

TEIL 2

# DIGITALISIERUNG & INDUSTRIE 4.0

## Good-Practice-Ansätze zur erfolgreichen Umsetzung

Ideen und Konzepte | Chancen und Herausforderungen | Einführung und Anwendung





# INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	04
Was Unternehmen bewegt – Erwartungen an die Digitalisierung	07
Digitalisierung und Industrie 4.0 – Ansätze und Lösungen	11
Datenerfassung mittels Sensorik	13
Vernetzung und Prozessintegration	14
Digitales Engineering	16
Mensch-Maschine-Interaktion	17
Rahmenbedingungen und Perspektiven aus Markt, Organisation und Technik – das Passende für das eigene Unternehmen finden	19
Bedarfe jenseits der Technik – Umsetzung der ausgewählten Digitalisierungsmaßnahmen	27
Arbeitsgestaltung	27
Arbeitsorganisation	28
Arbeits- und Gesundheitsschutz	31
Qualifikation und Qualifizierung	32
Betriebs- und Arbeitszeit	34
Entgelt	35
Datenschutz	36
Datensicherheit	38
Mitbestimmung	39
Externe Unterstützung	42
Wirtschaftlichkeit und Erfolg	45
Empfehlungen zur Gestaltung des digitalen Wandels – Erfahrungen aus der Praxis	51
Autoren	55
Zusatzinformationen	56
Quellennachweise	57
Impressum	58

## VORWORT

Vernetzte Digitalisierung und Industrie 4.0 ist längst in der industriellen Arbeitswelt angekommen. Das Interesse der Unternehmen, sich mit der Thematik zu beschäftigen, ist seit vielen Jahren ständig steigend. Die Umsetzung schreitet immer weiter voran. Manche Betriebe sind in der Findungs- und Entwicklungsphase, andere nutzen bereits ausgewählte Technologien.

Eine Studie des ifaa aus dem Jahr 2015 zeigte noch, dass das Verständnis für Digitalisierung/Industrie 4.0 damals bei den betrieblichen Akteuren oftmals fehlte. Heute sind wir weiter: Entscheider in den Unternehmen informieren sich auf breiter Linie, besuchen Modell- und Lernfabriken und entwickeln eigene Ansätze, wie sie die Digitalisierung selbst nutzen können. Eine weitere ifaa-Studie im Rahmen des Forschungsprojekts TransWork aus dem Jahr 2017 zeigt, dass sich die Unternehmen signifikante Produktivitätssteigerungen durch Digitalisierung/Industrie 4.0 von durchschnittlich 32 Prozent in der nahen Zukunft versprechen – das ist eine wesentliche Voraussetzung, um die Wettbewerbsfähigkeit des Produktionsstandorts Deutschland international weiter auszubauen.

Die Umsetzung von Digitalisierung/Industrie 4.0 muss ganzheitlich im Sinne von Unternehmen, Beschäftigten, Sozialpartnern und Politik gestaltet werden. Nur dann können die Potenziale, welche die Digitalisierung bietet, vollkommen ausgeschöpft werden. Dafür bedarf es einer klar strukturierten Vorgehensweise, welche sich mit strategischen Fragen der Geschäftsmodellentwicklung genauso auseinandersetzt wie mit Auswirkungen auf alltägliche betriebliche Prozesse. Zur Erleichterung dieser Aufgabe hat das ifaa eine



Checkliste (siehe Checkliste »Digitalisierung & Industrie 4.0 in der Praxis« [↓ Downloadlink](#) siehe S. 56) mit Fragen aus elf Handlungsfeldern entwickelt, welche beachtet werden sollten und somit Anregungen für die Umsetzung von Digitalisierung/Industrie 4.0 bieten. Die elf Handlungsfelder finden sich auch in dieser Broschüre wieder.

Sie soll Unternehmen, Verbänden und weiteren Institutionen Anregungen geben, wie ausgewählte Unternehmen mit diesen Fragen umgegangen sind. Durch die Beschreibung der Praxisbeispiele und eine Vielzahl an Zitaten aus deren Umsetzung wird vermittelt, wie die Verantwortlichen für die Digitalisierung passende technische Lösungen identifiziert haben, mit Herausforderungen bei der Umsetzung umgegangen sind und alle Beteiligten mitnehmen konnten.

Mein besonderer Dank gilt den an dieser Broschüre beteiligten Unternehmensvertretern, die ihre Praxiserfahrungen in umfangreichen Interviews geteilt und somit zum Gelingen dieser Broschüre maßgeblich beigetragen haben.

Ihr

Prof. Dr.-Ing. Sascha Stowasser

*Direktor des ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V.*



»Am Anfang muss eine Idee stehen. Am Ende ein Konzept zur Umsetzung.«



## WAS UNTERNEHMEN BEWEGT

### Erwartungen an die Digitalisierung

Die Digitalisierung in der produzierenden Industrie und die Transformation zur Industrie 4.0 eröffnen neue Möglichkeiten der Effizienz- und Produktivitätssteigerung. Die neuen technologischen Möglichkeiten verändern Arbeitsinhalte, -prozesse und -umgebungen. Eine adäquate Arbeitsorganisation und -gestaltung für die geänderten Bedingungen sind von sehr hoher Bedeutung. Die Umsetzung der Digitalisierung kann durch einen erweiterten soziotechnischen Ansatz gesichert werden, der neben der Technik weitere betriebliche Gestaltungsfelder berücksichtigt.

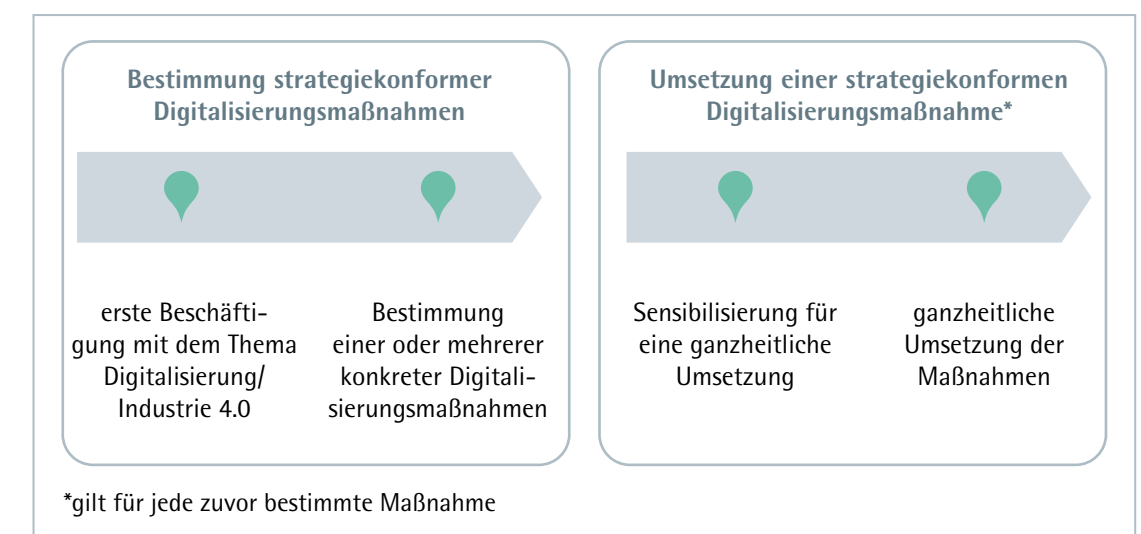


Abbildung 1: Bestimmung und Umsetzung von Digitalisierungsmaßnahmen

Strategische Möglichkeiten zur Nutzung der Digitalisierung sind sukzessive auf die operationale Ebene herunterzubrechen und zu konkretisieren. Nur dadurch sind die täglichen Arbeitsabläufe zielgerichtet zu beeinflussen. Dabei muss ein ganzheitlicher Ansatz zur Digitalisierung der Arbeitsprozesse sowohl für einzelne Arbeitsplätze als auch für das gesamte Produktionssystem gelten. Hierfür müssen betriebliche Akteure bei der erfolgreichen Transformation zur Industrie 4.0 im betrieblichen Alltag die »Bedarfe jenseits der Technik« berücksichtigen.

Individuelle Digitalisierungsmaßnahmen können mittels einer zweistufigen Analysemethode des ifaa (siehe Checkliste »Digitalisierung & Industrie 4.0 in der Praxis« [↓ Downloadlink](#) siehe S. 56) bestimmt und gestaltet werden. Diese Methode sollte idealerweise durch ein »Digitalisierungsteam« im Unternehmen umgesetzt werden, welches interdisziplinär besetzt ist. Die Analyse selbst umfasst vielseitige anregende Fragen, die dabei helfen, die eigene unternehmensspezifische Situation zu analysieren und zielführende Maßnahmen abzuleiten.

Zuerst wird ermittelt, welchen Stellenwert die Digitalisierung im Marktumfeld einnimmt und wie gut das eigene Unternehmen bereits aufgestellt ist. Daran anschließend werden Digitalisierungsmaßnahmen, mit denen sich ein Unternehmen auseinandersetzen möchte, konkretisiert. Hierunter werden beispielsweise die Nutzung von Tablets zur Informations-

bereitstellung, die Nutzung kollaborierender Roboter oder die Einführung additiver Fertigungsverfahren verstanden. Im Anschluss muss für jede dieser Maßnahmen jeweils die Umsetzung konzipiert werden. Dabei sind – neben den technischen Aspekten – elf Handlungsfelder zu betrachten, um eine ganzheitliche Umsetzung zu gewährleisten (siehe Abbildung 2).

In jedem der elf Handlungsfelder gibt es vielseitige Bestandteile, die aufeinander abzustimmen sind. Zunächst muss jeder im »Digitalisierungsteam« für die Chancen und Risiken des jeweiligen Handlungsfeldes sensibilisiert werden. Danach werden zu erledigende Aufgaben je Handlungsfeld abgeleitet, um die Chancen zu steigern und die Risiken zu reduzieren beziehungsweise zu eliminieren.

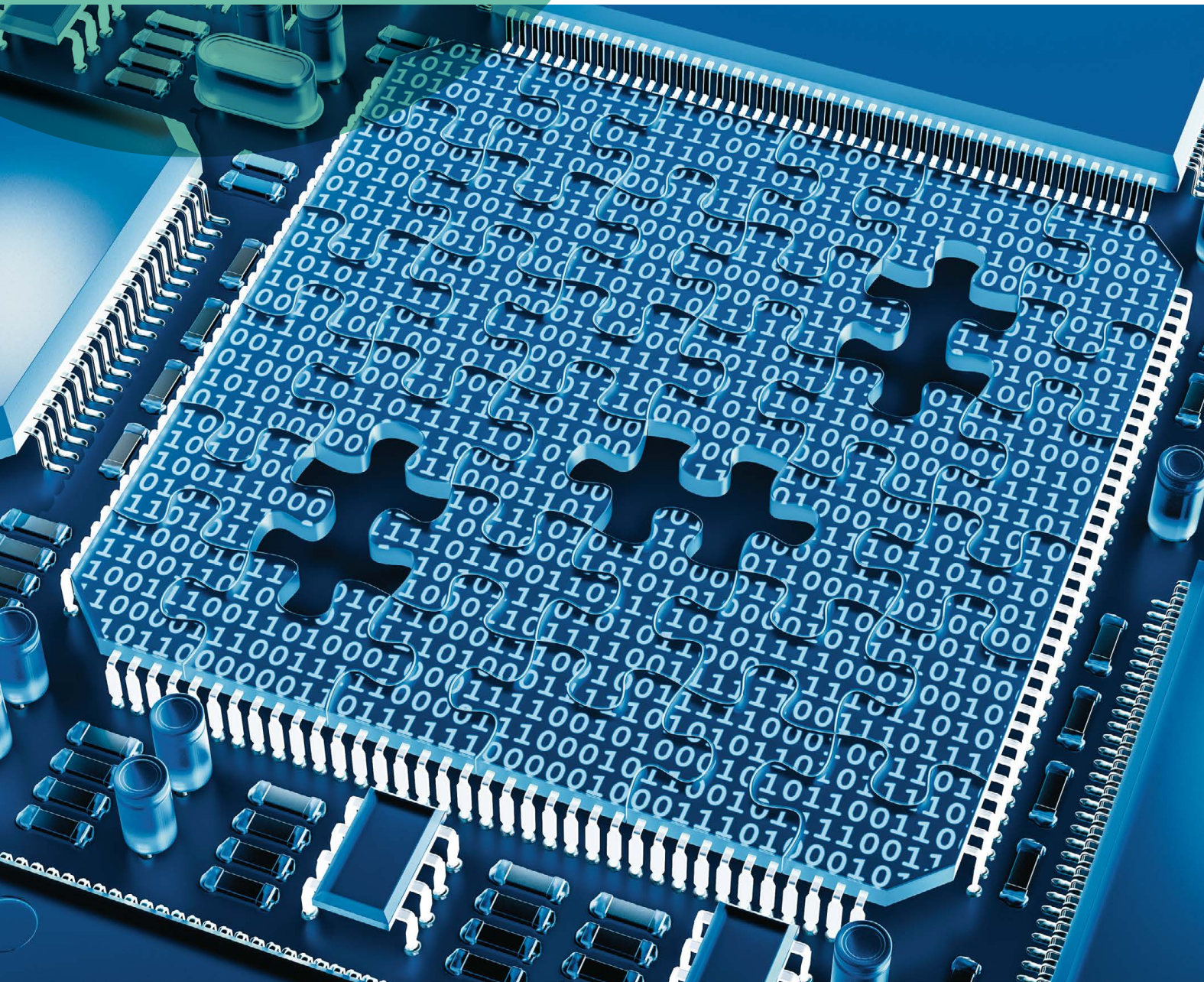
Details zur Anwendung und Nutzung dieser Analysemethode finden sich in der ifaa-Checkliste »Digitalisierung & Industrie 4.0 in der Praxis« ([↓ Downloadlink](#) siehe S. 56).



Abbildung 2: Bei der Einführung von Digitalisierung/Industrie 4.0 zu berücksichtigende Handlungsfelder



»Problem zieht  
Technik. Und Technik  
löst das Problem.«



## DIGITALISIERUNG UND INDUSTRIE 4.0

### Ansätze und Lösungen

Technische Ansätze und Lösungen der Digitalisierung/Industrie 4.0 fallen sehr unterschiedlich aus. Die Vielfalt möglicher Technologien lässt sich anhand existierender Beispiele aus der Praxis veranschaulichen. Die folgenden Unternehmen sind Vorreiter bei der Implementierung neuer technischer Systeme. Sie geben dazu interessante Einblicke, wie sie ihre Digitalisierungsmaßnahmen umgesetzt haben. Dazu werden in diesem Kapitel die technischen Lösungen vorgestellt und anschließend Chancen und Herausforderungen, denen sich die Unternehmen mit Blick auf die zuvor gezeigten Handlungsfelder gestellt haben, verdeutlicht.



AVOLA MASCHINENFABRIK A. Volkenborn  
GmbH & CO. KG

Standort: Hattingen  
Branche: Bau- und Baustoffmaschinen  
Beschäftigte: 35  
Website: [www.avola.de](http://www.avola.de)



DAS HERZ DER FRISCHE

BITZER Kühlmaschinenbau GmbH

Standort: Sindelfingen  
Branche: Kälte- und Klimatechnik  
Beschäftigte: 3 500 (weltweit an 64 Standorten,  
davon 16 Produktionsstätten)  
Website: [www.bitzer.de](http://www.bitzer.de)





EBG group

Standort: Lünen, Kierspe, Ostrava (CZ)  
Branche: Elektro- und Kunststofftechnik, Werkzeugbau  
Beschäftigte: 450  
Website: www.ebg-group.com



Heidelberger Druckmaschinen AG

Standort: Wiesloch  
Branche: Druckmaschinenfabrik, Elektronikfertigung  
Beschäftigte: 4 100 (am Standort)  
Website: www.heidelberg.com



ILLIG Maschinenbau GmbH & Co. KG

Standort: Heilbronn  
Branche: Thermoformung, Verpackungstechnik, Werkzeugbau  
Beschäftigte: 800 (weltweit)  
Website: www.illig.de



Josef Schulte GmbH

Standort: Delbrück  
Branche: Wellpappverpackungen  
Beschäftigte: 110  
Website: www.schulte-kartonagen.de



paragon AG

Standort: Delbrück  
Branche: Automobilelektronik  
Beschäftigte: 850  
Website: www.paragon.ag



Paul Hettich GmbH & Co. KG

Standort: Kirchlegern  
Branche: Möbelindustrie, Metallwaren  
Beschäftigte: 3 600 (in Deutschland)  
Website: www.hettich.com



PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG

Standort: Blomberg  
Branche: Elektrotechnik  
Beschäftigte: 16 500 (weltweit), 8 200 (in Deutschland), rund 600 (im hauseigenen Maschinen- und Werkzeugbau)  
Website: www.phoenixcontact.com



WALDNER Laboreinrichtungen GmbH & Co. KG

Standort: Wangen  
Branche: Laboreinrichtungen  
Beschäftigte: 1 400 (weltweit)  
Website: www.waldner-lab.de

## Datenerfassung mittels Sensorik

»Besonders im Bereich der automatisierten Datenerfassung mittels Sensorik, der Datenspeicherung und der Datenauswertung sind viele Unternehmen aktiv und intensivieren ihre Vorhaben – angefangen beim Aufbau einer geeigneten Infrastruktur für die Datenerfassung bis hin zu einer komplett automatisierten Datenverarbeitung.«

Die Heidelberger Druckmaschinen AG hat ein Manufacturing Execution System (MES) eingeführt, das einen wichtigen Schritt zum Verbreitern der Datenbasis in der Produktion darstellt. Das System erfasst Produkt- und Prozessdaten im Produktionsprozess und ermöglicht eine Auswertung der Prozesswerte und somit eine gezielte Schwachstellenanalyse. Im MES wird eine Vielzahl an Daten über die Produkte und deren Produktionsprozesse gesammelt, zum Beispiel Messergebnisse, Chargenbezeichnungen, die zur Herstellung der Produkte verwendeten Einstellwerte der Maschinen oder die auf den Maschinen laufenden Steuerungsprogramme. Dadurch wird eine detaillierte Rückverfolgbarkeit jedes einzelnen Produkts möglich.

