitel Potenziale für die Arbeitsgestaltung ab Seite 10) schrittweise in die betriebliche Praxis eingebracht, die für das Unternehmen nutzbringend sind. Technisch oder organisatorisch prinzipiell mögliche Änderungen, für die kein Nutzen zu erwarten ist, werden nicht umgesetzt.

Ein wesentlicher Aspekt zur Sicherstellung von Nutzen und Akzeptanz ist die Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz – sowohl betrieblicher als auch personenbezogener Daten.

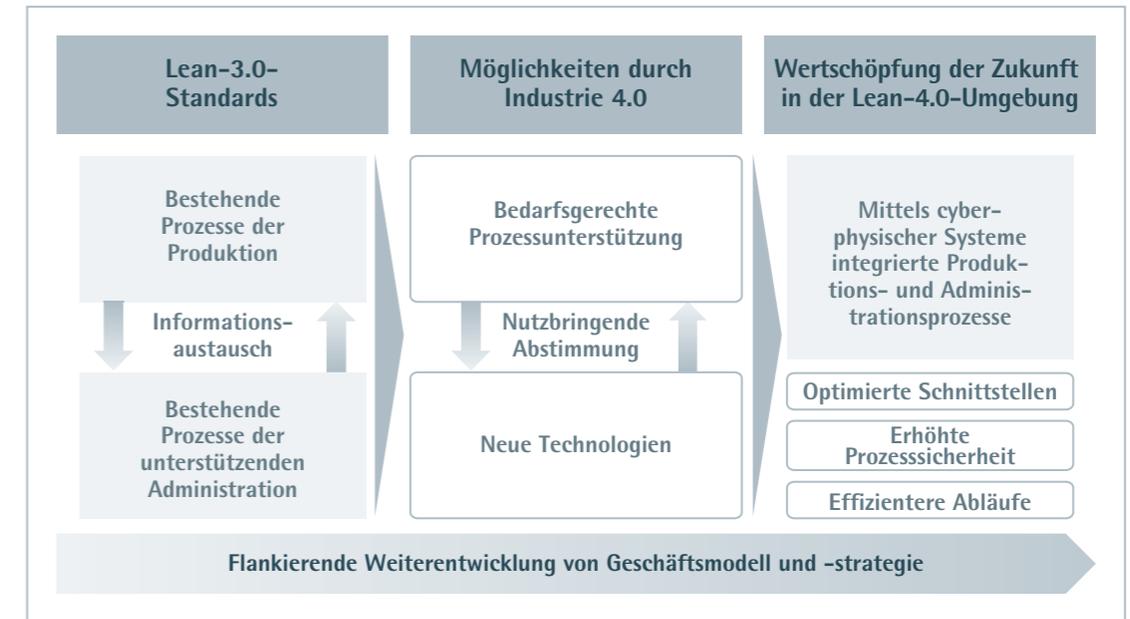


Abb. 15: Entwicklung zum digitalisierten Unternehmen

### Schritt 5 Setzen Sie kontinuierliche Verbesserungen in den digital unterstützten Prozessen konsequent fort!

Schließlich ist sicherzustellen, dass der kontinuierliche Verbesserungsprozess auch in der digitalisierten Arbeitswelt gelebt wird und in der Unternehmenskultur verankert bleibt. So werden bestehende Standards weiterhin kontinuierlich hinterfragt, auf Verbesserungspotenziale überprüft und weiterentwickelt. Dies ist insbesondere bei digital unterstützten Informationsflüssen wichtig, weil diese im Gegensatz zu physischen Materialflüssen nicht mit bloßem Auge sichtbar sind.

Werden die Informationsflüsse analysiert und zu Zahlen, Daten und Fakten aufbereitet, können diese in den kontinuierlichen Verbesserungsprozess einfließen.

Mittel- bis langfristig sind auf diese Weise nicht nur Prozesse im eigenen Unternehmen zu verbessern, sondern auch die Vernetzung mit internen und externen Partnern entlang der Wertschöpfungskette. Dazu muss im Unternehmen festgestellt werden, welche Informationen von Partnern benötigt werden und welche zum gegenseitigen Vorteil geteilt werden können.

