



**Themen-Schmöcker**

# Digitale Transformation

**„Die digitale Transformation ist allumfassend und stellt in ihrer Konsequenz die gesamte Unternehmensorganisation vor neue Chancen und Herausforderungen.“**

---



Liebe Leserin,  
lieber Leser,

die Digitalisierung ist zugleich Katalysator und Bestandteil eines Wandels, der alle Bereiche unserer Gesellschaft betrifft. Sie verändert die Art, wie wir arbeiten, zusammenleben, Geld verdienen – sie ist tiefgreifend. Wir sprechen deshalb von der digitalen Transformation.

In unserer Arbeit mit und für die Industrie haben wir zwei grundlegende Feststellungen gemacht. Zum einen ist der digitale Wandel allumfassend. Er betrifft also nicht einzelne Arbeitsprozesse oder Abteilungen, sondern stellt in seiner Konsequenz die gesamte Unternehmensorganisation vor neue Chancen und Herausforderungen. Zum anderen ist dieser Wandel ein langer und oft steiniger Weg. Er beginnt vielleicht in der Chefetage, führt dann aber über IT-Infrastrukturen und Abteilungsgrenzen, Arbeitskulturen und Belegschaft, über Zulieferer und Kunden und auch über politische Rahmenbedingungen. All diese Faktoren können Einfluss haben auf Erfolg oder Misserfolg des digitalen Wandels im Unternehmen.

Der Themenschmöker in Ihren Händen gibt einen Überblick über unsere vielfältigen Arbeiten im Kontext der digitalen Transformation. Er spannt einen Bogen von der Strategieentwicklung im Unternehmen hin zu technischen Fragestellungen wie die Einführung von Big Data-Architekturen oder die Chancen digitaler Plattformen.

Durch unsere Projekte und Kooperationen im Bereich digitale Transformation verknüpfen wir praktische Erfahrungswerte mit neuestem Forschungswissen. Von diesem Know-how profitieren Unternehmen seit kurzem in unserem **Digital Transformation Office (DTO)**. Schauen Sie doch mal auf [www.digital-transformation-office.com](http://www.digital-transformation-office.com) vorbei!

Viel Spaß beim Schmökern wünscht



**Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu**  
Direktor des Fraunhofer IEM

**Unsere Artikel spannen einen Bogen  
von der Strategieentwicklung im Unternehmen hin  
zu technischen Fragestellungen wie die Einführung  
von Big Data-Architekturen oder die Chancen  
digitaler Plattformen.**

---

STRATEGIE-  
ENTWICKLUNG**Digitale Zielbilder***Oskar Flach, André Lipsmeier, Dr.-Ing. Thorsten Westermann*

Einblick in die Strategie-Entwicklung beim Trailer-Spezialisten Schmitz Cargobull.

*Erschienen in: NEXT industry (2/2018), Vogel Verlag*

5

**Wie Unternehmen die digitale Transformation strukturiert meistern***Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu, André Lipsmeier,**Dr.-Ing. Thorsten Westermann, Dr.-Ing. Arno Kühn*

Individuelle ganzheitliche Strategieentwicklung für jedes Unternehmen.

*Erschienen in: Industrie 4.0 und Management (35/2019), GITO Verlag*

11

**Die digitale Transformation braucht Strategie***Dr.-Ing. Arno Kühn*

Gespräch mit WAGO über Chancen und Zukunftsvisionen der digitalen Transformation.

*Erschienen in: WAGODirect Spezial SCHALTSCHRANKBAU 4.0 (03/2019)*

15

TECHNOLOGIE  
UND  
UMSETZUNG**Big Data-Architekturen: Die sicheren Häuser in der Fertigung***Dr.-Ing. Sebastian von Enzberg, Philipp Sarhage, Dr.-Ing. Arno Kühn*

Die Industrie 4.0 bietet jede Menge Potenziale für die Fertigung von morgen.

*Erschienen in: Fabriksoftware (24/2019), GITO Verlag*

18

**Investitionsentscheidungen vor dem Hintergrund der Digitalisierung am Beispiel Schaltschrankbau***Robert Joppen, Dr.-Ing. Sebastian von Enzberg,**Dr.-Ing. Arno Kühn, Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu*

Ein Strukturierungsansatz insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen.

*Erschienen in: ZWF (7-8/2019), Carl Hanser Verlag*

21

**IT-Sicherheit von Anfang an mitdenken***Dr. Matthias Becker*

Security-by-Design als Schlüssel zu erfolgreichen digitalen Produkten und Services.