Vor ca. 15 Jahren hat die Heidelberger Druckmaschinen AG begonnen, ihre Maschinen mit Sensoren auszustatten, diese über eine Datenschnittstelle auszulesen und die gewonnenen Informationen auszuwerten und zu nutzen. Seit etwa gleich langer Zeit liefert die Software Prinect, über die der gesamte Workflow eines Printunternehmens gesteuert und überwacht wird, weitere wertvolle Informationen. Die Datenbasis, genannt »Heidelberg Cloud«, beruht heute auf mehr als 25 000 Datenlieferanten – darunter etwa 50 bis 60 % der weltweit betriebenen Druckmaschinen. Bis heute wird die Heidelberg Cloud kontinuierlich erweitert. Auf ihrer Grundlage wurden verschiedenste Serviceprodukte am Markt eingeführt. Zu diesen Produkten gehören unter anderem »Predictive Maintenance«, »eCall«, »Remote Monitoring«, »Remote Maintenance«, »Benchmarking« und »Performance Plus«. Kunden der Heidelberger Druckmaschinen AG können selber auf die Heidelberg Cloud zugreifen, um so über einen einzigen Kanal – den Heidelberg Assistant – alle relevanten Informationen, Mehrwertdienste und neu entwickelten Beratungsprodukte abzurufen.

Die AVOLA MASCHINENFABRIK A. Volkenborn GmbH & CO. KG hat ihre komplette Lagerhaltung reorganisiert und die sogenannte chaotische Lagerhaltung eingeführt. Damit die Mitarbeiter jederzeit nachvollziehen können, wo sich welche Bauteile und Produkte befinden, wurde die Digitalisierung in Form einer Steuerung mithilfe eines Barcode-Systems und entsprechender Scanner eingeführt.

Im Rahmen der Einführung eines neuen ERP-Systems entwickelte der Automobilzulieferer paragon AG entsprechende Strukturen, um Daten zu erfassen, diese zu vernetzen und anschließend auszuwerten. Diese neuen Möglichkeiten zur Schaffung einer fundierten Datenbasis werden insbesondere für die vorausschauende Instandhaltung genutzt. Das erklärte Ziel, möglichst viele Maschinenstörungen zu vermeiden statt zu beheben, wird schnell erreicht. Aufgrund der neuen Instandhaltungsstrategie steigt die Overall Equipment Effectiveness der Maschinen und Anlagen seitdem stetig.



## Vernetzung und Prozessintegration

»Die Vernetzung – sowohl über eine horizontale als auch über eine vertikale Integration der Prozesse – spielt in der betrieblichen Praxis eine sehr große Rolle und geht mit der Entwicklung zur automatischen Datenerfassung einher.«

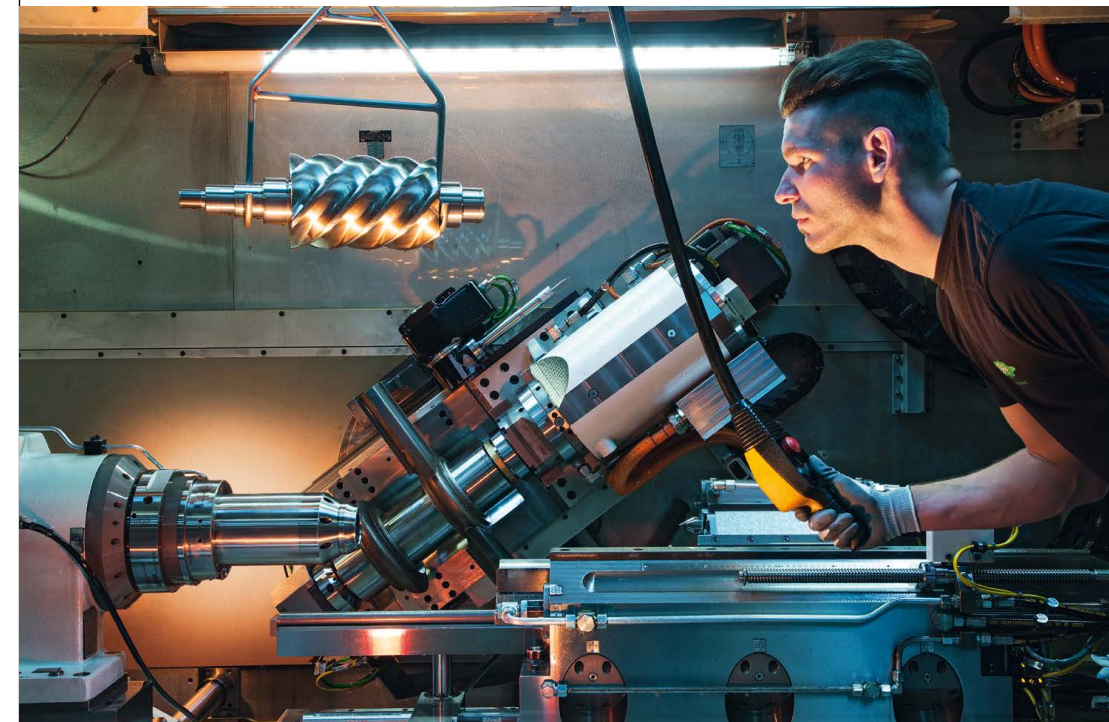
Die Josef Schulte GmbH hat ein neues Intralogistiksystem in der Produktion installiert, das eine Vernetzung zwischen Unternehmenshardware und -software ermöglicht. Mittels Betriebsdatenerfassung werden beispielsweise Maschinendaten erfasst und in das ERP-System übertragen. Das ERP-System vernetzt wiederum das gesamte Unternehmen, ergänzt um Zulieferer und Kunden. Während des gesamten Produktionsprozesses können die Produkte durch Barcodes einfach identifiziert sowie der Verarbeitungszustand dargestellt werden, sodass der Produktionsstatus nahezu in Echtzeit an den Kunden übermittelt werden kann.

Bei der AVOLA MASCHINENFABRIK A. Volkenborn GmbH & CO. KG wurde ein neues ERP-System eingeführt. Das in der Lagerhaltung genutzte Scan-System (siehe Seite 13) wurde in die computergestützte Organisationsplanung integriert, die jetzt die Stammdatenverwaltung (Artikel, Stücklisten etc.), die Disposition (Eigenfertigung, Zukauf, Montage etc.) sowie die Fertigungssteuerung (Auftragsveranlassung, Auftragsüberwachung etc.) und die Kalkulation umfasst.

Mit unterschiedlichen Industrie-4.0-Technologien verfolgt die Paul Hettich GmbH & Co. KG das Ziel, den kompletten Auftragsabwicklungsprozess vom ersten Kundenkontakt bis hin zur Auslieferung an den Kunden digital zu begleiten. Dazu gehört unter anderem eine selbstorganisierende Produktion. Eine unternehmenseigene Steuerungstechnik, die alle Anlagen mit dem ERP-System vernetzt, bietet einheitliche Schnittstellen und macht automatische Buchungsvorgänge möglich. Dadurch können beispielsweise Maschinen die benötigte Ware automatisch aus dem Bauteillager bestellen.

Von der Möglichkeit einer »automatisierten Losgröße 1« spricht das Unternehmen WALDNER Laboreinrichtungen GmbH & Co. KG, wenn es seine durch die Digitalisierung unterstützte automatisierte Fließfertigung beschreibt. Nachdem die einzelnen Fertigungsaufträge über das ERP-System in das Fertigungsleitsystem der Fließfertigung eingelastet wurden, findet der Datenaustausch bis zu den einzelnen speicherprogrammierbaren Steuerungen an den Maschinen statt, sodass ein transparenter Datenaustausch »in Echtzeit« mit Systeminformationen aber auch Systemrückmeldungen ermöglicht wird.

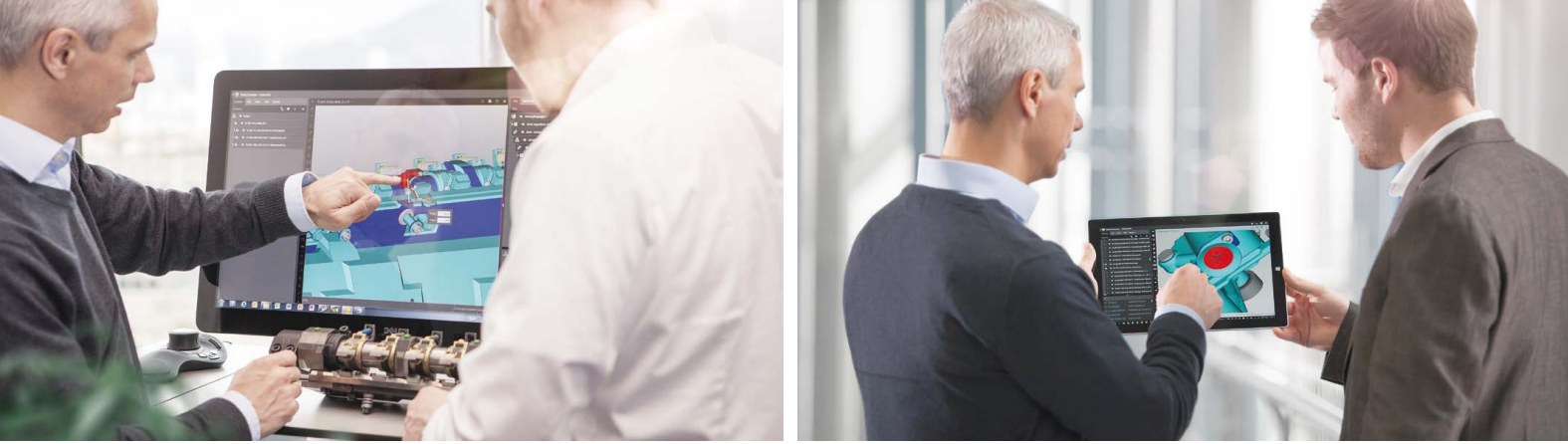
Unter dem Begriff »ILLIG-Wertschöpfungssystem« fasst die ILLIG Maschinenbau GmbH & Co. KG alle wesentlichen Kernprozesse im Unternehmen zusammen. Hierzu zählen Auftragsabwicklungs-, Service- und Entwicklungsprozesse. Das Unternehmen steht für die bedarfsgerechte Nutzung der Digitalisierung entlang der innerbetrieblichen Wertschöpfungskette in Verbindung mit den Lean-Prinzipien. In diesem Zusammenspiel sollen die Produktivität gesteigert und die Verschwendung minimiert werden.



© BITZER Kühlmaschinenbau GmbH

Der international aufgestellte Spezialist für Kältemittelverdichter BITZER nutzt die Digitalisierung unter anderem für das Monitoring von Aufträgen. Dafür erfolgt das Einlesen der zu fertigenden Kundenaufträge mit ihren jeweiligen Fertigungsdaten in das Produktionssystem ausgehend von SAP über eine Schnittstelle in die mechanische Fertigung. Diese Daten werden für die zeitnahe Bereitstellung (Visualisierung) von Informationen an verschiedenen Arbeitsplätzen genutzt. Ein Beispiel umfasst Aufforderungen für die Just-in-time- beziehungsweise Just-in-sequence-Materialbereitstellung über Großbildschirme. Das Unternehmen entwickelt seine Digitalisierungsansätze stetig weiter. Dazu gehört die Erfassung, Auswertung und Bereitstellung von Daten aus den Bearbeitungsmaschinen. Sie werden etwa für eine schnelle Integration der Mitarbeiter in den Prozess verwendet, um ihnen Hinweise zur Verbesserung ihrer Arbeit zu geben. Beispiele hierfür sind Echtzeitinformationen über Programmabläufe oder Instandhaltungsbedarfe. Dabei wird vorrangig das Ziel verfolgt, die Maschinenauslastung weiter zu erhöhen.





© Heidelberger Druckmaschinen AG

## Digitales Engineering

*»Die digitale Durchgängigkeit der Entwicklungs- und Konstruktionsprozesse über die gesamte Wertschöpfungskette des Produkts wird als wesentliches Element zur Beeinflussung von Prozessabläufen und -kosten vielseitig vorangetrieben.«*

Die Heidelberger Druckmaschinen AG ist Vorreiter zum Thema Digitalisierung im Maschinenbau. Viele Themen, die heute mit den Begriffen Digitalisierung oder Industrie 4.0 besetzt sind, adressiert das Unternehmen seit mehr als 15 Jahren. CAD-Daten werden noch heute in vielen Unternehmen meistens nicht effizient und konsequent in der PLM-Prozess- und Wertschöpfungskette genutzt. Wegen fehlender Lösungen am Markt zur durchgängigen Nutzung der CAD-Produktdaten im PLM-Prozess und bestärkt durch die erfolgreiche Vermarktung des »Heidelberg CAx Quality Manager« – inzwischen bei mehr als 500 Maschinenbau- und Automotive-Firmen im Einsatz – hat die Heidelberger Druckmaschinen AG 2014 beschlossen, eine eigene Lösung – View2Connect™ – zu entwickeln und nach interner Einführung mit SAP-PLM- und SAP-ERP-Integration der Industrie anzubieten. View2Connect beruht auf mehr als zehn Jahren Erfahrung in der grafischen Montageplanung und ist ein Beweis dafür, dass man einen internen Optimierungsbedarf zu einer profitablen Geschäftsidee mit Zukunft entwickeln kann: Aus der Praxis für die Praxis! Die Softwaresuite ist Multi-CAD-, Multi-PLM- und Multi-ERP-fähig und ermöglicht die Realisierung neuer Kommunikations- und Kollaborationsplattformen auf der Basis der 3D-CAD-Produktdaten. Sie schafft so – ohne CAD-Wissen – neue Möglichkeiten der Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette zwischen Entwicklung, Einkauf, Fertigung, Montage und Service: Prozesse werden parallelisiert, andere entfallen. Man gewinnt Sicherheit und ist schneller, was sich auf der Kostenseite gleich auswirkt. Das Verankern und Schützen von Unternehmenswissen an den 3D-Produktdaten ist ein weiterer Vorteil, den man gern mitnimmt, um IP-relevante Inhalte kontrolliert bereitzustellen und den demografischen Wandel in Deutschland bestens vorbereitet zu begegnen.

Die Heidelberger Druckmaschinen AG baut ihre Softwaresuite View2Connect auch konsequent für die Nutzung in Verbindung mit Augmented Reality aus: Servicetechniker können dann beim Serviceeinsatz über Datenbrillen auf alle produktrelevanten Daten in Realtime zugreifen. Wichtiger Baustein dabei ist der Änderungsassistent innerhalb von View2Connect. Er sorgt dafür, dass man Augmented-Reality-Inhalte bei konstruktiven Änderungen schnell und kostengünstig aktualisieren kann, und fördert die Nutzung von

Augmented Reality in der Industrie. Parallel entwickelt das Unternehmen mit View2-Connect seinen »Smart Factory«-Produktionsbereich zu einem Marketplace für den Maschinenbau weiter.

Die Kernprozesse des industriellen Werkzeugbaus der PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG – Engineering, Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, CAM, mechanische Fertigung, Montage, Test und Erprobung – sind jeweils weitgehend digitalisiert und miteinander vernetzt. So können Daten entlang der Prozesskette durchgängig übernommen und in nachfolgenden Prozessen genutzt werden. Daraus entstehen erhebliche wettbewerbsrelevante Verkürzungen von Durchlauf- und Liegezeiten, Ansätze für neue Dienstleistungen und verbesserte Leistungen für den Werkzeuganwender.

Die EBG group hat einen modernen Computertomografen (CT) zur Untersuchung komplexer Kunststoffteile installiert. Im Vergleich zu den bis dato durchgeführten taktilen Messungen ist diese Form der Messtechnik wesentlich effizienter in der Erfassung und Auswertung komplizierter Bauteilgeometrien. So stehen dem Unternehmen schneller zuverlässige Messergebnisse zur Verfügung. Mit einem sogenannten Falschfarbvergleich kann innerhalb weniger Minuten eine Aussage über die gesamte Bauteilgeometrie getroffen werden und nicht nur über einzelne Messpunkte wie mit anderen Messmethoden. Der entscheidende Vorteil ist, dass die Messungen berührungslos und ohne Krafteinwirkung auf das Bauteil erfolgen. So können auch kleinste Maße korrekt erfasst werden. Die Messungen erfolgen zudem vollkommen zerstörungsfrei, wodurch auch rückwirkend Fehleranalysen durchgeführt werden können, ohne das Prüfmuster zu verlieren. Ein wesentlicher Vorteil ist, dass Bauteile mit dem CT-Scan dreidimensional erfasst werden. Dadurch erhält man Informationen über die Bauteilgeometrie, für die mit konventionellen Verfahren mehrere Messvorgänge erforderlich wären.