Die Umsetzung von 5S und die damit verbundene Etablierung von Standards, und die Optimierung von Prozessen hinsichtlich der 7 Arten der Verschwendung ist im Grunde nichts Neues und deshalb unabhängig von jeglichen Bestrebungen der Unternehmen, Industrie 4.0 umzusetzen. Vielmehr sind sie die Basis in jeglicher Hinsicht für effizient funktionierende Prozesse. Ganzheitliche Produktionssysteme erhalten durch Industrie 4.0 weitere Optimierungsmöglichkeiten.

Letztlich ist der Wandel zur Industrie 4.0 eine Aufforderung an Unternehmen, innovative Geschäftsmodelle, Strategien und Prozesse zu entwickeln – unter Einbeziehung von Informations- und Kommunikationstechnik.



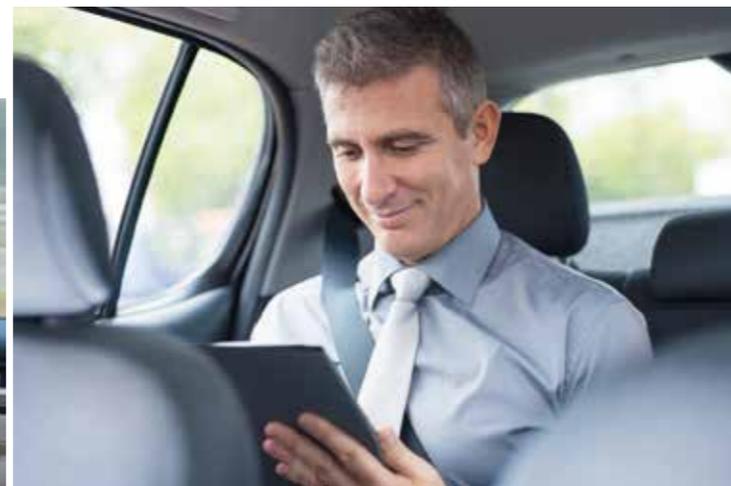
## Der Mensch auf dem Weg in die Industrie 4.0

»Offen und qualifiziert der Zukunft entgegen – wer nicht mit der Zeit geht, geht mit der Zeit.«

Beschäftigte sollten von Beginn an in die Planungs- und Umstellungsaktivitäten einbezogen werden. Dazu können bspw. in abgegrenzten Bereichen anhand von Pilotversuchen praktische Erfahrungen gesammelt werden. Diese verdeutlichen den Nutzen des digitalen Wandels, führen zu einer hohen Identifikation mit entwickelten Lösungen, zum Erkennen von Nutzen (bspw. physische und kognitive Entlastung oder Verbesserung des Arbeitsschutzes) und zum Abbau von Vorbehalten. Bedarfsgerechte Qualifikationsmaßnahmen sorgen dabei für Unterstützung der Mitarbeiter (bspw. zur Bedienung der Geräte).

Entsprechend dem KVP-Gedanken werden so Tätigkeiten und Berufsbilder schrittweise weiterentwickelt. Dies spiegelt sich in der beruflichen Aus- und Weiterbildung wieder. Dort werden verstärkt IT-Kenntnisse und Systemverständnis vermittelt. So müssen IT-Fachkräfte ein Verständnis für ihr Einsatzfeld erlangen, bspw. für die Produktion – umgekehrt müssen Produktionsexperten die Möglichkeiten der IKT für die Produktion verstehen. Dieser Austausch kann durch eine ausreichende Kommunikationskompetenz gestärkt werden – sie beugt zugleich Missverständnissen vor.

Angesichts der hohen Entwicklungsdynamik digitaler Technologien müssen Beschäftigte eine hohe Lern- und Veränderungsbereitschaft entwickeln. Dies erfordert einen Wandel im Denken des Einzelnen und in der gesamten Unternehmenskultur. Die Führung des Unternehmens, ausgehend vom Topmanagement, übernimmt hierbei eine entscheidende Rolle. Nur durch eine gute Führung und eine angemessene Fehlerkultur kann ein Wandel im Denken erreicht werden.