*Erschienen in: Markt und Wirtschaft Westfalen (11/2019), PBL Media Verlag*

26

**Plattformökonomie – Innovationstreiber für B2B***Dr.-Ing. Arno Kühn im Gespräch mit Tim Wohlfarth*

Potenziale und Orientierung für digitale Plattformen im B2B-Bereich.

*Erschienen in: Integrated Industry. Sonderveröffentlichung des**VDI-Verlags zur Hannover Messe 2019 (03/2019)*

27

**Gestaltung hybrider Wertschöpfung und Arbeit im Kontext von Smart Services***Christian Koldewey, Jannik Reinhold, Roman Dumitrescu, Maximilian Frank,**Thomas Schweppe, und Annegret Melzer*

Welche Fragen stellen sich beim Wandel vom Produkt zum Smart-Service-Anbieter?

*Erschienen in: ZWF (6/2019), Carl Hanser Verlag*

28

**Digitale Schnittstelle für die Auftragsabwicklung in der Kartonagenproduktion***Robert Joppen, Melina Massmann, Dr.-Ing. Sebastian von Enzberg*

Einsatz digitaler Technologien für die Kommunikation und den digitalen Austausch.

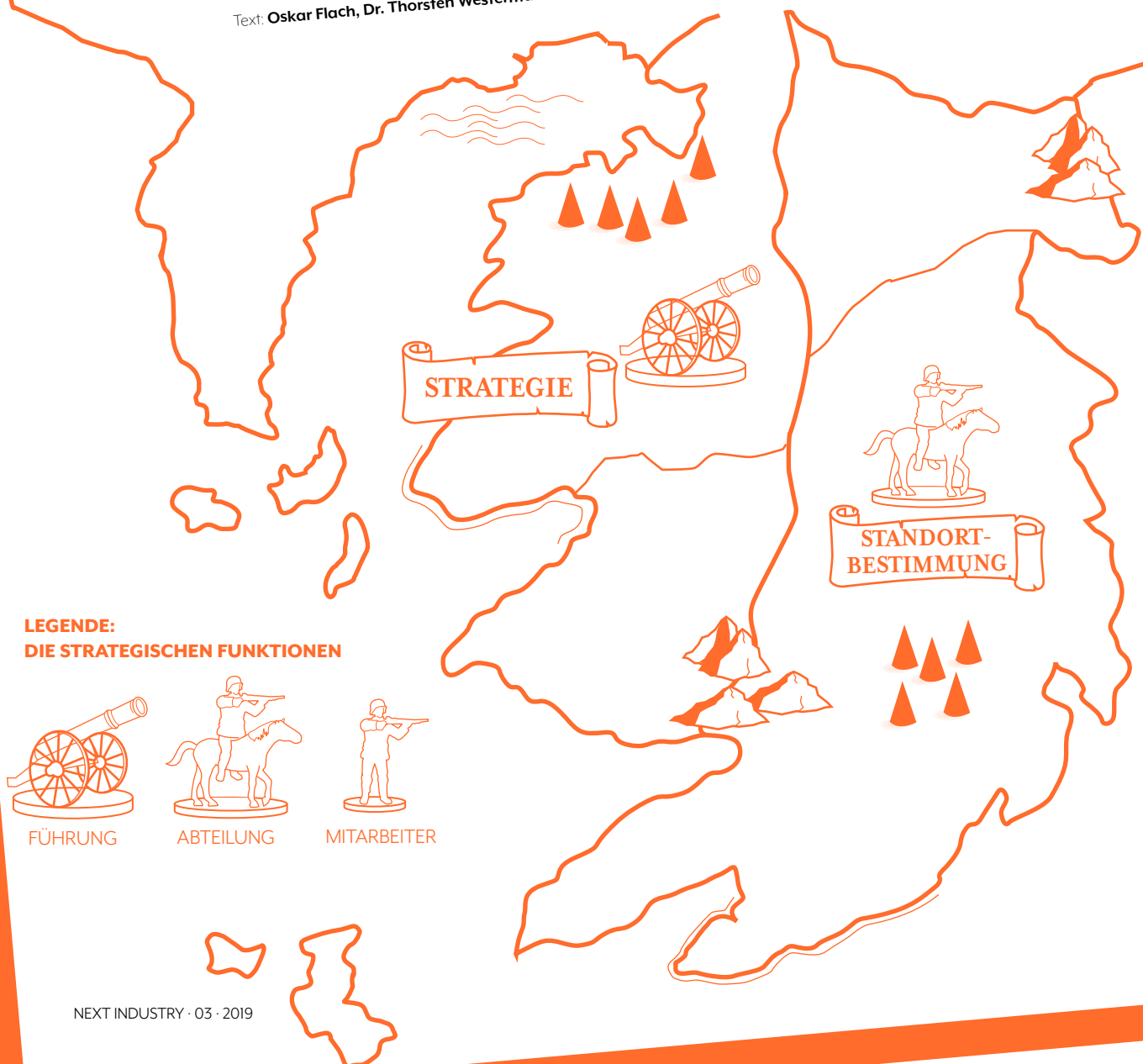
*Erschienen in: Mittelstand-Digital Magazin WISSENSCHAFT TRIFFT PRAXIS,**Ausgabe 12 „Vernetzte Wertschöpfung“*