## Mensch-Maschine-Interaktion

*»Wenn die Stärken des Menschen – etwa Flexibilität, Urteilen und Entscheiden – mit den Stärken von Robotern – beispielsweise Wiederholgenauigkeit, präzise Bewegungen und kontinuierliches Arbeiten ohne Ermüdung – kombiniert werden, bieten sich Chancen zur Entlastung des Menschen am Arbeitsplatz.«*

Die Paul Hettich GmbH & Co. KG setzt die Mensch-Maschine-Interaktion um. Im Rahmen eines Pilotprojekts in einem Produktionsbereich nutzen Mitarbeiter, die in der Produktion für den ordnungsgemäßen Betrieb von Anlagen zuständig sind, eine Smartwatch, die sie sofort informiert, sobald eine Störung an einer der Maschinen auftritt. Zudem gibt es im Unternehmen derzeit ein weiteres Pilotprojekt, in dem Datenbrillen mit einem Augmented-Reality-Kamerasystem eingesetzt werden. Sie ermöglichen die Übertragung von Anleitungen und unterstützen die Mitarbeiter so bei der Instandhaltung der Maschinen.

Die EBG group setzt kollaborierende Robotersysteme ein, die die Mitarbeiter zur Unterstützung von Routinearbeiten am Arbeitsplatz nutzen, wie zum Beispiel für Schraubvorgänge.



»Mit Digitalisierung  
die eigene Wett-  
bewerbsfähigkeit  
gestalten.«



## RAHMENBEDINGUNGEN UND PERSPEKTIVEN AUS MARKT, ORGANISATION UND TECHNIK

Das Passende für das eigene Unternehmen finden

Als übergeordnete Maßnahme zum Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit müssen Unternehmen ihre bestehenden Geschäftsmodelle und die zugehörige Unternehmensstrategie prüfen und gegebenenfalls anpassen. Die Kenntnis der eigenen Ziele und Rahmenbedingungen ist hierfür sehr wichtig. Dynamische Veränderungen des Marktes und damit verbunden der eigenen Stellung am Markt müssen stets im Fokus unternehmerischer Betrachtungen sein. Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen müssen das Entwicklungspotenzial der eigenen Organisation und die neu am Markt aufkommenden Technologien genutzt werden.

Wenn Unternehmen ihre strategische Orientierung, die Potenziale der eigenen Organisation und die Möglichkeiten neuer Technologien – allen voran der Digitalisierung/ Industrie 4.0 – geschickt aufeinander abstimmen, können sie ihre Wettbewerbsfähigkeit auch in Zukunft sichern und ausbauen.

Die folgenden Aussagen beschreiben, aus welchen Beweggründen die dargestellten Unternehmen ihre Digitalisierungsmaßnahmen bestimmt und umgesetzt haben und welche Ziele sie damit verfolgen.



## Praxisberichte

Fast alle befragten Unternehmen haben bestätigt, dass Lean Management Tagesgeschäft sein sollte. Kontinuierlicher Verbesserungsprozess, Total Productive Maintenance, Kanban, schnelles Rüsten und Visualisierungen werden von der Mehrheit der Unternehmen als Voraussetzungen für das Gelingen der Digitalisierung betrachtet.

Wir wollen Digitalisierung/Industrie 4.0 nutzen, um mit unseren Kunden intensiver an gemeinsamen Daten zu arbeiten. Damit intensivieren wir unsere Kundenzusammenarbeit.  
Hettich

Grundsätzlich sind wir ein ziemlich »versuchsfreudiges« Unternehmen. Dazu gehört der wichtige Grundsatz: »Wenn etwas gut geht, haben wir Glück gehabt, wenn es nicht gut geht, haben wir etwas gelernt.«  
PHOENIX CONTACT

Mit Digitalisierung/Industrie 4.0 verfolgen wir das Ziel, die Effizienz zu steigern. Darunter fällt, dass wir Qualitätsziele übertreffen, die Arbeitssicherheit stets optimieren und wir gewonnene Zeitersparnisse in der Produktion für eine noch bessere Produktentwicklung und Kundenbetreuung nutzen können.  
Josef Schulte

Durch frühe Kommunikation und Möglichkeit zur aktiven Mitwirkung aller Beschäftigten von Anfang an konnten die Bedenken der Kollegen, insbesondere die Angst um Verlust ihres Arbeitsplatzes, schnell überwunden werden. Seitdem gibt es regelmäßige Treffen zur Besprechung aktueller Themen in der Gruppe und Digitalisierung/Industrie 4.0 wird als Chance zur Weiterentwicklung unserer Beschäftigten gesehen. Außerdem können wir unseren Kundenstamm auf andere Branchen erweitern, weil die Digitalisierung es uns erlaubt, Muster für Kundenanfragen innerhalb von 24 Stunden herzustellen.  
Josef Schulte

Die Chancen der Digitalisierung liegen in der Möglichkeit, neue Produktionsmethoden zu generieren. Für uns bedeutet das, dass wir eine Fertigung in Losgröße 1 umsetzen konnten, um damit kürzere Durchlaufzeiten und bessere Lieferzeiten dem Kunden gegenüber zu erreichen. Außerdem erleben wir den Mangel an Fachkräften zurzeit als großes Risiko, denken aber, dass Digitalisierung/Industrie 4.0 mit seinen Lösungen dazu beitragen kann, diese Problematik zu lösen.  
WALDNER Laboreinrichtungen

Digitalisierung/Industrie 4.0 ist für uns zusammengefasst das Management von Informationen mit der Zielrichtung, Mehrwert zu generieren. Durch die schnelle und gezielte Bereitstellung von Daten an verschiedenen Orten ergeben sich für uns viele Möglichkeiten. Wir achten beim Einsatz der Technik darauf, dass die Systeme flexibel genug sind, um sie auf unseren Betrieb anpassen zu können.  
Josef Schulte

Die Zielstellung für uns war die Reduzierung der Durchlaufzeiten durch »Losgröße 1«. Dieser Ansatz unterstützt das Konzept des One-Piece-Flows.  
WALDNER Laboreinrichtungen

Die IT-Anbindung an die Systeme unserer Kunden wird immer stärker forciert, weil wir zukünftig vermehrt für die Lagerverwaltung unserer eigenen Artikel im Kundenlager verantwortlich sind.  
EBG group

Es besteht eine gegenseitige Wechselwirkung zwischen Lean-Konzepten und den Ansätzen von Digitalisierung/Industrie 4.0. Lean-Prinzipien stellen eine elementare Grundbasis für die Umsetzung von Digitalisierung/Industrie 4.0 dar. Nur stabile und robuste Prozesse eignen sich für Digitalisierung/Industrie 4.0. Dabei ist der KVP-Gedanke bei der Unterstützung durch die Digitalisierung in der Produktion immer im Vordergrund zu sehen. Zudem ermöglicht die Digitalisierung die Weiterentwicklung von Lean-Konzepten. Durch die Übergabe ausgewählter Tätigkeiten, die bisher durch die Mitarbeiter erfolgten, an computergesteuerte Vorrichtungen können wir die frei gewordene Mitarbeiterkapazität nun dort einsetzen, wo sie eine höhere Wertschöpfung erzielt – ganz im Sinne der Minimierung von Verschwendungen.  
BITZER

Als Ziel für die Einführung von Digitalisierung/Industrie 4.0 haben wir uns die Steigerung der Produktivität gesetzt. Dort wo die Digitalisierung helfen kann, wird sie dementsprechend genutzt.  
ILLIG



*Digitalisierungsmaßnahmen einzuführen, ohne dass die zu digitalisierenden Prozesse einen gewissen Grad an Stabilität und Reife erreicht haben, ist nicht zielführend. Schlimmstenfalls werden durch sie die eigentlichen Verschwendungen unsichtbar, aber nicht beseitigt. Daher nutzen wir die Digitalisierung zusammen mit den Lean-Prinzipien. Die Einführung von Digitalisierungsmaßnahmen dient deshalb zur Produktivitätssteigerung unseres Unternehmens.*

ILLIG

*Der Ausgangspunkt, uns mit der Digitalisierung zu beschäftigen, war, dass wir lange Durchlaufzeiten und Liegezeiten des Materials in der Fertigung hatten.*

BITZER

*Um Werkstücke und Fertigungsaufträge autonom identifizieren zu können, haben wir das Fertigungsleitsystem. Alle Teile erhalten Etiketten mit Barcodes. In der Anlage werden diese Barcodes automatisch gescannt und mit dem Datensatz des Fertigungsleitsystems abgeglichen. Damit wird garantiert, dass das physische Teil mit dem Datensatz übereinstimmt. Über das Leitsystem kann die aktuelle Position jedes Einzelteils innerhalb des Produktionsablaufs in Echtzeit erfasst werden.*

WALDNER Laboreinrichtungen

*Unterschiedliche technische Lösungen werden mit Blick auf unser Gesamtziel kombiniert. In diesem soll der komplette Auftragsabwicklungsprozess vom ersten Kundenkontakt bis hin zur Kundenauslieferung digital begleitet werden.*

Hettich

*Neue Anforderungen an unsere Produktionsprozesse haben dazu geführt, dass wir uns mit der Digitalisierung beschäftigen. Digitalisierung/Industrie 4.0 soll ein Leitbild für unser Unternehmen werden, welches in die Gestaltung der gesamten Organisation und ihrer Prozesse einfließt. Antreiber ist nicht die technische Lösung, sondern der Prozess, die Rahmenbedingungen und die Zielgrößen, die erreicht werden sollen, beispielsweise Reduzierung von Zeiten und Kosten. Unsere Geschäftsleitung geht mit der klaren Aussage »Wir wollen die Digitalisierung« voran, aber auch unsere Mitarbeiter sind pro-aktive Treiber des Digitalisierungsprozesses. Auslöser konkreter Digitalisierungsmaßnahmen ist bei uns derjenige, der die Verantwortung trägt und sagt: »Wir müssen etwas tun. Ich will etwas tun«. Lean Management und Digitalisierung/Industrie 4.0 ist kein Widerspruch, sondern beides entspricht dem Gedanken der Prozessverbesserung. Wir schauen uns die Organisation an, optimieren sie und nutzen die Möglichkeiten der Digitalisierung dafür.*

PHOENIX CONTACT

*Unsere Messvorgänge im Rahmen der Qualitätssicherung konnten wir durch die Installation einer modernen Computertomografieanlage zur Untersuchung von Bauteilen deutlich verbessern. Diese laufen nun wesentlich effizienter, schneller und genauer ab, vor allem bei der Erfassung und Auswertung komplizierter Geometriemaße, die mit händischen Messmitteln gar nicht zu bestimmen wären. Untersuchungen erfolgen nur noch digital am Rechner durch Vergleich mit vorgegebenen CAD-Modellen.*

EBG group

*Wir zielen auf eine unterstützende Automatisierung der Produktion durch Vernetzung zwischen Software und Hardware ab. Mittels Betriebsdatenerfassung werden Maschinendaten erfasst und ins ERP-System geschrieben. Von hier gibt es Rückmeldungen, die zur Prozessoptimierung genutzt werden. Das ERP-System vernetzt das gesamte Unternehmen inklusive Zulieferern. Bestellungen werden über eine Schnittstelle digital und automatisiert übertragen. Nachverfolgungen von Lieferungen erfolgen teils sogar mittels GPS. Durch Barcodes wird der aktuelle Bearbeitungszustand je Auftragschritt erfasst, sodass der Status annähernd in Echtzeit an den Kunden rückgemeldet werden kann.*

Josef Schulte

*Unsere Bestrebungen hinsichtlich Digitalisierung/Industrie 4.0 sind vielfältig. Im Rahmen des Smart Engineering erstellen wir für unsere Produkte digitale Zwillinge, die wir dann an vielen Stellen verwenden. Wir nutzen auch additive Fertigungsverfahren für das Prototyping, außerdem vernetzen wir Produktion und Logistik durch RFID-Technik. Damit kommen wir einer Selbststeuerung der Fabrik deutlich näher.*

PHOENIX CONTACT







Unsere Planer setzen View2Connect schon im Prototypenbau ein. Sie brauchen nicht auf eine Pflege des ERP-Systems zu warten. Sobald aus dem EBOM das MBOM beziehungsweise PBOM abgebildet wurde, kann per Knopfdruck ein Fertigungsauftrag abgeleitet werden.<sup>1</sup> Somit kann die Bestellung der Teile gleich richtig veranlasst werden: Es ist sicher und spart Zeit. Die Monteure profitieren auch davon und können mit dem abgeleiteten 3D-Arbeitsplan ihre Aufgaben schneller erfassen. Sie sparen sich Leseaufwand und werden sicher geführt.

Heidelberg

Mit View2Connect senken wir Verschwendungen durch eine durchgängige Prozesskette. Dafür werden die in der Entwicklung aufgebauten Daten (beispielsweise 3D-Zeichnungen) anschließend in der Montage und im Aftersales-Service erneut genutzt, sprich die Daten werden einmal umfassend aufgebaut und dann durchgehend genutzt.

Heidelberg

Die systematische Nutzung von CAD-Daten der Leiterplattendesigns zur vollautomatischen Programmierung von Betriebsmitteln wie Maschinen oder Prüfeinrichtungen ist vollumfänglich realisiert. Darüber hinaus führen wir Werker-Informationssysteme ein. Dies beinhaltet papierlose Arbeitspläne direkt am Arbeitsplatz. Aufgrund des starken Anstiegs an Produktmischen müssen die Mitarbeiter mehr Produkte beherrschen, was durch das System vereinfacht wird. Zuletzt haben wir ein MES eingeführt. Dieses System ermöglicht mehr Transparenz in den Daten, was zu mehr Auswertungsmöglichkeiten und somit zu einer besseren Schwachstellenanalyse führt. Werden zuvor definierte Grenzwerte überschritten, erfolgen Warnmeldungen. Dadurch können wir schnell und gezielt gegensteuern.

Heidelberg

Die 3D-Produktdaten bilden das Wissen eines Unternehmens ab. View2Connect ermöglicht diese als Kommunikationsträger ohne CAD-Vorwissen zu nutzen: Jeder Beteiligte im Prozess kann flexibel zusätzliche Informationen und Ansichten zwecks Beschreibung der verantworteten Aufgaben vornehmen und weitergeben. Dabei entstehen konkrete Synergien wie zum Beispiel zwischen Beschreibungen für Montage- und Wartungstätigkeiten. 3D-Anleitungen sind weltweit verständlich, zumal View2Connect auch Mehrsprachenunterstützung inkl. mehrsprachige Markups-Bibliotheken zum Abruf und zur Dokumentation von Unternehmenswissen am 3D-Modell bietet.

Heidelberg

Später für die Serie — nach der geführten Pflege des freigegebenen Stands mit dem Änderungsassistenten von View2Connect — kann der Planer seine bisher virtuelle Planung per Knopfdruck ins ERP — bei uns SAP — überführen. Hierfür sind keine weiteren manuellen Schritte im ERP-System notwendig.

Heidelberg

Im Rahmen von Pilotprojekten erproben wir den Einsatz von mobilen Endgeräten und Augmented Reality. So erhalten Transportfahrer und Mitarbeiter der Lagerlogistik, welche die Abholung und Bereitstellung der Ware an den Maschinen durchführen, zum Beispiel auf eine Smartwatch Meldungen über eine Störung, um systematisch auf Wartungsaufgaben reagieren zu können. Wir nutzen auch Augmented Reality mittels Datenbrillen zur Anzeige von Anleitungen für die Instandhaltung. Versuchsweise wird die mobile Instandhaltung bei uns durch Anweisungen über Tablets einschließlich elektronischer Störgrunderfassung unterstützt.

Hettich

Produktionsbezogene Zeiten werden über Scannen von Barcodes an den Produkten ermittelt. Dadurch können wir beispielsweise Rüstzeiten sowie Störungen und Ausfallzeiten erfassen, um Optimierungspotenziale abzuleiten.

AVOLA

Die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine erfolgt bei uns dadurch, dass Buchungsvorgänge am Terminal einer Maschine in das ERP-System übertragen werden. Dieses System nutzen wir intensiv für das Controlling. Maschinenbediener setzen die Maschinen auf verschiedene Status (Rüsten, Produzieren, Warten etc.). Im ERP-System erfolgt dann eine automatische Erfassung dieser Zeiten und deren Auswertung im Rahmen von Soll-Ist-Abgleichen. Dabei ermitteln wir auch anfallende Kosten und ob unsere gewünschten Deckungsbeiträge erzielt werden.

Josef Schulte

<sup>1</sup>EBOM (engl.: engineering bill of materials; dt.: Strukturstückliste); MBOM (engl.: modular bill of materials; dt.: Variantenstückliste); PBOM (engl.: planning bill of materials; dt.: Planungsstückliste).

»Digitalisierung  
muss ganzheitlich  
gestaltet werden.«



PRAXIS DIGITALISIERUNG  
& INDUSTRIE 4.0 IN D  
PRAXIS DIGITALISIERUNG  
& INDUSTRIE 4.0 IN D  
PRAXIS DIGITALISIERUNG  
& INDUSTRIE 4.0 IN D  
PRAXIS DIGITALISIERUNG  
& INDUSTRIE 4.0 IN D  
PRAXIS DIGITALISIERUNG  
& INDUSTRIE 4.0 IN D

- Entgelt **Arbeitsorganisation**
- Arbeitsgestaltung
- Arbeits- und Gesundheitsschutz
- Qualifikation und Qualifizierung
- Betriebs- und Arbeitszeit
- Datenschutz Datensicherheit
- externe Unterstützung
- Wirtschaftlichkeit und Erfolg
- Mitbestimmung**

## BEDARFE JENSEITS DER TECHNIK

Umsetzung der ausgewählten Digitalisierungsmaßnahmen

### Arbeitsgestaltung

Arbeitsgestaltung beinhaltet Maßnahmen zur Anpassung der Arbeit an den Menschen. Sie bezieht sich auf die Arbeitsumgebungsbedingungen, auf inhaltliche Aspekte der Tätigkeit, auf die Arbeitsorganisation, auf die Gestaltung von Arbeitsmitteln und den Arbeitsplatz [1].