## »Wohin führt der Weg?«

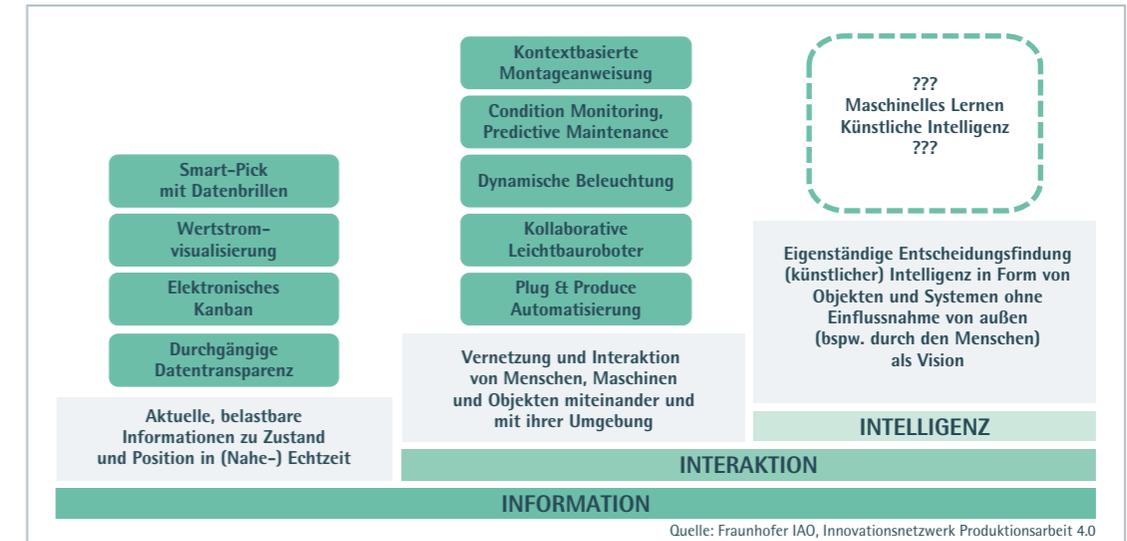


Abb. 16: Entwicklungsstufen der Nutzung von Daten in der Produktion

## Allgemeine Entwicklungsperspektive

Die Digitalisierung und die Nutzung der damit verbundenen Möglichkeiten erfolgen schrittweise. Grundsätzlich lassen sich drei Entwicklungsstufen unterscheiden:

- **Information:** Ausgehend von klar definierten Prozessen werden Daten echtzeitnah erfasst und bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt. Die Herausforderung besteht darin, Informationsströme so zu gestalten, dass die richtige Information, in der richtigen Form, zum richtigen Zeitpunkt, am richtigen Ort verfügbar ist. Beherrschte Informationsströme sind die Grundlage für die Digitalisierung der Produktion.
- **Interaktion:** Sind alle erforderlichen Informationen verfügbar, kann die Interaktion von Menschen, Maschinen und zu produzierenden Objekten erfolgen. Wie dies aussehen kann, zeigen die Beispiele im vorherigen Kapitel. Die Unternehmen müssen sich überlegen, an welchen Stellen digitale Hilfsmittel sinnvoll sind, um die Produktivität zu steigern. Dabei muss der Mensch Möglichkeiten erhalten, durch Nutzung der digital vorliegenden Informationen Prozesse aktiv zu steuern.
- **Intelligenz:** Als Fortsetzung dieser Entwicklung sind Formen künstlicher Intelligenz vorstellbar. Es ist jedoch in weiter Ferne, dass sich Produktionsanlagen selbst steuern und der Einfluss des Menschen auf ein absolutes Minimum zurückgefahren wird – wenn dies denn überhaupt jemals Realität werden wird. Menschenleere Fabrikhallen, wie sie bereits in den 1980er- und 1990er-Jahren aufgrund von CIM befürchtet wurden, sind auch durch den Wandel zur Industrie 4.0 nicht zu erwarten.

Innerhalb eines Unternehmens kann die Entwicklung entlang der drei Stufen je nach Einsatzbereich unterschiedlich fortgeschritten sein.



## Leitfragen

Die folgenden Leitfragen sollen Ihnen helfen, Ihr eigenes Unternehmen mit Blick auf Potenziale der Industrie 4.0 zu betrachten:

### Geschäftsmodell, Strategie und Marktanforderungen

Was bedeutet Industrie 4.0 für mein Unternehmen, das bestehende sowie zukünftige Geschäftsmodell und die Strategie des Unternehmens? Wo wollen wir hin? Wie kann Industrie 4.0 uns dabei helfen? Was kostet das? Wie amortisiert sich das?

Wie beurteile ich durch die »progressive Sichtweise« mein bestehendes Geschäftsmodell, meine Strategie und meine Geschäftsprozesse? Welche kurzfristigen Änderungsforderungen erwarten mich? Was machen wir aktuell bereits, was »Industrie 4.0« ist, nur von uns nie so bezeichnet wurde?