33

# DIGITALE ZIEL- BILDER

Die digitale Transformation ist allumfassend und tiefgreifend. Wir verändern die Art, wie wir Geld verdienen, arbeiten, zusammenleben. Wer die Digitalisierung erfolgreich anpacken will, muss also auf mehr als die Technologie achten. Im Folgenden beschäftigen wir uns mit digitalen Transformationsstrategien im Allgemeinen und der Strategie-Entwicklung des Trailer-Spezialisten Schmitz Cargobull im Speziellen. Dabei begleiten uns stets drei wichtige Prämissen.

Text: Oskar Flach, Dr. Thorsten Westermann und André Lipsmeier; Illustration: Next Industry



## LEGENDE: DIE STRATEGISCHEN FUNKTIONEN



FÜHRUNG



ABTEILUNG



MITARBEITER

ZIELBILD

E

Erstens: Strategy first! Generationen von Management-Ratgebern irren sich nicht, wenn sie eine unternehmensübergreifende Strategie für große Transformationsprozesse empfehlen, zu denen die Digitalisierung zweifelsfrei gehört. Es bedarf eines gemeinsamen Selbstverständnisses, dem die Ingenieurin aus der Entwicklung, der Mitarbeiter aus der Personalabteilung und der Betriebswirt aus dem Controlling gleichermaßen zustimmen. Eine simple Feststellung ist hier oft hilfreich: Der Kunde steht im Zentrum. Für Schmitz Cargobull ist diese Überlegung elementar. Das Unternehmen stellt seit mehr als 120 Jahren Sattelaufleger her, und das soll auch sein Kerngeschäft bleiben. Natürlich will der Trailer-Spezialist die Möglichkeiten der Digitalisierung nutzen, um seinen Kunden innovative Produkte und Dienstleistungen anzubieten, neue Geschäftsmodelle voranzutreiben und um die interne Wertschöpfung zu optimieren. Trotzdem will das Unternehmen auch in 20 Jahren noch erster Ansprechpartner für Transportlösungen und nicht für Software sein.

Zweitens: Eine Digitalisierungsstrategie muss vom oberen Management angestoßen werden, ausgestaltet werden sollte sie aber aus dem gesamten Unternehmen heraus. Ein langfristig gedachter strategischer Leitstern entsteht idealerweise in einem gesunden Austausch zwischen Unternehmensführung und funktionalen

Einheiten. Schmitz Cargobull beschäftigt mehr als 6.000 Mitarbeiter/-innen und produziert in fünf Ländern. Manche Einheiten setzen sich seit vielen Jahren mit Digitalthemen auseinander, andere leisten auch heute noch rein papierbasiert einen

hervorragenden Job. In Zukunft gilt es, diese zwei Welten zusammenzubringen und dafür zu sorgen, dass einerseits bestehendes digitales Know-How sein volles Potenzial entfalten kann, dass andererseits aber niemand abgehängt wird. Für eine übergeordnete Digitalisierungsstrategie bedeutet das: Sie kann und darf nicht vom oberen Management allein erstellt werden. Ob Supply Chain, Sales, Produktion oder Accounting - die Experten für die Digitalisierung dieser Bereiche sitzen genau hier.