Digitalisierung/Industrie 4.0 beeinflusst die Arbeitsgestaltung in hohem Maße. Verschiedene Technologien können vielseitig eingesetzt werden. Damit geht nicht nur die Möglichkeit zur Verbesserung von Prozessen hinsichtlich Produktqualität, Durchlaufzeit und Produktionskosten einher, sondern insbesondere auch zur physischen und kognitiven Entlastung der Mitarbeiter. Ein Beispiel für physische Entlastung kann der Einsatz kollaborierender Roboter sein, um Bauteile zusammen mit dem Menschen in Vorrichtungen einzupassen, oder es können aktive Exoskelette<sup>2</sup> beim Heben von Behältern im Lager verwendet werden. Um den Menschen kognitiv bei informatorischer Arbeit zu unterstützen, können bedarfsgerechte Informationen mittels Tablets oder Datenbrillen an Arbeitsplätzen bereitgestellt werden, die auf konkrete Arbeitsaufgaben und die Qualifikation des jeweiligen Mitarbeiters abgestimmt sind.

<sup>2</sup>Eine Form der Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK).







## Praxisberichte

*Die Aufgaben unserer Mitarbeiter haben sich stark verändert. Insbesondere die Möglichkeit zur Einstellung von Maschinen per Fernsteuerung wird von uns genutzt. Beispielsweise wird ein mechanischer Greifer über ein Tablet elektrisch positioniert und feinjustiert anstelle einer zuvor direkten mechanischen Verrichtung.*

PHOENIX CONTACT

*Herausforderungen bei der Umsetzung von Digitalisierungsmaßnahmen konnten wir durch unser gutes Betriebsklima meistern, in dem es Spaß macht, sich mit neuer Technologie zu beschäftigen. Dazu gehört eine Kultur, in der Führungskräfte Interesse, positive Rückmeldung, Anerkennung und Wertschätzung gegenüber ihren Mitarbeitern zeigen. Wichtig ist, dass Mitarbeiter Fehler machen und lernen dürfen. Die Organisation insgesamt kann aus den Fehlern nur lernen. Dies resultiert in einer positiven Einstellung der Mitarbeiter zur Technik und technischen Veränderungen sowie in einer Kultur des Vertrauens. Unter diesen Voraussetzungen verläuft die Einführung der Industrie-4.0-Technologien deutlich unproblematischer.*

PHOENIX CONTACT

*Mit der Einführung und Integration von View2Connect in unsere PLM- und ERP-Landschaft 2015 haben sich die Schnittstellenprobleme positiv entwickelt. Die Mitarbeiter aus der Montageplanung kommen viel früher ins Gespräch mit der Konstruktion, können durch frühzeitige Klärungen und Rückmeldungen Kosten in späteren Prozessen vermeiden und werden mit Kollegen zusammengebracht, welche die technische Dokumentation für den Service erledigen. Diese Mitarbeiter erledigen ähnliche Aufgaben, stehen aber fast nie in direktem Kontakt zueinander. Das Fördern der Kommunikation zwischen den Unternehmensbereichen ist sinnvoll, um Doppelarbeit zu vermeiden. Das Zusammenwachsen ähnlicher, bislang getrennt voneinander arbeitender Bereiche lässt das »Silodenken« verschwinden und bietet mit der Verwertung von Synergien effizientere Formen der Zusammenarbeit.*

Heidelberg

## Arbeitsorganisation

*Die Gestaltung der Arbeitsorganisation bestimmt, wie Mitarbeiter eines Unternehmens im Produktionsablauf zusammenarbeiten. Dabei geht es um die systematische und zweckmäßige Gliederung und Gestaltung des Arbeitsablaufs beziehungsweise der Arbeitsaufgabe, deren Aufteilung zwischen Mitarbeiter und Betriebsmittel sowie zwischen mehreren Mitarbeitern [1].*

Mit Digitalisierung/Industrie 4.0 besteht die Möglichkeit, die Arbeitsorganisation neu zu strukturieren. Insbesondere kann dies das Verhältnis zwischen Führungskraft und Mitarbeiter betreffen. Eine Führungskraft kann beispielsweise bei der Schicht- und Einsatzplanung entlastet werden, wenn ihre Mitarbeiter die Besetzung von einzelnen Schichten selbstständig über ein webbasiertes Abstimmungstool auf dem Smartphone abstimmen. Die Führungskraft kann durch verschiedene auf Sensorikeinsatz beruhende Reportings, die automatisch Daten weitergeben, bei der Informationseinholung entlastet werden. Auch können standardisierte und aussagekräftige Auswertungen bereitgestellt werden. Ein anderes Beispiel ist, Entscheidungsprozesse über standardisierte E-Mail-Workflows

zwischen Vorgesetzten und Mitarbeitern zu etablieren. Die Aufteilung der Arbeitsinhalte ist auch ein wesentliches Merkmal, wenn beispielsweise über die Einführung einer Mensch-Roboter-Kollaboration nachgedacht wird. Dabei ist zu bestimmen, welche Tätigkeitsanteile der Mensch und welche der Roboter übernehmen soll. Durch Digitalisierung/Industrie 4.0 können sich auch Entscheidungsprozesse verlagern, wenn für Maschinen bei Problemen Handlungsempfehlungen und Hilfen zur Problemlösung auf Tablets oder anderen Medien bereitgestellt werden. Die Vielfalt der Beispiele zeigt, dass der Arbeitsorganisation eine wesentliche Aufgabe bei der Gestaltung von Digitalisierung/Industrie 4.0 zukommt.



## Praxisberichte

*Um eine langfristige operative Stabilität und optimalen Nutzen der erarbeiteten Industrie-4.0-Lösung zu erzielen, wurde das Projektteam interdisziplinär aus den Bereichen Produktmanagement, Entwicklung, Montage, Service und IT zusammengestellt.*

Heidelberg

*Die Möglichkeit, Homeoffice zu nutzen, wurde in einigen Bereichen ausgebaut. Dank des Einsatzes eines entsprechenden Softwaremoduls der ERP-Suite SAP hat sich zudem die Personaleinsatzplanung im Produktions- und Logistikbereich verbessert.*

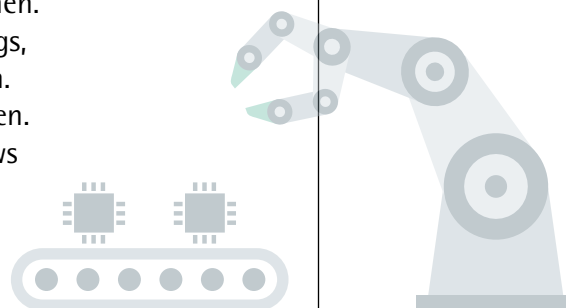
Hettich

*Das Führungsverhalten hat sich durch Digitalisierung/Industrie 4.0 auf eine Weise geändert, dass jeder Mitarbeiter und die Führungskräfte darauf hinwirken müssen, die Möglichkeiten der Digitalisierung auch zu nutzen. Das Denken in Bereichsgrenzen ist nicht mehr akzeptabel. In vernetzten IT- und Produktionssystemen müssen Mitarbeiter und Führungskräfte immer auch »über den Tellerrand hinaus« denken. Dies bedeutet nicht unbedingt, dass Mitarbeiter für andere mitdenken, aber sie sollen eine Erwartungshaltung entwickeln, was die Kollegen in anderen Abteilungen von ihnen und ihren (Teil-)Prozessen fordern. Das heißt, es gilt, nicht nur zu reagieren, sondern auch vorausschauend zu denken. Dieses Thema wird auch deshalb wichtiger, weil in Zukunft auch die IT- und Produktionssysteme selbst nicht mehr nur reagieren, sondern auf Echtzeitdaten basierend agieren. Führungskräfte können schneller Entscheidungen treffen, da aufgrund der Echtzeitprozesse keine zeitlichen Verzögerungen mehr zu berücksichtigen sind.*

paragon

*Der Materialfluss eines Prozesses sowie die Gestaltung seines Datenflusses müssen eindeutig sein, damit man dadurch eventuelle Fehler erkennen kann. Das heißt, es gibt Veränderungen für die Führungskräfte hinsichtlich der Transparenz der Abläufe, die sie zu managen haben, und des Bedarfs an dafür notwendigem Prozessdenken. Dies hat Auswirkungen auf ihr Verhalten. Wir werden deshalb auch Abteilungen neu strukturieren und Änderungen der Aufbauorganisation vornehmen. Vor allem dort, wo Möglichkeiten durch die Digitalisierung liegen, werden Abteilungsgrenzen verschoben. Dies bedarf einer gewissen Flexibilität, beispielsweise wenn vermehrt projektspezifisch zusammengearbeitet werden soll.*

Heidelberg





Die Veränderungen für unsere Führungskräfte durch die Industrie-4.0-Technologie sind recht groß. Zum einen besitzt jede Führungskraft jetzt ein Dashboard mit verschiedenen Kennzahlen, das ihr einen schnelleren Überblick über ihren Bereich verschafft. Ein Meister hat so die Möglichkeit, sich Überschreitungen von Vorgabewerten für Kennzahlen als Warnmeldungen anzeigen zu lassen. Das gab es vorher in dieser Form nicht. Wir befinden uns hierbei noch in den Anfängen. Aber es ist etwas ganz Neues, dass die Führungskräfte auf einen Blick sehen, unterstützt durch farbige Markierungen, an welchen Stellen im Betriebsgeschehen aktueller Handlungsbedarf besteht. Man hat nicht nur einzelne subjektive Eindrücke, auf denen man sein Gesamtbild aufbaut, sondern verfügt über valide Daten, die über einen längeren Zeitraum gesammelt werden. Dadurch erhalten Entscheidungen eine fundierte Grundlage. Man kann Abweichungen und entsprechende Optimierungspotenziale besser erkennen.

Heidelberg



Entscheidungsprozesse unserer Fach- und Führungskräfte haben sich insbesondere durch die Automatisierungstechnik verändert. Eine Maschine kommuniziert jetzt mit der Steuerung in Echtzeit. Die für die Maschinensteuerung zuständigen Fach- und Führungskräfte erhalten ein Echtzeitbild über aktuelle Vorgänge und können Entscheidungen schneller als früher fällen. Das hat zur Folge, dass sich die Hierarchiestufen nicht ändern, die Führungskräfte ihren Mitarbeitern aber mehr Freiräume lassen. Hierdurch wird eine gegenseitige Vertrauenskultur zwischen Mitarbeitern und Führungskräften gefördert. Die Führungskräfte müssen mehr denn je Rahmenbedingungen schaffen und dafür sorgen, dass die Mitarbeiter in ihren Arbeitsaufgaben erfolgreich sein können.

PHOENIX CONTACT

In der Arbeitsorganisation vollzieht sich bei uns ein Wandel hin zu einer kooperativen Führung, die im Unternehmen immer wichtiger wird. Mitarbeitern wird viel mehr Vertrauen entgegengebracht, wodurch sie in die Lage versetzt werden, vermehrt eigene Entscheidungen zu treffen. Die Entscheidungsprozesse verlagern sich somit zunehmend auf die Mitarbeiter selbst. Am Shopfloor wurden beispielsweise die Industriemeister zu Teamleitern, die gemeinsam mit ihren Teammitgliedern Lösungen erarbeiten.

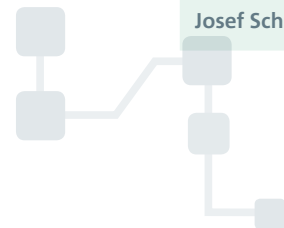
Hettich

Durch unser neues System haben sich die Tätigkeiten auf Meisterebene stark verändert. Die Fertigung ist in höherem Maße am Verbrauch orientiert als vorher, und Taktgeber ist nicht mehr die Arbeitsvorbereitung, sondern der »interne Kunde« in der Montage. Dadurch steuert sich unser System nach der Einrichtung selbst. Bestimmte Entscheidungsprozesse der Meister — beispielsweise zur Materialdisposition — sind entfallen. Eingriffe durch die Meister müssen hierzu nicht mehr erfolgen.

AVOLA

Wir verfolgen ein Konzept zur automatisierten Planung der Produktion, in dem Schichtführer in geringerem Maße als bisher Aufgaben der Produktionsplanung übernehmen. Dadurch sollen sie sich mehr auf das Führen der Schicht konzentrieren können sowie die Mitarbeiter besser betreuen. Dabei geht es uns vor allem darum, die vorhandene Zeit effizienter zu nutzen, bürokratische Tätigkeiten in den Produktionsbereichen abzubauen und die Konzentration auf wertschöpfende Aufgaben in der Produktion zu stärken. Eine Softwarelösung mit Verknüpfung zum ERP-System vereinfacht die Planungstätigkeiten und ist die Grundlage für eine komplette Vernetzung.

Josef Schulte



## Arbeits- und Gesundheitsschutz

Der Arbeits- und Gesundheitsschutz ist unter anderem im Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) gesetzlich geregelt hinsichtlich der Rechte und Pflichten des Arbeitgebers und der Arbeitnehmer. Daraus geht der klare Präventionsauftrag an den Arbeitgeber hervor, arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren zu vermeiden [1].

Die technischen Möglichkeiten der Digitalisierung/Industrie 4.0 können genutzt werden, um den betrieblichen Arbeits- und Gesundheitsschutz zu fördern und auszubauen. Sie könnten aber auch bei unzureichender Planung und unsachgemäßer Nutzung eine Gefährdung für die Mitarbeiter darstellen. Deshalb ist es wichtig, sich bei der Einführung von Digitalisierung/Industrie 4.0 über mögliche Auswirkungen auf die Sicherheit der Beschäftigten Gedanken zu machen. Beispielsweise kann ein aktives Exoskelett genutzt werden, um Mitarbeiter körperlich zu entlasten, die schwere Gegenstände heben. Ein anderes Beispiel ist die Nutzung von Sensorik zur Erkennung von Atemfrequenz und Herzschlag, wenn etwa ein Mitarbeiter der Betriebsfeuerwehr einen Brand löscht und dafür in einen verrauchten Raum gehen muss. Durch Nutzung dieser Daten können ein kritischer Gesundheitszustand während der Brandbekämpfung erkannt und entsprechende Rettungsmaßnahmen eingeleitet werden. Zusammenfassend ist für jede Digitalisierungsmaßnahme eine Gefährdungsbeurteilung notwendig.



### Praxisberichte

Bisher mussten wir mit Blick auf das Arbeitsschutzgesetz keine besonderen Anforderungen beachten. In den nächsten Ausbaustufen werden wir uns dem Thema aber widmen müssen. Bislang liegen Daten auf Smart Devices, etwa Mobiltelefonen, vor. Im nächsten Schritt werden die Daten so aufbereitet, dass deren Nutzung auch für Augmented Reality, etwa in Form von Datenbrillen, möglich wird.

Heidelberg

Die teilweise Automatisierung von uns ausgewählter Arbeitsprozesse führte zu einer Entlastung der muskulären Beanspruchung bei der Ausführung dieser Tätigkeiten. Gleichzeitig erhöhten sich aber Anforderungen an die Aufnahmefähigkeit der Mitarbeiter. Natürlich bewerten wir deshalb auch die geänderten Anforderungen für diejenigen Mitarbeiter, die neuerdings einen Bildschirmarbeitsplatz besitzen.

AVOLA

Im Hinblick auf das Arbeitsschutzgesetz mussten wir keine Besonderheiten beachten. Wir sind bei der Umsetzung der Industrie-4.0-Technologie so vorgegangen, dass die Gesetzestexte nicht als Rahmenbedingungen für die Ausrichtung genutzt wurden, sondern vielmehr im Rahmen der Erstellung unseres Konzepts geprüft wurde, ob dieses im rechtlichen Rahmen ist. Das klingt zwar, als wäre es das Gleiche, aber es zeigt, dass wir in Möglichkeiten und nicht in Grenzen denken.

Josef Schulte

Wir konnten durch Digitalisierung/Industrie 4.0 die Reduzierung der physischen Belastung der Beschäftigten deutlich vorantreiben. Durch die technischen Änderungen und dem damit verbundenen Wegfall schwerer Handarbeiten werden sie deutlich körperlich entlastet und Unfallgefahren in den Produktionshallen minimiert.

Josef Schulte







## Qualifikation und Qualifizierung

Personalentwicklung wird verstanden als Gesamtheit der Maßnahmen, die der individuellen beruflichen Entwicklung der Mitarbeiter dienen, das heißt, ihrer Qualifizierung. Diese Maßnahmen vermitteln den Mitarbeitern unter Beachtung ihrer persönlichen Interessen die zur optimalen Wahrnehmung ihrer jetzigen und zukünftigen Aufgaben erforderlichen Qualifikationen [1].