Fordern meine Kunden bzw. meine Lieferanten von mir aktuell Änderungen und damit einhergehend Maßnahmen zur Einführung von Industrie 4.0? Falls nein, wann werden sie dies voraussichtlich in der Zukunft tun? Was brauchen wir, um unseren Standort bzw. unser Produkt zu stärken bzw. weiterzuentwickeln sowie im (starken) Wettbewerb zu bestehen? Welchen möglichen Partnern gegenüber sollte ich mich als Unternehmen weiter öffnen (ggf. auch Daten zur Verfügung stellen)? Was unternimmt die Konkurrenz?

Welche Anwendung aus der Industrie 4.0 nutzen meine Wettbewerber und wie stark gefährden diese mein aktuelles und zukünftiges Geschäft?

Was brauche ich für mein Unternehmen aus dem »ganzheitlichen Werkzeugkasten von Industrie 4.0«? Welche Chancen und Risiken ergeben sich daraus für mein Unternehmen?

### Ausgangslage im eigenen Unternehmen

Welche Voraussetzungen zur Implementierung von Anwendungen aus der Industrie 4.0 in meinem Unternehmen liegen bereits vor, welche müssen geschaffen werden und welche Hindernisse können dabei auftreten (bspw. Lean Management)?

Welche Ansätze zur zeitlichen und zur räumlichen Flexibilisierung sind in meinem Unternehmen bereits vorhanden und wie können diese weiterentwickelt werden?

Welche Änderungen würden sich bei mir im Unternehmen für die Prozessorganisation und für die Mitarbeiter ergeben?

### Technische Möglichkeiten

Wo können Assistenzsysteme zur situativen Informationsbereitstellung in meinem Unternehmen eingesetzt werden (bspw. in der Montage)?

Welche Möglichkeiten bietet die Mensch-Roboter-Kollaboration für mein Unternehmen?

Welche Auswirkungen haben Assistenzsysteme – insbesondere zur Informationsbereitstellung – auf das Entgelt und die Arbeitszeitgestaltung in meinem Unternehmen?

Was wird wirklich benötigt? Welche technischen Systeme bringen in welcher Art und Weise einen Mehrwert? Wie hoch wird der mit der Einführung verbundene Aufwand voraussichtlich ausfallen?

### Qualifikationsbedarf

Welche Qualifikationen und Kompetenzen sind für spezifische Tätigkeiten zukünftig in meinem Unternehmen erforderlich (bspw. in der IT oder in der Selbstorganisation)?

Welcher Qualifikationsbedarf ergibt sich bei einer Umstellung der Produktion in meinem Unternehmen?

### Erfahrungsaustausch

Welche Kontakte habe ich, die ich zum Austausch über Themen der Industrie 4.0 – Arbeitsschutz, Arbeitsorganisation, technische Lösungen, Schulungsanbieter – nutzen kann (bspw. zu Arbeitgeberverbänden und in Clustern)?

Wie oft besuche ich Veranstaltungen, Kongresse und Messen zum Thema Industrie 4.0, um mich auf den aktuellen Stand der Entwicklung zu bringen und zu bleiben?

Für Rückfragen und zur Förderung des Informationsaustauschs stehen Ihnen Ihr Arbeitgeberverband und das ifaa gerne zur Verfügung!



## ZUSATZINFORMATIONEN

**Glossar** Kontinuierlich gepflegtes Glossar  
<http://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/48960/> 

**Film**  Nutzung einer Datenbrille im Lagerbereich zur Kommissionierung, zur Kollisionsvermeidung, zur Ad-hoc-Wartung (Bsp. itizzimo)  
<https://www.youtube.com/watch?v=ZWsBHISQqjA>

**Film** Einsatz der Mensch-Roboter-Kollaboration zur körperlichen Entlastung beim Zusammenbau von Fahrzeugtüren (Bsp. BMW)  
<https://www.youtube.com/watch?v=syZkY83j5VI> 

**Film**  Big Data (bei ThyssenKrupp)  
<https://www.youtube.com/watch?v=SGXTWLQ76jl>

**Film** Industrie 4.0 bei Bosch in Blaichach  
<https://www.youtube.com/watch?v=4DXYhUCANiQ> 

**Film**  Vernetzte Produktion der Möbelfertigung  
<https://www.youtube.com/watch?v=S6ilETO1zj8>

**Film** Siemens: Antworten für die Zukunft der Industrie  
<https://www.youtube.com/watch?v=KCPpIfBRzrU> 

**Weitere Informationen** Plattform zum internationalen Austausch über Industrie 4.0 inkl. Angabe vielseitiger Praxisbeispiele  
[www.plattform-i40.de](http://www.plattform-i40.de) 