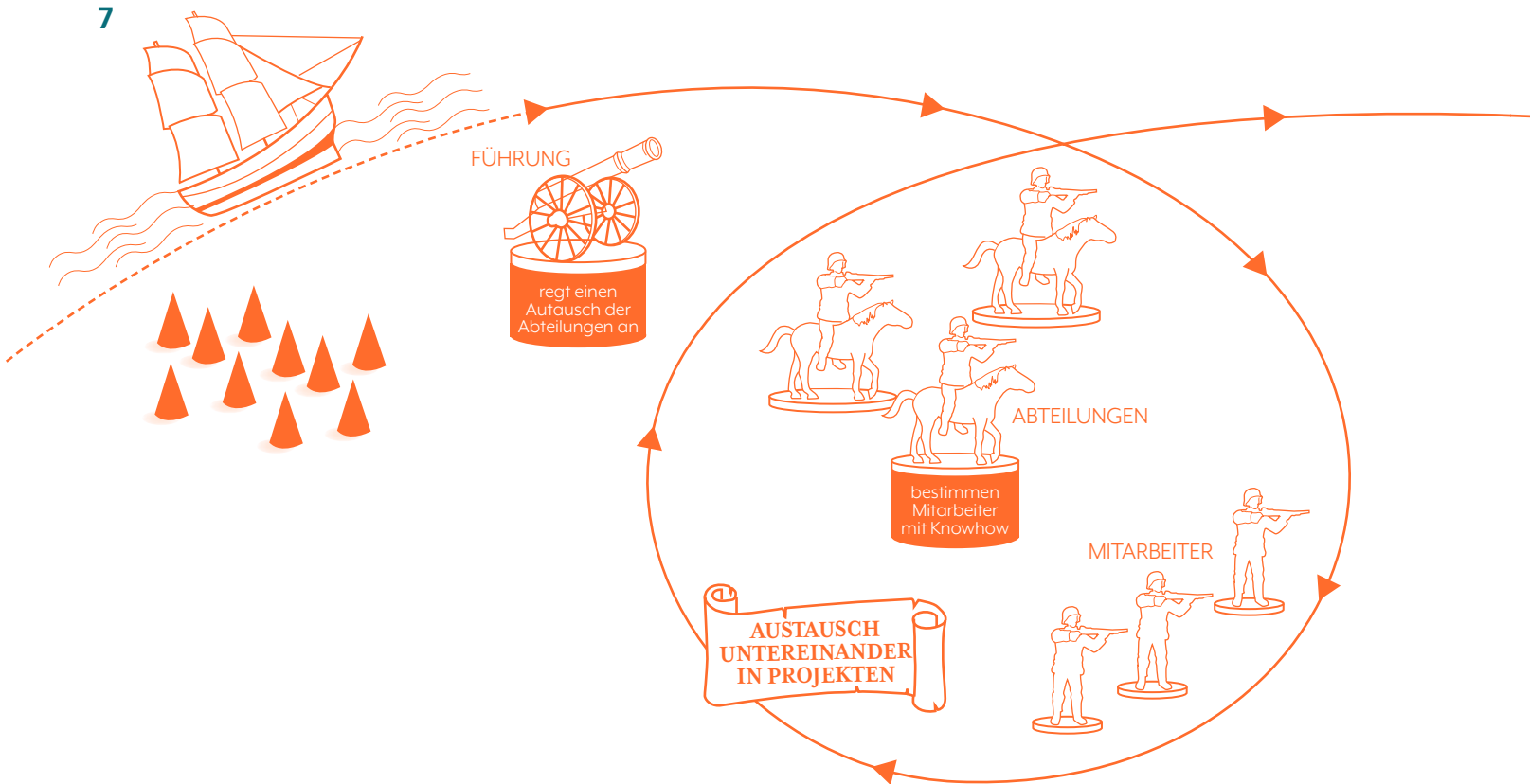
**Der Dreiklang aus Bestandsaufnahme, Zielsetzung und Umsetzung ist ein empfehlenswerter Alleskönner.**

Drittens: Auch Unternehmen müssen den absoluten, allumfassenden Charakter der Digitalisierung verstehen und dementsprechend planen, entscheiden, handeln. Strategie, Prozesse und Kultur müssen gleichberechtigt nebeneinanderstehen, damit die digitale Transformation im gesamten Unternehmen eine Chance bekommt. Ein Beispiel: Das Fraunhofer IEM identifiziert mit Unternehmen neue Technologien, die Potenzial zur Optimierung der Auftragsabwicklung in der Kundenbetreuung bieten. Bevor neue Technologien Nutzen stiften, ist eine technische und organisatorische Integration in bestehende Prozesse und in Schnittstellen zu Entwicklung, Produktion und Vertrieb erforderlich. Diese bedarf des Know-Hows der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und vor allem deren Akzeptanz und Bereitschaft, die eigene Arbeit neu zu denken. Scheitert all dies, hilft die beste Technologie herzlich wenig.