Sollen verschiedene Techniken im Rahmen von Digitalisierung/Industrie 4.0 eingesetzt werden, müssen Führungskräfte und Mitarbeiter auf die Veränderungen ihrer Arbeitsplätze gut vorbereitet werden. Dies geschieht beispielsweise durch zielgruppengerechte Schulungen. Idealerweise wird die Vermittlung theoretischer Inhalte durch das Ausprobieren der einzuführenden Technologien in Pilotbereichen kombiniert. Nur wenn das Verständnis über den Nutzen der neuen Techniken vermittelt wird und die zukünftigen Anwender lernen, diese zu bedienen, kann eine erfolgreiche Implementierung von Digitalisierung/Industrie 4.0 in die alltägliche Praxis sichergestellt werden. Beispielsweise können Mitarbeiter an einem Pilotarbeitsplatz die Kollaboration mit einem Roboter ausprobieren und dessen Bedienung erlernen. Dies ist insbesondere auch wichtig, um Ängste und Vorurteile abzubauen, weshalb Qualifizierungsmaßnahmen immer einen adäquaten Umfang aufweisen müssen und nie zu knapp gehalten sein dürfen.



### Praxisberichte

Aufgrund der Intensivierung der Prozesskette besteht eine höhere Notwendigkeit, miteinander zu reden und Informationen auszutauschen. Dazu zählen das zeitnahe Geben von Rückmeldungen, eine offene Fehlerkultur und die Ausrichtung des Handelns aller Beteiligten auf ein gemeinsames Ziel. Des Weiteren müssen die Mitarbeiter Sicherheit in der Navigation der Systeme haben, beispielsweise in SAP, sowie ein gutes Prozesswissen und Prozessverständnis. Wir bieten maßgeschneiderte Schulungspakete für die einzelnen Anwendergruppen an.

Heidelberg

Für die Nutzung unseres MES müssen die Mitarbeiter ausreichend affin für die PC-Bedienung und den Umgang mit Softwaremenüs sein. Für den Schulungsbedarf im Bereich MES setzen wir durchschnittlich zwei bis drei Wochen an. Inhaltlich basiert die Schulung auf einem mehrstufigen Konzept. Es werden Schulungen für das Grundsystem direkt vom Hersteller unseres MES angeboten, welche durch unsere eigenen IT-Spezialisten in Aufbaukursen ergänzt werden. Unsere IT-Mitarbeiter haben die Konfigurationen des Systems durchgeführt und die dazu passenden Schulungsmaßnahmen konzipiert. Im Anschluss an die erste Schulungsreihe finden weitere Schulungen nach dem Kaskadenprinzip statt. Das bereits geschulte Personal schult die weiteren Mitarbeiter.

Heidelberg



Zur Erhöhung der Flexibilität beim Personaleinsatz ist für unser Unternehmen nicht die vertikale, sondern die horizontale Qualifizierung entlang der Prozesskette wichtig. Wir verstehen darunter, dass nicht die Weiterbildung eines guten Fräasers zu einem noch besseren Fräser für uns langfristig Sinn macht, sondern wenn ein guter Fräser zusätzlich noch Kenntnisse etwa in der Programmierung erlangt. Neben einer fachlich-technischen Qualifizierung ist insbesondere die Förderung des Servicedenkens der eigenen Mitarbeiter beziehungsweise deren Bewusstsein für Kundenorientierung ein wichtiges Element. Wir wünschen uns von unseren Mitarbeitern die Kompetenz, Dienstleistungsangebote erarbeiten und (interne) Kunden befähigen zu können, erfolgreich mit den Produkten zu sein.

PHOENIX CONTACT

Die Anforderungen an unsere Mitarbeiter, gerade im Hinblick auf IT-Kompetenzen, haben sich enorm erhöht. Es gibt zum Beispiel den Bereich der Steuerungstechnik in unserem Unternehmen, bei dem Wissen über die genaue Anbindung von Anlagen an die Systeme gefragt ist. Darüber hinaus gibt es weitere Unternehmensbereiche, die digital transformiert und in denen diese Kompetenzen vermehrt gefordert werden. Auch im indirekten Bereich, beispielsweise in den kaufmännischen Abteilungen, haben sich die Anforderungen dahin gehend verändert, dass zunehmend der gesamte Prozessüberblick im Vordergrund steht.

Hettich

Im Rahmen eines Arbeit-4.0-Projekts gemeinsam mit der Universität Bielefeld haben wir die heute notwendigen Kompetenzen mit den zukünftig geforderten Kompetenzen verglichen, um zu sehen, in welchen Bereichen sich welche Kompetenzen verändern werden, um hieraus die geeigneten Qualifizierungsmaßnahmen abzuleiten.

Hettich

Um unseren Mitarbeitern die neuen Kompetenzen zu vermitteln, ergreifen wir viele Fortbildungsmaßnahmen. Schulungen zum neuen System werden für die Mitarbeiter direkt in ihrer Arbeitsumgebung »on the job« durchgeführt, unterstützt durch Handouts und kleinere Besprechungen mit einem externen Potenzialberater. Dieses Vorgehen ist wesentlich vorteilhafter als lange Frontalveranstaltungen, in denen den Mitarbeitern sehr viel Theorie auf einmal zugemutet wird. Zudem besuchen die Mitarbeiter einmalig Schulungen des Maschinenherstellers vor dem erstmaligen Einsatz der neuen Maschinen, in denen sie durch »Learning by Doing« direkt den Umgang mit der Maschine erlernen.

AVOLA

Die neuen Technologien bringen erhöhte Anforderungen an die Kollegen mit sich und resultieren damit in einem größeren Fortbildungsbedarf. Das ist allerdings ein fortlaufender Prozess in der gesamten Branche und beschränkt sich somit nicht auf uns. Unsere Mitarbeiter nehmen regelmäßig an Seminaren der Werkzeug- und Maschinenhersteller teil, deren Produkte wir bei uns in der Fertigung einsetzen. Zudem findet kontinuierlich eine intensive interne Weiterbildung statt, in der durch gezielte Einsatzplanung und Bildung von Teams aus erfahrenen und weniger erfahrenen Mitarbeitern die Weitergabe von Qualifikationen vorangetrieben wird.

Josef Schulte



## Betriebs- und Arbeitszeit

Arbeitszeitgestaltung umfasst die Planung und Festlegung von Dauer, Lage und Verteilung der Arbeitszeit. Im Sinne des Arbeitszeitgesetzes ist Arbeitszeit die Zeit vom Beginn bis zum Ende der Arbeit ohne Ruhepausen. Die Arbeitszeiten aller Mitarbeiter müssen in Summe die erforderliche Betriebszeit des Unternehmens abdecken. Die erforderliche Betriebszeit ergibt sich unter anderem aus dem Auftragsingang und der Dauer der jeweils erforderlichen Arbeitsschritte [1].

Digitalisierung/Industrie 4.0 bietet die Möglichkeit, die Arbeitszeit im beiderseitigen Interesse des Unternehmens sowie der Mitarbeiter zu flexibilisieren. Beispielsweise kann durch die Nutzung einer VPN-Verbindung zum Unternehmensserver zeitlich flexibel gearbeitet werden, etwa wenn ein Arbeitsort außerhalb des Werksgeländes vereinbart wird. Ein anderes Beispiel ist die selbstständige Schichtabstimmung zwischen den Mitarbeitern, die auf dem Shopfloor tätig sind. Durch eine höhere Arbeitszeitflexibilität können Unternehmen auf Schwankungen des Arbeitsvolumens reagieren und Mitarbeiter Beruf und Privatleben besser kombinieren. Beispielsweise können Beschäftigte am frühen Nachmittag freinehmen, um ihre Kinder von der Schule abzuholen, danach wieder an den Arbeitsplatz zurückkehren oder einen Teil ihrer Arbeit am Abend zu Hause erledigen. Das kann auch im Sinne des Unternehmens sein, wenn beispielsweise am Abend eine Telefonkonferenz mit Kollegen in Südamerika ansteht. Damit einher geht die Verantwortung des Arbeitgebers und der Arbeitnehmer, die vertragliche Arbeitszeit sowie die gesetzlichen Vorgaben einzuhalten. Hierin liegt die Herausforderung, wenn beispielsweise Techniken wie Remote-Zugang zu Servern, Smartphones zur Bearbeitung betrieblicher E-Mails oder Fernwartung von Maschinen über Tablets genutzt werden.



### Praxisberichte

Es war in der Anfangsphase noch keine große Arbeitszeiterparnis festzustellen, da die Umstellungen mit einer großen Mehrarbeit verbunden waren. Jetzt ist allerdings sichtbar, dass die Maschinen wesentlich intensiver im Einsatz sind und weniger Stillstandzeiten verursachen – das rechnet sich natürlich langfristig.

AVOLA

Mit den aus der Digitalisierung/Industrie 4.0 resultierenden technischen Veränderungen stehen uns flexiblere Reaktionsmöglichkeiten bei der Planung von Betriebs- und Arbeitszeit zur Verfügung. Es haben sich keine Änderungen an unserem Schichtmodell durch die Umsetzung von Digitalisierung/Industrie 4.0 ergeben.

Josef Schulte

Die neu geschaffene Möglichkeit, Homeoffice zu nutzen, Kalkulationen direkt beim Kunden erstellen zu können und alle relevanten Unterlagen stets dabei zu haben, wird gerade im Außendienst und Verwaltungsbereich häufig genutzt und lässt flexible Arbeitszeiten der dort tätigen Mitarbeiter zu.

Josef Schulte



Die Auswirkung der eingeführten und umgesetzten Industrie-4.0-Technologien auf betriebs- und arbeitszeitrelevante Fragestellungen ist äußerst gering. Es wird zwar schneller und effizienter mithilfe der neuen Technologien gearbeitet, aber an den bestehenden Arbeitszeiten und Schichtmodellen im Unternehmen hat sich dadurch nichts geändert. Digitalisierung/Industrie 4.0 war diesbezüglich kein Diskussionspunkt und konnte somit problemlos eingeführt werden.

EBG group

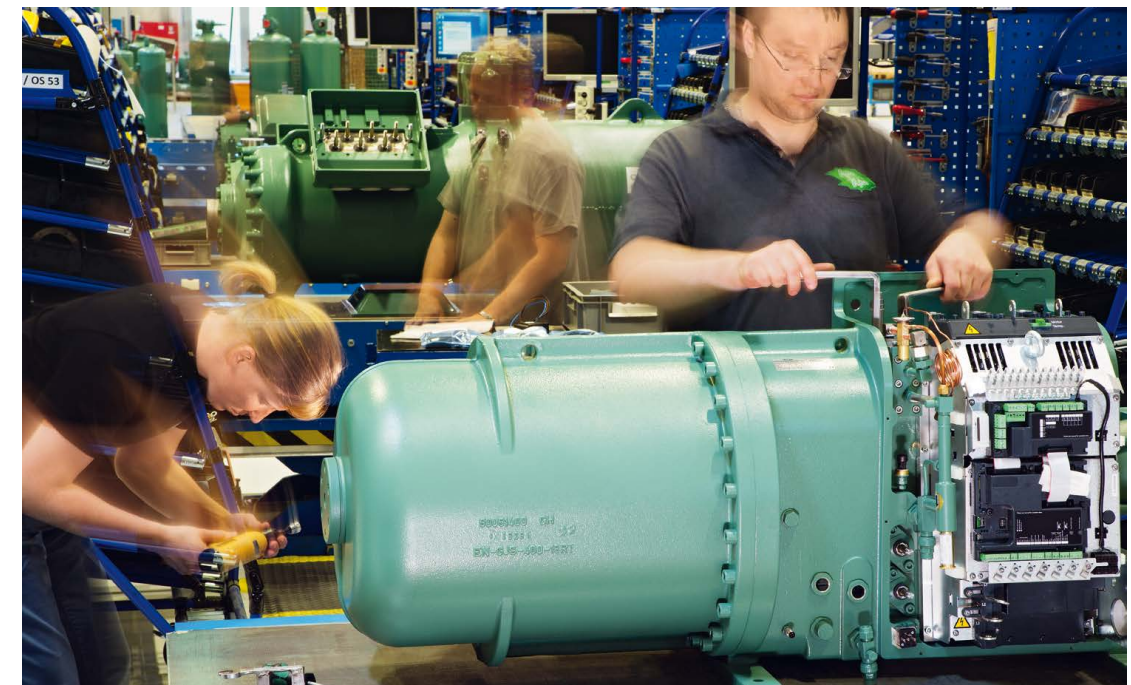
## Entgelt

Als Entgelt wird die monetäre Vergütung des Arbeitnehmers für seine geleistete Arbeit bezeichnet [2]. Hierzu gehören alle laufenden oder einmaligen Zahlungen des Arbeitgebers. Im Allgemeinen wird beim Begriff des Entgeltes von einer Geldleistung als Gegenleistung zu einer erbrachten Leistung ausgegangen. Vielfach existiert als Grundlage für ein Entgelt eine vertragliche Vereinbarung, in der Leistung und Gegenleistung definiert werden. Entgelt kann dabei sowohl die Entlohnung beziehungsweise Bezahlung aus einem Arbeitsverhältnis als auch die Gegenleistung für eine im Rahmen eines Auftragsverhältnisses erbrachte Leistung sein [3].



Mit Digitalisierung/Industrie 4.0 können sich die Arbeitsanforderungen an Mitarbeiter sowie die zur Ausführung erforderlichen Qualifikationen verändern. Beispielsweise können Informationen mittels Bildschirmen, Projektoren oder Augmented-Reality-Brillen zur Umsetzung einzelner Arbeitsschritte bedarfsgerecht bereitgestellt werden und dadurch die Arbeitsanforderungen und der erforderliche Qualifizierungsbedarf abnehmen.

Gegenteilige Wirkungen sind ebenfalls möglich. Wenn beispielsweise ein Produktionsmitarbeiter zukünftig nicht mehr an einer Maschine selbst Produkte herstellt, sondern einen vernetzten Maschinenpark überwacht, in dem die Produkte automatisiert hergestellt



© BITZER Kühlmaschinenbau GmbH





werden. Prozesskenntnisse über die Maschinen bleiben eventuell weiterhin wichtig, Kenntnisse über die IT-Vernetzung und insbesondere über Ansätze zur Problemlösung bei Störungen wären gegebenenfalls zusätzlich erforderlich. Daraus können je nach Gestaltung der Arbeitsaufgabe tendenziell höhere Anforderungen resultieren. Das Anforderungsniveau kann zudem jedoch – auch bei stark veränderter Arbeitsaufgabe – insgesamt unverändert bleiben.

Somit sind unterschiedliche Wirkungen von Digitalisierung/Industrie 4.0 auf das Entgelt möglich. Anhand der beschriebenen Beispiele wird deutlich, dass es wichtig ist, die Auswirkungen frühzeitig zu analysieren, um die richtigen Entscheidungen unter Berücksichtigung von Unternehmenspolitik und Wettbewerbsfähigkeit treffen zu können.



## Praxisberichte

*Mit der Einführung von Digitalisierung/Industrie 4.0 im Unternehmen hat sich an der bisherigen Entgeltregelung nichts geändert. Zukünftig ist es allerdings wahrscheinlich, dass aufgrund der höheren Qualifikationsanforderungen die Eingruppierung der Beschäftigten, die mit dem Computertomografen arbeiten, nach oben angepasst werden muss. Die Vergütung einfacher Werkertätigkeiten soll hingegen gleich bleiben.*

EBG group



## Datenschutz

*Der Schutz von Daten vor Missbrauch, unberechtigter Einsicht oder Verwendung sowie Änderung oder Verfälschung wird als Datenschutz bezeichnet. Im engeren Sinne bezieht er sich nur auf personenbezogene Daten, im weiteren Sinne auf alle Daten. Auch der Schutz der Integrität eines Systems gehört zum Datenschutz [4].*

Insbesondere durch die Nutzung von Sensorik fallen viele, teilweise auch personenbezogene Daten an. Deshalb ist es wichtig, dass sich jedes Unternehmen, das Digitalisierung/Industrie 4.0 umsetzen möchte, Gedanken darüber macht, welche Daten einerseits überhaupt erfasst werden und wie damit andererseits im Interesse des Datenschutzes umgegangen werden muss (auch unter Beachtung der 2016 in Kraft getretenen und ab 2018 anzuwendenden Datenschutz-Grundverordnung der EU). Beispielsweise kann mit einem Smartphone der Fernzugriff auf Serverdaten eines Unternehmens ermöglicht werden, sodass Schutzvorkehrungen zu treffen sind, die bei Verlust des Smartphones sicherstellen, dass kein Fremder Zugriff auf diese Daten erhält. Dies kann etwa durch Passworteingabe oder auch die Verwendung von Finger- oder Irisscannern gewährleistet werden. Ein anderes Beispiel ist die Erfassung von mitarbeiterbezogenen Leistungsdaten an Maschinen, beispielsweise wenn der Mitarbeiter sich persönlich an der Maschine an- und abmeldet und zwischenzeitlich Messwerte über gefertigte Stückzahlen erfasst werden. In diesem Fall kann die Speicherung der Produktionsdaten so gestaltet werden, dass sie auf anonymer Basis erfolgt, das heißt, ohne dass eine Verknüpfung mit der Mitarbeiter-ID erfolgt. Auch aus Sicht der Vorbeugung gegen Änderung und Verfälschung von Daten ist es wichtig, Datenbanksysteme so zu gestalten, dass unbeabsichtigtes und manipulatives Ändern der Datenbankeinträge unterbunden wird.