**Weitere Informationen**  Förderinitiativen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie  
[www.mittelstand-digital.de](http://www.mittelstand-digital.de)

**Buch** 5S als Basis des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses, ifaa, Springer Vieweg, 2016 inkl. Methodenkarten zum Download  
<http://www.springer.com/de/book/9783662485514> 

**Studie**  Industrie 4.0 in der Metall- und Elektroindustrie  
[http://www.arbeitswissenschaft.net/fileadmin/user\\_upload/Dokumente/Studie\\_Industrie\\_4\\_0\\_druck\\_final.pdf](http://www.arbeitswissenschaft.net/fileadmin/user_upload/Dokumente/Studie_Industrie_4_0_druck_final.pdf)

### Autoren

Börkircher, Mikko  
 METALL NRW Verband der Metall- und Elektro-Industrie Nordrhein-Westfalen e. V.  
 Frank, Heiko  
 Wittenstein AG  
 Gärtner, Ralf  
 Phoenix Contact GmbH & Co. KG  
 Hasse, Ferdinand  
 Phoenix Contact GmbH & Co. KG  
 Jeske, Tim  
 Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V.  
 Lennings, Frank  
 Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V.

Schniering, Bernd  
 Schumacher Precision Tools GmbH  
 Spaniol, Hanns Peter  
 Heusch GmbH & Co. KG  
 Stowasser, Sascha  
 Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V.  
 Weber, Marc-André  
 Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V.  
 Wintergerst, Karl-Heinz  
 Fujitsu Technology Solutions GmbH  
 Wüseke, Frauke  
 Schumacher Precision Tools GmbH

## Impressum

Zur besseren Lesbarkeit wird in der gesamten Publikation die männliche Form verwendet.  
Die Angaben beziehen sich auf beide Geschlechter, sofern nicht ausdrücklich auf ein Geschlecht Bezug genommen wird.

**Herausgeber:**  
Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V. (ifaa)  
www.arbeitswissenschaft.net

**Bezugsmöglichkeit:**  
Sonja Bobbert, s.bobbert@ifaa-mail.de

**Druck:**  
Heider Druck GmbH, Bergisch Gladbach

**Erscheinungsjahr:**  
2016

**Titelfoto:**  
kimtaro2008 & 3dkombinat/fotolia.de

### **Bildnachweise:**

- S. 6: VRD, Diego Cervo, Andrey Popov, nanuvision, Oleksiy Mark, contrastwerkstatt, Minko Chernev, lev dolgachov, RioPatuca Images, weseetheworld, bloomua (fotolia.de); Fraunhofer IESE
- S. 8: everythingpossible/fotolia.de
- S. 9: eigene Darstellung in Anlehnung an Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)
- S. 10: Boggy/fotolia.de
- S. 12: Mopic, Jrgen Fichle (fotolia.de); Institut für Produktionssysteme, www.ips.do, Quelle des Schweißers: www.grueter.com; Fraunhofer IPA, Foto: Rainer Bez
- S. 13: vege, Robert Kneschke, nakophotography (fotolia.de); Fraunhofer IAQ, www.KapaflexCy.de
- S. 14: PhotoSG, Sashkin, Julien Eichinger (fotolia.de); Fraunhofer IFF
- S. 15: Bosch AQUIAS; Luc Viatour/www.Lucnix.be
- S. 16: magele/fotolia.de
- S. 28: Coloures-pic/fotolia.de
- S. 33: Maksym Yemelyanov, cartoonresource, Maksym Yemelyanov, industrieblick, stockpics, Alterfalter, WavebreakMediaMicro (fotolia.de)
- S. 36: Paulus Rusyanto, Rido (fotolia.de)



Herausgeber:  
Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V. (ifaa)  
Uerdinger Straße 56, 40474 Düsseldorf  
Telefon: +49 211 54 22 63-0  
Telefax: +49 211 54 22 63-37  
E-Mail: [info@ifaa-mail.de](mailto:info@ifaa-mail.de)  
[www.arbeitswissenschaft.net](http://www.arbeitswissenschaft.net)