#### DIE STANDORTBESTIMMUNG

Wo stehen wir? Wo wollen wir hin? Wie sieht der Weg dorthin aus? Viele vom Fraunhofer IEM unterstützte Industrieunternehmen gehen bereits diesen zugegebenermaßen logisch erscheinenden Weg, wenn sie eine Digitalisierungsstrategie entwickeln. Zwar sind Ausgangssituation, Ziele, Hindernisse und auch Lösungen immer individuell und müssen sorgfältig bedacht und erarbeitet werden – der Dreiklang aus Bestandsaufnahme, Zielsetzung und Umsetzung ist jedoch ein empfehlenswerter Alleskönner. In der Zusammenarbeit von Fraunhofer IEM und Schmitz Cargobull geht es um eine Strategie-Entwicklung für die Digitalisierung, die, vom Management initiiert, das gesamte Unternehmen nicht nur betrachtet, sondern auch miteinbezieht und einen Austausch in beide Richtungen ermöglicht.

Für den ersten grundlegenden Schritt der Selbsteinschätzung haben wir nicht nur die technologische, sondern auch die kulturelle Dimension des Unternehmens betrachtet. Wenn wir also über Technologien, Tools und Infrastruktur sprechen, ermitteln wir den Grad der Umsetzung der Digitalisierung. Dazu gehören