## Praxisberichte

*In Kooperation mit dem Betriebsrat haben wir alle Bedenken zu personenspezifischen Datenauswertungen in einer Datenschutzvereinbarung geklärt. Auswertungen dürfen nur vorgenommen werden, wenn der Betriebsrat vorher zustimmt.*

Hettich

*Wir nutzen SAP-Fiori-Apps, allerdings nur eingeschränkt. Auf privaten Computern und auf den Smartphones sind sie in unserem Unternehmen bislang nicht zugelassen.*

Hettich

*Zum Schutz der Kundendaten lassen wir uns neben eigenen Sicherheitsvorkehrungen noch durch externe Datenschutzexperten beraten.*

Josef Schulte

*Bei der Einführung haben wir gegenüber allen Kollegen früh kommuniziert, dass die Technik nicht zur Überwachung dient, sondern nur dazu, Prozesse besser zu gestalten und die Arbeit der Mitarbeiter zu erleichtern (beispielsweise bei der Bereitstellung von Materialien und Werkzeugen). Diese offene Kommunikation führte zu einer hohen Akzeptanz bei der gesamten Belegschaft. Außerdem leben wir eine große interne Transparenz. Kollegen in der Produktion und dem Versand haben Einblick in dieselben Daten und gleichen Informationen wie Verwaltungskräfte und das Management. Dies betrifft etwa Deckungsbeiträge der Aufträge, Rüstzeiten etc.*

Josef Schulte

*Wir beziehen unseren Datenschutzbeauftragten immer zu Beginn eines Veränderungsprojekts mit ein.*

BITZER

*Laut unseren intern getroffenen Rahmenvereinbarungen dürfen und werden personenbezogene Daten, wie zum Beispiel Anmeldezeiten am System, nicht zur Leistungskontrolle eingesetzt.*

PHOENIX CONTACT

*Hier sind uns mehrere Punkte wichtig. Zunächst werden Daten anonymisiert dargestellt. Auch die Fortschrittsanzeige eines Arbeitsprozesses ist absolut anonym. Angezeigt wird das aggregierte Ergebnis von mehreren Arbeitsplätzen, sodass Rückschlüsse auf einzelne Personen nicht möglich sind. Darauf legen Vorgesetzte und der Betriebsrat großen Wert.*

Heidelberg

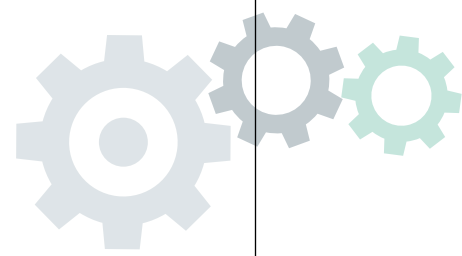
*Wenn ein Arbeitsgang beendet ist, muss der ausführende Mitarbeiter jedes produzierte Teil mit einem Scanner erfassen. Dieser Schritt war eine große Umstellung, weil die Mitarbeiter die Befürchtung einer vollumfänglichen Überwachung hatten. Deshalb wurden Vereinbarungen mit dem Betriebsrat ausgehandelt, was mit diesen Daten passieren darf und was nicht.*

Heidelberg

*Um Anonymität von personifizierten Daten zu gewährleisten, arbeiten die Datenschutzbeauftragten der Produktion und des Betriebsrats eng zusammen.*

Heidelberg





## Datensicherheit

Die Gesamtheit aller organisatorischen und technischen Vorsorgemaßnahmen gegen Verlust, Fälschung und unberechtigten Zugriff wird als Datensicherung bezeichnet. Der angestrebte (Ideal-)Zustand, der mit allen Maßnahmen zur Datensicherung erreicht werden soll, wird als Datensicherheit bezeichnet [4].

Hundertprozentige Datensicherheit kann im Grunde nie erreicht werden, aber es ist wichtig, alles zu tun, was dazu beiträgt, einen hohen Grad zu erreichen. Im Rahmen von Digitalisierung/Industrie 4.0 gibt beispielsweise die Nutzung einer Cloud die Möglichkeit, Daten ins Internet zu verlagern und dort auf verteilten Servern zu sichern. Außerdem kann dadurch ein ortsunabhängiger Zugriff ermöglicht werden. Nicht selten sind Cloud-Lösungen zudem sicherer als lokale eigene Server. Neben der Frage, wo Daten redundant gesichert werden, ist auch die Häufigkeit der Datensicherungen festzulegen. Diese muss in Abhängigkeit der Wertigkeit der Daten so gestaltet werden, dass ein Unternehmen ohne viel Aufwand seine gesicherten Daten nutzen kann, wenn das primäre System ausgefallen ist. Für einige Betriebe kann Datensicherung bedeuten, dass einmal täglich auf einen externen Server zwischengespeichert wird, während für andere eine Sicherung im Stundentakt erforderlich ist. Bei den örtlichen Fragen der Sicherung ist auch zu bestimmen, wo sich die Server – insbesondere bei Cloud-Lösungen – befinden und welcher landes-spezifischen Rechtsprechung diese unterliegen.



### Praxisberichte

Zur Sicherung unseres Firmennetzwerks und unserer Betriebsdaten nutzen wir eine Umleitung eingehender E-Mails und Serveranfragen über ein Rechenzentrum. Auch wenn wir dadurch den Nachteil marginal langsamerer Prozesse in Kauf nehmen, so ist es uns die Sicherheit der Daten wert.

AVOLA

Wenn wir eine neue Maschine anschaffen, werden die Zuliefernden Maschinenanlagenhersteller nach Bedarf im eigenen Maschinennetzwerk freigeschaltet für den Zugriff auf Teile unserer Systeme. Erst danach erfolgt die Vernetzung mit unserem Anlagenpark.

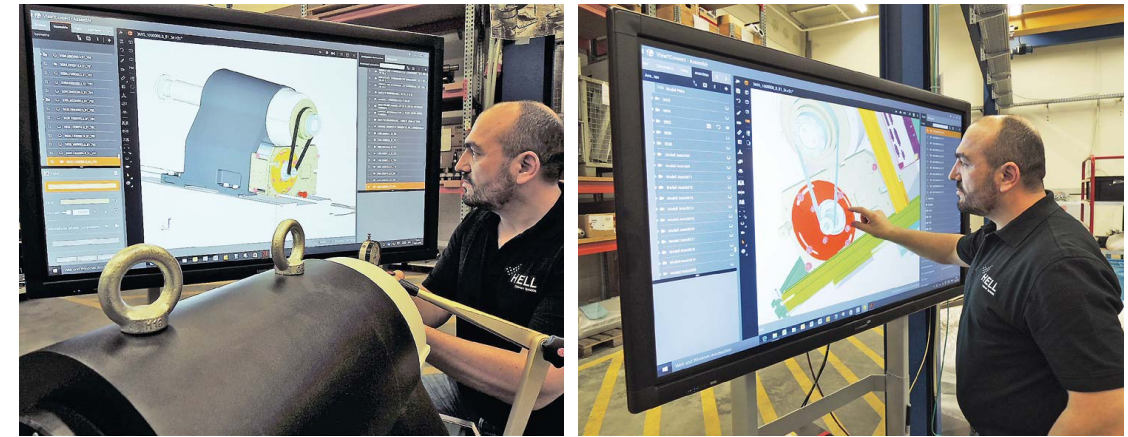
Hettich

Durch professionelle Systeme sehen wir uns sehr gut aufgestellt und abgesichert. Wir nutzen außer Haus gelagerte Speicherplatten und führen auch regelmäßige Updates unserer Systeme durch. Datensicherheit ist für die sichere Unternehmensführung für uns von besonderer Bedeutung.

EBG group

Die Datensicherheit ist für uns vor allem aus Sicht der Absicherung von Anlagendaten bei Maschinenstörungen, Stromausfällen etc. interessant. Es muss zu jeder Sekunde garantiert werden, an welcher Position der Anlage sich welche Teile befinden. Dafür wird ein fehlertolerantes System eingesetzt, das bei Ausfallsszenarien eine schnelle Datenrückgewinnung beziehungsweise Korrektur von Fehlern ermöglicht.

WALDNER Laboreinrichtungen



© Heidelberger Druckmaschinen AG

Wenn man sich mit dem Thema Digitalisierung/Industrie 4.0 beschäftigt, muss man nicht nur den Mehrwert der Datennutzung im Sinn haben, sondern ebenfalls die ganze Peripherie/Hardware betrachten. Nur dadurch kann man schon bei Beginn Themen wie Datensicherheit berücksichtigen. Wichtig ist hierbei, dass man Datensicherheitskonzepte früh in den jeweiligen Digitalisierungsmaßnahmen ausarbeitet.

WALDNER Laboreinrichtungen

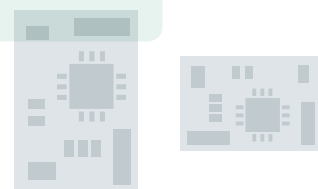
Die Sensibilisierung der Führungskräfte für ihre Verantwortung für Datensicherheit ist uns wichtig. Mit View2Connect können unsere Servicetechniker im Feld nur dann auf unsere Daten für Baugruppen zugreifen, wenn sie mit unserem Netzwerk verbunden sind, eine Berechtigung für die Systeme haben und das passende Anwenderprofil für die Entschlüsselung der Daten besitzen. Darüber hinaus arbeiten wir an Konzepten, wie wir uns davor schützen können, wenn Bildschirme mit einem Smartphone abfotografiert oder abgefilmt werden. Ein Beispiel, wie wir heute dagegen vorgehen: Ein Servicetechniker oder Montagemitarbeiter erkennt eine Bohrung auf einer Zeichnung für Einzelteile, auch wenn diese lediglich beispielsweise als kleines Dreieck codiert abgebildet ist. Dadurch wird ein großer Schutz geboten. Wir codieren dort unsere Daten, wo die genauen Angaben für den Servicetechniker oder den Montagemitarbeiter nicht relevant sind oder er die Codierung kennt. Für Einzelteile besteht dieser Schutz, für Baugruppen haben wir, wie oben geschildert, die Netzwerkabfrage.

Heidelberg

## Mitbestimmung

Unter Mitbestimmung wird die Teilhabe aller in einer Organisation vertretenen Gruppen an Entscheidungsprozessen verstanden. Im Besonderen wird unter der wirtschaftlichen Mitbestimmung die institutionelle Teilhabe der Arbeitnehmer(-vertreter) bei betrieblichen Entscheidungsprozessen verstanden. Träger der Arbeitnehmermitbestimmung sind die Betriebsräte und der Aufsichtsrat [5].

Im Rahmen von Digitalisierung/Industrie 4.0 sind viele rechtliche Anforderungen zu beachten und teilweise auch spezifische, unternehmensbezogene Rechtsfragen bei der Umsetzung einer bestimmten Digitalisierungsmaßnahme zu klären. Werden Industrie-4.0-Technologien an Arbeitsplätzen eingeführt, kann dies der Mitbestimmungspflicht der







Arbeitnehmervertretungen unterliegen. In jedem Fall empfiehlt es sich – auch ohne formale juristische Anspruchsgründe zur Mitbestimmung – die Betriebsräte und ihre Mitglieder einzubeziehen, wenn es um die Umsetzung von Digitalisierung/Industrie 4.0 geht. Dabei gilt der Grundsatz, dass alle Beteiligten, welche von der Einführung von Digitalisierung/Industrie 4.0 betroffen sind, möglichst frühzeitig in den Veränderungsprozess eingebunden werden sollen. Beispielsweise kann die Einführung einer Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) damit verbunden werden, Mitarbeitern und Betriebsräten in einer ersten Informations- und Diskussionsveranstaltung die geplante Maßnahme vorzustellen und mit ihnen zu besprechen, wobei ein Fokus auf den mit der Einführung verfolgten Zielen liegen muss. Konkret kann das bedeuten, dass MRK zur körperlichen Entlastung der Beschäftigten genutzt werden soll und nicht, wie vielleicht befürchtet, zum Abbau von Arbeitsplätzen.



## Praxisberichte

*Sofort zum Start des Projekts wurde der Betriebsrat informiert. Darauf basierte unsere konstruktive Zusammenarbeit.*

Hettich

*Es gab gemeinsame Gespräche zwischen Mitarbeitern und Betriebsrat zur Lösung kritischer Themen. Wir veranstalten regelmäßig unsere sog. Technologie-Tage. Dabei informieren wir unsere Mitarbeiter unter anderem über geplante Digitalisierungsmaßnahmen und stellen neue Industrie-4.0-Technologien sowie andere Technologien vor.*

Hettich

*Die rechtlichen und gesetzlichen Anforderungen wurden direkt bei der Einführung unserer Digitalisierungsmaßnahme berücksichtigt, und im Zuge dessen konnten etwaige kritische Punkte schnell geklärt werden. Besonderheiten bzgl. des Betriebsverfassungsgesetzes oder auch des Arbeitszeitgesetzes mussten wir nicht beachten.*

Josef Schulte

*Im Rahmen der Digitalisierung suchen wir bereits sehr früh während der Projektierungsphasen aktiv das Gespräch mit allen betroffenen Kollegen. Wir entwickeln in einer offenen Runde gemeinsam Prozesse und nutzen so das Know-how unserer Fachexperten intensiv. Bei dem bedeutenden Thema Industrie 4.0 ist uns wichtig zu vermitteln, dass durch die Digitalisierungsmaßnahmen kein Arbeitsplatzabbau, sondern eine langfristige Erhaltung der Arbeitsplätze angestrebt wird, indem Kernkompetenzen gestärkt werden.*

Josef Schulte

*Der Betriebsrat sowie betroffene Mitarbeiter in der Montage wurden früh in das Vorhaben mit einbezogen und konnten die Umsetzung der Digitalisierungsmaßnahmen aktiv begleiten. Es wurde mit dem Betriebsrat festgelegt, was mit den neu erhobenen Daten passieren darf und was nicht. Mit Blick auf das BetrVG oder den geltenden Tarifvertrag müssen wir aber keine Besonderheiten beachten.*

Heidelberg



*Unser Betriebsrat wurde über Veränderungen von Anfang an informiert und im Projektverlauf über Fortschritte regelmäßig unterrichtet.*

EBG group

*Die umgesetzte Digitalisierungsmaßnahme ging mit einem wesentlichen Changeprozess sowohl für die Mitarbeiter als auch für Führungskräfte einher. Um Herausforderungen zu meistern, ist die volle Motivation und Bereitschaft aller Beteiligten gefragt. Das frühe Einbeziehen des Betriebsrats kann zur Aufklärung von Unsicherheiten und zum Abbau von Ängsten beitragen, auch weil dieser einen großen Einfluss auf die Mitarbeiter hat und somit als Multiplikator wirkt.*

WALDNER Laboreinrichtungen

*Die Einbindung des Betriebsrats erfolgt in der Anfangsphase, wenn Ideen zur Veränderung aufkommen. Dann werden die Ideen gemeinsam in Projekte überführt, wodurch eine konstruktive Zusammenarbeit mit dem Betriebsrat unterstützt wird.*

BITZER

*In unserem Unternehmen wird der Betriebsrat sehr früh über Änderungswünsche informiert. Dies ist vor allem in den Fällen hilfreich und empfehlenswert, in denen sein guter Mitarbeiterblick einen wertvollen Informationsinput bringen kann, wenn Themenstellungen wie Arbeitszeitflexibilisierung oder rechtliche Aspekte zu diskutieren sind.*

BITZER

*Der Mitarbeiter darf nicht nur von der Industrie 4.0 betroffen sein, sondern muss integriert werden – und dies frühzeitig. Die technischen Möglichkeiten zur Datenerfassung nehmen zu, auch in der Fertigung, sodass wir uns intensiv damit auseinandersetzen. Beispielsweise achten wir bei der Gestaltung der Arbeitsprozesse insbesondere darauf, dass keine Rückverfolgbarkeit der Arbeitsergebnisse zu einzelnen Personen, die an einer Maschine arbeiten, möglich ist. Die Belegschaft muss abgeholt und in die Diskussion einbezogen werden, wenn der Einsatz von Technologien geplant ist. Wichtig ist, den Nutzen der Technologie als Chance zu vermitteln.*

paragon

*Selbstverständlich beziehen wir den Betriebsrat ein. Wir tauschen uns beispielsweise mit ihm im Rahmen von Inhousemessen aus. Das sind interne Betriebsveranstaltungen mit Vorträgen und Präsentationen über einzelne Themenfelder der Digitalisierung/Industrie 4.0. Auch werden auf diesen Messen Demonstratoren für einzelne Problemstellungen gezeigt, die dann getestet werden können.*

PHOENIX CONTACT

*Der Betriebsrat hat im Rahmen von Betriebsversammlungen Moderationsrunden mit unseren Geschäftsführern und IG-Metall-Vertretern mit wissenschaftlichem Know-how durchgeführt. Daraus ging hervor, dass ein breiter Konsens da ist, dass Digitalisierung/Industrie 4.0 jeden betrifft. Der Betriebsrat hat sich mit den Mitarbeitern und ihren Ängsten und Befürchtungen auseinandergesetzt, vermittelt und erklärt, warum Industrie-4.0-Technologien eingeführt werden, welche Möglichkeiten und Chancen damit verbunden sind und was sich genau dahinter verbirgt, was bei der Nutzung wichtig ist und wo die Grenzen der Techniken liegen.*

PHOENIX CONTACT

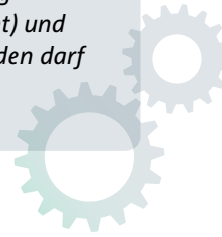


Der Betriebsrat wurde früh mit eingebunden. Es gab Präsentationen zu den Digitalisierungsmaßnahmen vor dem Betriebsrat. Der Betriebsratsvorsitzende sowie eine kleine Gruppe aus der Montage haben das Projekt sogar pro-aktiv begleitet. Alle haben sich die Frage gestellt, welche alternative Vorgehensweise es gibt. Industrie-4.0-Technologien kommen irgendwann so oder so zum Einsatz, und der globale Kostendruck steigt ebenfalls weiter an. Der Betriebsrat hat dies erkannt und deshalb war seine aktive Begleitung eine tolle Unterstützung.

Heidelberg

Die Bedenken des Betriebsrats haben wir zerstreut, indem wir die Ziele der Digitalisierung offengelegt haben. Wir haben darüber informiert, was wir machen wollen (und was nicht) und dazu Vereinbarungen geschlossen, insbesondere was mit den erfassten Daten getan werden darf und was nicht.

Heidelberg



## Externe Unterstützung

Externe Unterstützung wird von Unternehmen in Anspruch genommen, wenn außenstehende Experten projektorientiert an der Weiterentwicklung des eigenen Unternehmens mitwirken sollen. Hierzu zählen kommerzielle Beratungsdienstleister, wissenschaftliche Einrichtungen und Arbeitgeberverbände.

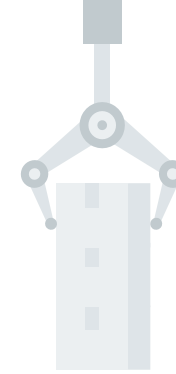
Die Einführung von Digitalisierung/Industrie 4.0 berührt mehrere Themenfelder. Diese reichen von der Prozessgestaltung über die Beachtung juristischer Aspekte bis hin zur Qualifizierung der Mitarbeiter und zur technischen Umsetzung. Nicht alles dafür notwendige Know-how findet sich in jedem Unternehmen, sodass es sinnvoll erscheint, zeitlich und auf den konkreten Zweck begrenzt externe Unterstützung zu nutzen. Die externen Beratungsdienstleister verfügen über Erfahrung aus ähnlichen Projekten bei anderen Unternehmen und wissen somit sehr gut, was Good Practice auszeichnet. Von diesem Wissen können Unternehmen profitieren. Auf der anderen Seite besteht die Gefahr, das eigene Know-how auch nach außen zu transferieren. Wenn statt kommerziellen Dienstleistern auf Unterstützung durch wissenschaftliche Einrichtungen wie Hochschulen oder Forschungsinstitute sowie auf die Angebote der Arbeitgeberverbände zurückgegriffen wird, können die Kosten für die Inanspruchnahme externer Hilfe deutlich reduziert werden. Außerdem erhält man ein neutrales Feedback, wie es von kommerziellen Beratern nicht immer gegeben wird. Beteiligen sich Unternehmen im Rahmen von Forschungsprojekten, die beispielsweise durch den Bund gefördert werden, können sie ihre Digitalisierungsmaßnahmen im Verbund entwickeln und dafür sogar finanzielle Unterstützung erhalten.



## Praxisberichte

Wir nutzen die Expertise eines regionalen Kompetenznetzwerks, tauschen uns mit Fachverbänden zum Thema Lean Production aus und nehmen im Rahmen eines Arbeitskreises an Unternehmensbesichtigungen teil. Der Austausch mit Arbeitskreisteilnehmern und das Sehen von Good Practices in anderen Betrieben haben uns sehr geholfen. Zudem arbeiten wir mit Hochschulen und Universitäten zusammen und nutzen Fördermittel des Bundeslandes.

AVOLA



Wir haben Arbeitskreise unseres Arbeitgeberverbandes zur Beratung speziell zu dem Thema Arbeitsrecht in Anspruch genommen. Außerdem konnten uns die Außenwirtschaftsveranstaltungen der IHK Hilfestellung geben.

AVOLA

Wir haben die Unterstützung eines Forschungsclusters genutzt. In einem Pilotprojekt zum Thema Arbeitswelt 4.0 haben wir uns damit beschäftigt, wie sich die Arbeit ändert, welche Qualifikationen benötigt werden und welche Ausbildungsinhalte in Zukunft gefragt sind. Eine Erkenntnis war, dass die Betrachtung des gesamten Prozessflusses entlang der Wertschöpfungskette unter Einbeziehung der indirekten Bereiche für ein Gelingen des Einsatzes von Digitalisierung/Industrie 4.0 wichtig ist. Man darf den Fokus nicht nur auf die Produktion legen.

Hettich

Im Rahmen eines Forschungsclusters konnten wir uns mit anderen Firmen zu deren EDI-Vernetzung mit Zulieferern und Kunden austauschen. Auch wir erleben, dass die Nachfrage zur Vernetzung seitens der Zulieferer zunimmt.

Hettich

Wir haben eine Unternehmensberatung mit der Unterstützung beauftragt. Außerdem hat uns im Rahmen einer Forschungskoooperation ein Fraunhofer-Institut projektweise unterstützt. Der Austausch mit Universitäten wird weiter angestrebt, auch zur Nachwuchsförderung in Wissenschaft und Forschung. Wir versprechen uns davon, dass wir Studenten durch unsere Unterstützung eine gute Ausbildung verschaffen und sie regional an uns binden können, auch um eigenen Nachwuchs zu generieren.

Josef Schulte

Wir haben einen engen Austausch mit der regionalen IHK während der Einführung von Digitalisierung/Industrie 4.0 gepflegt und tauschen uns fortlaufend über weitere Optimierungsmaßnahmen aus.

Josef Schulte

Eine regionale Hochschule hat uns in einem Projekt zu den sieben Verschwendungsarten unter Beteiligung von Studierenden unterstützt, die Analysen im Betrieb durchgeführt haben. Auch bei der Konzeptentwicklung hat uns die Hochschule mit Brainstorming-Workshops unterstützt.

EBG group

Wir haben zum einen Berater der Anlagenhersteller herangezogen, sowie einen externen, herstellerunabhängigen Berater. Letzteren brauchten wir, da die internen Kompetenzen nicht für das gesamte Projekt ausreichend waren. Wir haben auch die Erfahrung gemacht, dass externe Berater über ein großes Marktwissen verfügen und — im Gegensatz zu Herstellerberatern — neutral sind. Die Herausforderung, wenn externe Unterstützung in Anspruch genommen wird, besteht darin, dass man zuvor den gewünschten Soll-Zustand entwickelt haben sollte. Wenn das Zielbild nicht klar ist, kann es dazu kommen, dass die Berater eine nicht passende Richtung forcieren. Wir können nur empfehlen, dass ein klares Ziel definiert wird, bevor es in eine konkrete Planungsphase geht. Umso zielgerichteter kann den Einsatz der Berater dann stattfinden. Aus unserer Erfahrung ist der Einsatz von externen Beratungsdienstleistungen allgemein zu empfehlen.

WALDNER Laboreinrichtungen





Externe Unterstützung setzen wir häufig bei Schulungsmaßnahmen ein.

ILLIG

In der ersten Phase unseres Projekts wurden alle Arbeitspakete intern abgearbeitet. Bei den nächsten Phasen zur Umsetzung von Digitalisierung/Industrie 4.0 wird eine Zusammenarbeit mit einem Fraunhofer-Institut angestrebt.

BITZER

Über den Arbeitgeberverband wurde uns der Zugang zu unterschiedlichen Netzwerktreffen ermöglicht. Diese sind uns für den Austausch von Erfahrungswissen mit anderen Unternehmensvertretern sehr wichtig.

BITZER

Lean Management und Ganzheitliche Produktionssysteme waren für uns schon immer Themen, die wir mit externen Beratungsdienstleistern behandelt haben. Die Vorteile hierbei sind die neutrale und breite Betrachtungsweise dieser Themenstellungen durch die Beratungsdienstleister. Dadurch legen wir ein Fundament für Digitalisierung/Industrie 4.0.

BITZER

Bei der Einführung neuer Digitalisierungsmaßnahmen durch externe Anbieter war es uns wichtig, softwareseitige Systembrüche zu vermeiden. Wir haben den Wunsch, weiterhin mit SAP zu arbeiten, deshalb müssen neue Systeme damit kompatibel sein.

BITZER

Die Einführung neuer Industrie-4.0-Technologien sollte aus unserer Sicht durch Experten wie zum Beispiel den Anbieter dieser Technik begleitet werden. Aber die Gestaltung von Informationsflüssen und die Einbindung in übrige Systeme müssen in der eigenen Organisation entwickelt werden.

paragon

Wir kooperieren mit regionalen Universitäten und Hochschulen, unter anderem im Rahmen eines Forschungsclusters. Außerdem unterstützt uns ein Fachverband.

PHOENIX CONTACT

Die Kooperation mit IT- und Software-Unternehmen hat uns sehr gut getan. Beispielsweise war der Hersteller unseres CAD-/Engineering-Systems ein guter Partner für uns. In geringem Umfang setzen wir auch Crowdfunder als Spezialisten ein.

PHOENIX CONTACT

Das Projekt wurde und wird mit einem Konsortium aus internationalen Partnern unter Führung von Heidelberger Druckmaschinen AG realisiert. Im Projekt bringen wir Kompetenzen aus der IT und dem Maschinenbau in ein Softwareprodukt – View2Connect – und schaffen damit neue Möglichkeiten in der Zusammenarbeit entlang der PLM-Prozesskette. Die Softwaresuite wurde von Beginn an für den mobilen Einsatz gestaltet. Die 3D-Engine basiert auf Open-Source-Bibliotheken und ist Eigentum von Heidelberger Druckmaschinen AG.

Heidelberg



© Heidelberger Druckmaschinen AG

Wir haben im Vorfeld Informationsveranstaltungen zu verschiedenen Industrie-4.0-Technologien besucht.

Heidelberg

Fachleute des Herstellers unseres MES-Systems sowie die interne IT-Abteilung sind für uns sehr gute Ansprechpartner bei Fragestellungen.

Heidelberg

Für kundenspezifische Systemanpassungen arbeiten der Fachbereich der Produktion, die Fachleute unserer IT-Abteilung und die Systemhersteller Hand in Hand zusammen.

Heidelberg

Hilfe von außen einzuholen ist aus unserer Sicht notwendig, gerade für kleinere Unternehmen, um die Umsetzung neben dem normalen Tagesgeschäft zeitlich überhaupt bewältigen zu können. Außerdem empfiehlt es sich, Information zu möglichen Fördermaßnahmen einzuholen. Gerade die Angebote zur strategischen Förderung sind sehr groß.

AVOLA

## Wirtschaftlichkeit und Erfolg

Wirtschaftlichkeit bezeichnet im Allgemeinen den Unternehmenserfolg. Zumeist wird sie ausgedrückt durch das Verhältnis zwischen Ertrag und Aufwand, aber auch zwischen Leistungen (Erlösen) und Kosten [6, 7].

Jede Investition eines Unternehmens wird vor dem Hintergrund getätigt, dass daraus langfristige Vorteile hervorgehen, insbesondere finanzielle. Dies trifft auch auf Investitionen in Digitalisierung/Industrie 4.0 zu, insbesondere weil die Kosten für Anschaffung, Nutzung und Wartung abzuwägen sind. Nicht immer kann für jede Digitalisierungsmaßnahme ein klarer erwarteter Return on Investment im Voraus berechnet werden. Beispielsweise können Tablets genutzt werden, um Mitarbeitern an ihren Arbeitsplätzen die





Möglichkeit zu bieten, Informationen zum Produktzusammenbau digital nachzuschlagen. Die daraus resultierenden Qualitätsverbesserungen der Produkte können jedoch nur indirekt auf die Nutzung dieser Tablets zurückgeführt werden. Andere Maßnahmen, etwa die Verwendung additiver Fertigungsmethoden zur Bauteilerstellung, können besser kalkuliert und mit konventionellen Produktionsmethoden verglichen werden. Generell ist es wichtig, sich bestmöglich Gedanken zur Wirtschaftlichkeit von Investitionen in Digitalisierung/Industrie 4.0 zu machen, dabei aber die indirekten Erfolgswirkungen nicht außer Acht zu lassen. Oftmals zeigt sich dabei, dass für die Einführung erhöhte Kosten aufzuwenden sind, sich jedoch langfristig – etwa aufgrund von Prozessstandardisierung – Kostenvorteile einstellen.



## Praxisberichte

*Inhaltlich haben wir bereits den Großteil umgesetzt. Erste Zeitanalysen zeigen, dass wir trotz des Mehraufwands, etwa in Form von Schulungsmaßnahmen, mit der Umsetzung den gleichen Arbeitszeitstand erreichen wie vor einem Jahr, als Digitalisierung/Industrie 4.0 noch nicht umgesetzt war. Das gibt uns einen positiven Ausblick für das nächste Jahr.*

AVOLA

*Wir haben nun eine viel höhere Flexibilität und Reaktionsgeschwindigkeit bei kurzfristigen Aufträgen, welche mit hoher Priorität schnell produziert werden müssen.*

AVOLA

*Dank Einrichtung eines One-Piece-Flows konnten wir eine Verbesserung der Durchlaufzeiten in der Serienfertigung erreichen. Unser zukünftiges Hauptziel ist, die Produktivität weiter zu erhöhen.*

AVOLA

*Das Interesse, die positiven Rückmeldungen sowie die Anerkennung und Wertschätzung der Führungskräfte in Verbindung mit einem Klima, in dem es Spaß macht, sich mit neuer Technologie zu beschäftigen, befördern die erfolgreiche Umsetzung der Digitalisierungsmaßnahmen. Digitalisierung/Industrie 4.0 hat aber die »Grundfesten unserer Führung«, das heißt, dass moralische Werte gelebt werden, nicht verändert.*

PHOENIX CONTACT

*In der Umsetzung haben wir stets das Ziel, den Kunden in den Fokus zu stellen. Bislang konnten wir unsere Industrie-4.0-Technologien auch auf dem internationalen Markt ausrollen, zum Beispiel in Neuseeland und Australien. Einsparungsmöglichkeiten konnten wir durch das Yard Management<sup>3</sup> erreichen, ebenso durch die Vermeidung von Fehlern, weil etwa der menschliche Faktor durch automatische Buchungsprozesse ausgeschaltet wurde.*

Hettich

*Wir sehen eine bessere Auslastung durch die automatisierte Steuerung der Fertigung mit Fertigungsplantafeln.*

Hettich

<sup>3</sup>Organisation des Logistikzentrums.



*In der Produktion werden benötigte Materialien kontinuierlich, das heißt, mit weniger Schwankungen der Mengen, und somit besser planbar durch die Maschinen angefordert. Daraus resultiert eine geringere Belastung für die Staplerfahrer und für das Lagerpersonal. Die Verbesserung der Kosten- und Leistungszahlen, die Reduzierung der Spitzenbelastungen sowie die Entwicklung der Maximalkapazitäten belegen den Erfolg unserer Digitalisierungsmaßnahmen.*

Hettich

*Die Betrachtung des ganzen Prozesses ist wichtig. Der Gedanke muss hingehen zur Smart Factory, das heißt, nicht nur die Fabrik an sich muss betrachtet werden, sondern ihre horizontale Integration entlang der Wertschöpfungskette. Der Einsatz unseres gesellschaftsübergreifenden Teams zur Umsetzung und Steuerung der Digitalisierungsmaßnahmen hat sich bezahlt gemacht. Dadurch wurde eine schnelle Umsetzung möglich. Außerdem konnte ein Vergleich des Stands unserer Technik mit anderen Unternehmen durch die Arbeit in gemeinsamen Projekten erfolgen.*

Hettich

*Der Kick-off ist abgeschlossen und wir sind auf einem guten Weg. Es bedarf aber einer stetigen Weiterentwicklung (etwa Anwendung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses), um passende Strukturen rund um die digitalisierten Prozesse weiter voranzutreiben.*

Josef Schulte

*Die hohen Investitionen am Anfang haben sich rentiert.*

Josef Schulte

*Die Effektivität und die Auslastung haben sich verbessert. So ist die Anzahl der Produkte pro Jahr im Vergleich zu vorher deutlich gestiegen mit der gleichen Mannschaft, und das bei reduzierten Laufzeiten. Wir konnten auch sehr viele neue Kunden gewinnen – etwa große Industrieunternehmen – durch die aktive Kommunikation unserer Industrie-4.0-Einführung nach außen. Die Transformation zur Industrie 4.0 und die stetige Weiterentwicklung werden von großen Unternehmen gefordert, daher ist es gut, dass wir mit allen Kollegen Schritt für Schritt nach vorne gehen.*

Josef Schulte

*Durch Einführung unserer kollaborierenden Roboter haben wir umgehend eine signifikante Produktivitätssteigerung von teilweise bis zu 30 Prozent realisieren können, weil nun wesentlich höhere Tagesstückzahlen bei kürzeren Durchlaufzeiten erreicht werden. Beim Einsatz unseres Computertomografen ist die Wirtschaftlichkeit nur schwierig darzustellen. Klar ist aber, dass mit taktile Messung die Menge der gerade durchzuführenden Prüfaufträge gar nicht mehr handhabbar wäre. Wir schaffen also einen höheren Durchsatz von Bauteilen mit höherer Qualität der getroffenen Messaussagen bei gleichzeitiger Abnahme der Iterationsschleifen für Werkzeuganpassungen und geringeren Fehlinterpretationsquoten.*

EBG group

*Wir sehen die Ergebnisse sehr positiv. Die Investition hat sich in allen Aspekten rentiert. Im Endergebnis zeigen sich sogar bessere Werte als erwartet, da die sog. Prozesskosten (die bei der vor der Umsetzung durchgeführten Wirtschaftlichkeitsberechnung schwer zu ermitteln waren) sich durch die Digitalisierungsmaßnahme positiv entwickelten.*

WALDNER Laboreinrichtungen







Die Produktivität ist gestiegen, ebenso die Qualität, und zudem sind die Durchlaufzeiten gravierend gesunken. Außerdem konnten wir unsere Liefertreue verbessern und Bestände deutlich senken, wodurch wir einen reduzierten Platzbedarf für die Produktion haben. Wir sind sehr zufrieden mit dem Erreichten.

WALDNER Laboreinrichtungen

Unsere Flächenproduktivität hat sich deutlich verbessert, weil wir mit 30 Prozent weniger Platz auskommen, obwohl wir zwischen 30 und 40 Prozent mehr produzieren. Die Qualität und die Durchlaufzeiten haben sich auch verbessert. Früher gab es allgemein für ein Produkt Durchlaufzeitangaben in Tagen. Nach der Umsetzung sind es jetzt ca. vier Stunden für ein Produkt, und zwar für die gesamte Durchlaufzeit, nicht nur für die reinen Bearbeitungszeiten. Die Liefertreue und das Beständemanagement sind auch besser geworden. Zwischenbestände, die vor und nach den einzelnen Maschinen zu finden waren, sind nun nicht mehr vorhanden.

WALDNER Laboreinrichtungen

Die bereits umgesetzte Lösung, unser Monitoring, ist für uns nur ein »Anfangsschritt«. Die nächsten Projektstufen sind der Einsatz anderer Arten der Informationsbereitstellung (beispielsweise über Tablet oder Smartwatch). Zukünftig sind auch mehrere Projekte auf Basis der Digitalisierung hinsichtlich der Bearbeitung von Daten geplant. Zudem werden alle Digitalisierungsmaßnahmen in einer KVP-Betrachtung hinsichtlich möglicher Lean-Ansätze beleuchtet, sodass diese ständig verbessert werden können.

BITZER

Wir konnten feststellen, dass aufgrund der Digitalisierungsmaßnahmen sowohl Durchlaufzeiten als auch Bestände verringert werden konnten und die Produktivität insgesamt erhöht werden konnte.

BITZER

Wir konnten Work-in-process-Bestände um 60 % reduzieren. Lagerbestände zwischen mechanischer Fertigung und Montage sind praktisch nicht mehr vorhanden. Dies bewirkte eine signifikante Reduktion des gebundenen Kapitals. Weiterhin konnte die Durchlaufzeit von neun auf sechs Schichten reduziert werden und wir haben nicht mehr benötigte Lagerflächen zu Produktionsflächen umfunktioniert.

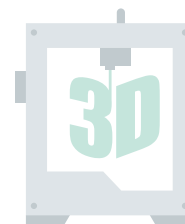
BITZER

Neue Technologien eröffnen uns neue Möglichkeiten und bringen Verbesserungen mit sich. Beispielsweise sind nun Tests in Simulationsläufen möglich, um vorab Risiken zu minimieren.

PHOENIX CONTACT

Wir erleben eine Reihe an Verbesserungen. Bei höherer Variantenanzahl erleben wir geringere Konturvarianzen, das heißt, mechanische Abweichungen, bei der Fertigung. Auch haben sich unsere Durchlaufzeiten reduziert. Beispielsweise können aufgrund von Simulationsläufen Rüstvorgänge zehnmal schneller erfolgen als früher.

PHOENIX CONTACT



Mitarbeiter müssen Fehler machen dürfen. Die Organisation insgesamt kann aus den Fehlern nur lernen. Dies resultiert bei uns in einer positiven Technikprägung und einer Kultur des Vertrauens. Unter diesen Voraussetzungen verlief die erste Einführung der Industrie-4.0-Technologien nahezu unproblematisch.

PHOENIX CONTACT

Die Wirtschaftlichkeit berechnen wir mittels eines zentralen Programms zur Komplexitätsreduzierung. Mit diesem Programm muss die Wirtschaftlichkeit für jede Neueinführung nachgewiesen werden. Das Programm teilt sich in zwei Einheiten, einerseits in die internen Einsparungen, andererseits in den externen Umsatz durch Verkauf.

Heidelberg

Es gibt verschiedene Kriterien, die wir uns ansehen. Dazu gehört zunächst die Reduzierung von Beständen und Durchlaufzeiten. Die daraus abgeleiteten Einsparungen aus den einzelnen Fachbereichen werden addiert und an das Controlling weitergeleitet.

Heidelberg

Wir können – durch View2Connect – auf Lizenzkosten und regelmäßige Schulungen für CAD-Systeme in nicht konstruktionsnahen Bereichen komplett verzichten und somit weitere Einsparungen erzielen. Die größten Einsparpotenziale sind aber in geringerem Zeit- und Personalaufwand zu finden. Wir stärken die Produktivität.

Heidelberg

Mit den Digitalisierungsmaßnahmen wollen wir die Wirtschaftlichkeit erhöhen. Die Hersteller versprechen eine Ratio zwischen 15 und 35 Prozent, je nach Anfangsstand. Dass sie damit Recht haben, können wir bestätigen. Allein durch die Tatsache, dass man besser über seinen Prozess Bescheid weiß, sieht man schneller, wo etwas schief läuft, was genau nicht funktioniert und wie man gezielt gegensteuern kann, um dadurch Mehrkosten zu vermeiden.

Heidelberg

Den Erfolg weisen wir anhand der Mehrarbeits- und der Ausschussquote nach. Mehrarbeit bedeutet die Überschreitung der Vorgabezeit für eine festgelegte Stückzahl. Dies kann diverse Gründe haben, welche klassifiziert sind und vom Mitarbeiter angegeben werden. Mit der Digitalisierung des Prozesses ist diese Mehrarbeitsquote deutlich geringer geworden. Prozessverbesserungen lassen sich zudem anhand der Ausschussquote festmachen, welche sich bei uns ebenfalls deutlich verbessert hat. Indem wir weitere Prozessdaten erfassen und auswerten, sehen wir zusätzliche Verbesserungen. Ein Teil davon ist auf das neue System zurückzuführen.

Heidelberg

Mehr Transparenz vermeidet Abweichungen von Soll-Vorgaben, weil sich rechtzeitig gegensteuern lässt. So kommt es eben nicht erst am Ende der Produktion eines Loses dazu, dass aufgrund eines Fehlers das gesamte Produktionslos Ausschuss darstellt. Die Einführung des Systems hat uns stark gefordert. Die permanente Prozessverbesserung lohnt jedoch den Aufwand.

Heidelberg



*»Digitalisierung gelingt am besten, wenn Mensch, Technik und Organisation gemeinsam berücksichtigt werden.«*



## EMPFEHLUNGEN ZUR GESTALTUNG DES DIGITALEN WANDELS

### Erfahrungen aus der Praxis

Die Unternehmen zeigen einen vielseitigen Einsatz an Industrie-4.0-Technologien. Alle diese Technologien wirken sich unterschiedlich auf arbeitswissenschaftliche und betriebsorganisatorische sowie wirtschaftliche Aspekte aus. Deshalb ist es wichtig, eine für jedes Unternehmen und jede Technologie individuell gestaltete Vorgehensweise für die Einführung und die Nutzung der jeweiligen Technologie zu gestalten.

Die Aussagen der Unternehmensvertreter liefern interessante Einblicke zum aktuellen Stand der Umsetzung, zu erwarteten Chancen und erlebten Herausforderungen während der Umsetzung. Außerdem zeigen sie, wie zukünftige Weiterentwicklungen durch den Einsatz der Industrie-4.0-Technologien aussehen sollten.

Auf Grundlage der gesammelten Erfahrungen der Unternehmensvertreter kann man die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Implementierung von Digitalisierung/Industrie 4.0 identifizieren – die sogenannten »Befähiger 4.0«. Diese werden unterteilt in die Dimensionen »Mitarbeiter«, »Digitalisierung und Vernetzung« sowie »Strategie und Organisation«. Sie sollen Unternehmen Orientierung bieten bei der Bestimmung eigener Digitalisierungsmaßnahmen und für deren Integration. Die Wahl dieser Dimensionen entspricht dem MTO-Konzept, da die ganzheitliche Betrachtung der Faktoren Mensch, Technik und Organisation im Sinne von Digitalisierung/Industrie 4.0 notwendig ist, um neue Technologien erfolgreich in ein Unternehmen zu implementieren und langfristig erfolgreich nutzen zu können.





### **Mensch – Mitarbeiter:** Welche Anforderungen werden an das Personal gestellt, damit es die Digitalisierungs-/Industrie-4.0-Technologien im Alltag nutzen kann?

Die Mitarbeiter sind frühzeitig in die Planung für die Einführung neuer Technologien einzubeziehen. Dabei sollen sie aktiv an den Entscheidungsprozessen teilnehmen sowie ihre Anregungen und eventuellen Bedenken frei äußern und einbringen dürfen. Wichtig ist, dass am Ende diejenigen, welche die Industrie-4.0-Technologien im Alltag einsetzen sollen, von deren Nutzen und Vorteilhaftigkeit überzeugt sind. Darüber hinaus soll Mitarbeitern die Möglichkeit gegeben werden, sich für den Umgang mit den Industrie-4.0-Technologien auseinanderzusetzen und sich entsprechend weiterzuentwickeln. Dafür muss das Unternehmen geeignete Qualifizierungsangebote bereitstellen.

### **Technik – Digitalisierung und Vernetzung:** Welche Industrie-4.0-Technologien benötigt das Unternehmen?

Es gilt die Technologien zu nutzen, die einen wirklichen Mehrwert für das Unternehmen bieten. Das bedeutet, dass keine »reine Technikzentrierung« stattfinden darf, sondern ein konkret zu lösendes Problem des Unternehmens die Grundlage sein muss und die Industrie-4.0-Technologie zu dessen Lösung beizutragen hat. Es ist falsch, aus dem einzigen Grund zu digitalisieren, weil es eine Technik dafür am Markt gibt.

### **Organisation und Strategie:** Welche organisatorischen Anpassungen müssen im Unternehmen erfolgen, um Digitalisierung/Industrie 4.0 nutzen zu können und den Betrieb damit strategisch weiterzuentwickeln?

Das bestehende Geschäftsmodell muss hinterfragt werden. Dafür ist es wichtig zu prüfen, welche Industrie-4.0-Technologien, die am Markt verfügbar sind, genutzt werden können, um das eigene Leistungsangebot zu erweitern. Auch muss kritisch betrachtet werden, welche Technologien die Wettbewerber nutzen und wie dies das eigene Geschäftsmodell gefährdet. Auf diesen Überlegungen aufbauend sind die internen Geschäftsprozesse auf Möglichkeiten zu deren digitaler Unterstützung zu prüfen und bei Bedarf anzupassen.

### **Als Fazit lässt sich zusammenfassen:**

Die Voraussetzungen für Digitalisierung/Industrie 4.0 müssen individuell für jedes Unternehmen identifiziert und geprüft werden. Gleiches gilt für die Möglichkeiten zur Gestaltung von Geschäftsmodell und -prozessen. Dabei ist die Integration aller Beteiligten essenziell. Die Umsetzung muss unter Berücksichtigung vieler rechtlicher und organisatorischer Rahmenbedingungen gestaltet werden. Dazu sind insbesondere Fragen der Arbeitsgestaltung und -organisation, der Auswirkungen auf Entgelt und Arbeitszeit, nach Datensicherheit und -schutz sowie nach Wirtschaftlichkeit, Mitbestimmung und Qualifizierung zu beantworten. Dabei hilft die Checkliste »Digitalisierung & Industrie 4.0 in der Praxis« ([↓ Downloadlink siehe S. 56](#)) des ifaa.

Als Unterstützung zur Identifikation von möglichen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung von Digitalisierung/Industrie 4.0 dient die Übersicht aus Tabelle 1 (siehe Seite 54). Darin werden konkrete Industrie-4.0-spezifische Aspekte innerhalb der drei Dimensionen »Mensch«, »Technik« sowie »Organisation« genannt.


















Mensch – Mitarbeiter	Technik – Digitalisierung und Vernetzung	Organisation und Strategie
 Kompetenz im Umgang mit physischen Objekten	 Funktionsfähige Produkte, Maschinen und Anlagen	 Zielgerichtete Organisation gemäß Lean Production
 IT-Kompetenz und Wissen über Datenauswertung	 Aktorik, Sensorik und Identifikatoren (z. B. RFID, Barcode)	 Strategische Integration von Digitalisierung/Industrie 4.0
 Ganzheitliches Verständnis für komplexe Systeme	 Internet-Schnittstellen zu den Produktionsanlagen	 Datenkonsistenz und ein einheitliches IT-System, einschließlich Analyse-Software
 Kompetenz in Datenschutz und -sicherheit	 Breitbandnetzwerk (intern/extern), Verbindung zu Cloud-Servern	 Klar definierte Rechtsgrundlage zu Datennutzung und -austausch
 Frühzeitige Kommunikation, kooperative Weiterentwicklung	 IT-Sicherheitssystem und lokaler Datenspeicher zur Sicherung	 Akzeptanz bei Partnern der Wertschöpfungskette sowie beim Kunden

Tabelle 1: »Befähiger 4.0« – Voraussetzungen für die erfolgreiche digitale Transformation (in Anlehnung an [8])

## Autoren

Marc-André Weber | Sebastian Terstegen | Frank Lennings | Sascha Stowasser

Mit Unterstützung von David Kese, Eyeris Sebastian Perez Peña, Sven Hille, Stephan Sandrock, Amelia Koczy sowie Vertretern der Unternehmen AVOLA MASCHINENFABRIK A. Volkenborn GmbH & CO. KG, BITZER Kühlmaschinenbau GmbH, EBG group, Heidelberger Druckmaschinen AG, ILLIG Maschinenbau GmbH & Co. KG, Josef Schulte GmbH, paragon AG, Paul Hettich GmbH & Co. KG, PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG und WALDNER Laboreinrichtungen GmbH & Co. KG.

## Quellennachweise

- [1] ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (Hrsg) (2015) Leistungsfähigkeit im Betrieb. Kompendium für den Betriebspraktiker zur Bewältigung des demografischen Wandels. Springer Vieweg, Berlin
- [2] REFA (2012) REFA-Lexikon. Industrial Engineering und Arbeitsorganisation. Hanser, München
- [3] Marburger H (2017) SGB IV – gemeinsame Vorschriften für die Sozialversicherung. Vorschriften und Verordnungen: mit praxisorientierter Einführung. Walhalla, Regensburg
- [4] Pommerening K (1991) Datenschutz und Datensicherheit. BI-Wiss.-Verl., Mannheim
- [5] Springer Fachmedien (Hrsg) (2018) Gabler Wirtschaftslexikon. Springer Gabler, Wiesbaden
- [6] Wöhe G, Döring U (2013) Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Vahlen, München
- [7] Thommen JP, Achleitner AK (2012) Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Gabler, Wiesbaden
- [8] Seiter M, Bayrle C, Berlin S, David U, Rusch M, Treusch O (2016) Roadmap Industrie 4.0. Ihr Weg zur erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0. Tredition GmbH, Hamburg



## ZUSATZINFORMATIONEN



### Checkliste Digitalisierung & Industrie 4.0 in der Praxis

Geschäftsstrategie und Prozesse ganzheitlich gestalten

[www.arbeitswissenschaft.net/Checkliste\\_Digitalisierung](http://www.arbeitswissenschaft.net/Checkliste_Digitalisierung)



### Checkliste zur Gestaltung mobiler Arbeit

(Neuaufgabe inkl. Anpassungen an den Tarifvertrag 2018!)

[www.arbeitswissenschaft.net/Checkliste\\_mobile\\_Arbeit](http://www.arbeitswissenschaft.net/Checkliste_mobile_Arbeit)



### Checkliste zur Gestaltung digitaler arbeitsbezogener Erreichbarkeit

[www.arbeitswissenschaft.net/Checkliste\\_digitale\\_Erreichbarkeit](http://www.arbeitswissenschaft.net/Checkliste_digitale_Erreichbarkeit)



### Digitalisierung und Produktivitätsmanagement – Studienergebnisse, Potenziale und Handlungsempfehlungen (Zeitschrift »Leistung & Entgelt«, Nr. 4, November 2017)

[www.heider-verlag.de/Artikeldetails.aspx?sorte=431&artikelgruppe=24](http://www.heider-verlag.de/Artikeldetails.aspx?sorte=431&artikelgruppe=24)



### ifaa-Studie: Produktivitätsmanagement im Wandel – Digitalisierung in der Metall- und Elektroindustrie

[www.arbeitswissenschaft.net/Studie\\_Digitalisierung\\_2017](http://www.arbeitswissenschaft.net/Studie_Digitalisierung_2017)



## NOTIZEN

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Impressum

© ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Herausgebers. Das gilt insbesondere für die Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung von Verarbeitung in elektronischen Systemen. Ausgenommen sind offene Dateien, die vom Herausgeber als Downloadmöglichkeit zur Verfügung gestellt werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Herausgeber und die Autoren gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Herausgeber noch die Autoren übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

### Herausgeber

ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V.  
[www.arbeitswissenschaft.net](http://www.arbeitswissenschaft.net)

Bezugsmöglichkeit: Sonja Bobbert, [s.bobbert@ifaa-mail.de](mailto:s.bobbert@ifaa-mail.de)

Druck: Heider Druck GmbH, Bergisch Gladbach

Gestaltung: Claudia Faber

Erscheinungsjahr: 2018

Titelfoto: [zapp2photo/stock.adobe.com](http://zapp2photo/stock.adobe.com)

Fotos: [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com): Theerapong (S. 6), 3dkombinat (S. 10), Raman Khilchyshyn (S. 18), NicoElNino (S. 26), Gorodenkoff (S. 50), nd3000, zapp2photo, Mathias Rosenthal, memyjo, Monkey Business, wladimir1804, allvision, Elnur Amikishiyev, MH, NicoElNino, vege, alotofpeople, Nmedia (S. 54)

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:  
ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V.  
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)