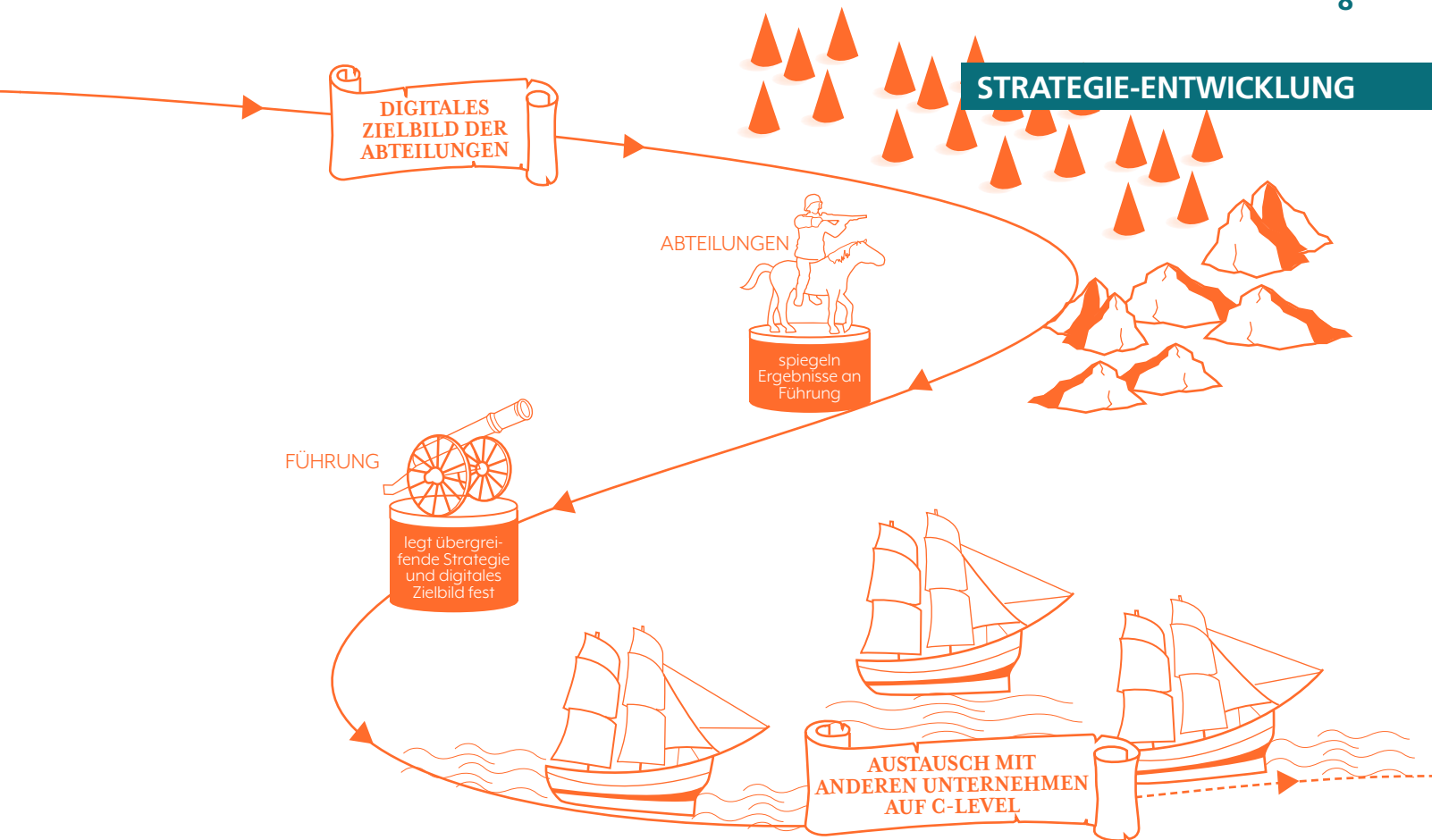


etwa das Thema Datennutzung (welchen Wert ziehen wir aktuell aus unseren Daten, z. B. für Analysezwecke?), Systemintegration (zu welchem Grad sind verschiedene IT Systeme miteinander vernetzt?) oder Assistenz (werden die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zum Beispiel von Übersetzungsassistenten oder kollaborativen Robotern unterstützt?). Wenn wir über digitales Bewusstsein sprechen, geht es um strategisch-kulturelle Aspekte. So schauen wir etwa auf das strategische Bewusstsein (werden digitale Themen bereits im Kontext einer übergreifenden Strategie betrachtet? Werden Schnittstellen zu anderen Bereichen mitgedacht?), die digitale Kultur (sind die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bereit, sich und ihre Arbeit im Kontext der Digitalisierung zu hinterfragen und zu verändern?), den kreativen Spielraum (welche Entscheidungs- und Gestaltungsfreiräume gibt es?), die digitale Expertise (welches Know-How wird künftig wichtig sein und sind die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter soweit ausgebildet?) oder die Kooperationskultur (nutzen wir bereits den Austausch mit externen Partnern?).

Essenziell wichtig war, dass wir diese Selbsteinschätzung zunächst an die einzelnen Abteilungen von Schmitz Cargobull selbst übergeben haben – ganz in der Überzeugung, dass hier die jeweiligen Experten sitzen. In Workshops diskutierten Vertreterinnen und Vertreter aus dem Controlling, der Supply Chain oder der Entwicklung die oben dargestellten Dimensionen und ordneten ihren Funktionsbereich darin ein. Dadurch gewannen wir wichtige Erkenntnisse. Erstens: Wir stießen auf eine faszinierende Neugier auf digitale Themen und eine mehrheitliche Bereitschaft, sich auf den digitalen Wandel einzulassen. Im ganzen Unternehmen existierten schon spannende Projekte und ambitionierte Konzepte. Zweitens: Wir erkannten unterschiedliche Wege, sich mit dem Thema Digitalisierung auseinanderzusetzen. Wir fanden zum Beispiel Technologische Pioniere, die bereits bestens mit technologischen Lösungen vertraut sind und diese bereits einset-

**»Technologien müssen verstanden, Prozesse eingespielt und Aufgabenprofile überdacht werden.«**





zen. Ein Beispiel sind digitale Tools für das Accounting oder im Bereich Engineering. Für die eigene Arbeit werden diese Werkzeuge bereits sehr positiv genutzt, Ausbaupotenzial besteht aber in durchgehenden Prozessen und in der Systemintegration zu anderen Bereichen. Wir fanden auch Strategische Experten, die bereits einen gut durchdachten Fahrplan in der Schublade haben, mit dem sie die digitale Transformation meistern wollen. Ein Beispiel war das Human Resource Management, das sich seit längerem auch in Erfahrungsaustauschgruppen mit anderen Unternehmen engagiert. Eine Aufbereitung dieser einzelnen Standortbestimmungen in einem Portfolio schuf Verhältnismäßigkeit und Vergleichbarkeit. Drittens: das Management konnte ableiten, an welchen Themen es in Zukunft arbeiten muss. So wird es darauf ankommen, das Wissen und Potenzial der Technischen Pioniere auch anderen Bereichen zugänglich zu machen und in eine übergreifende Strategie zu überführen. Es wird genauso wichtig sein, den Strategischen Experten Mittel und Freiräume zu schaffen, um ihre Pläne in die Tat umzusetzen.

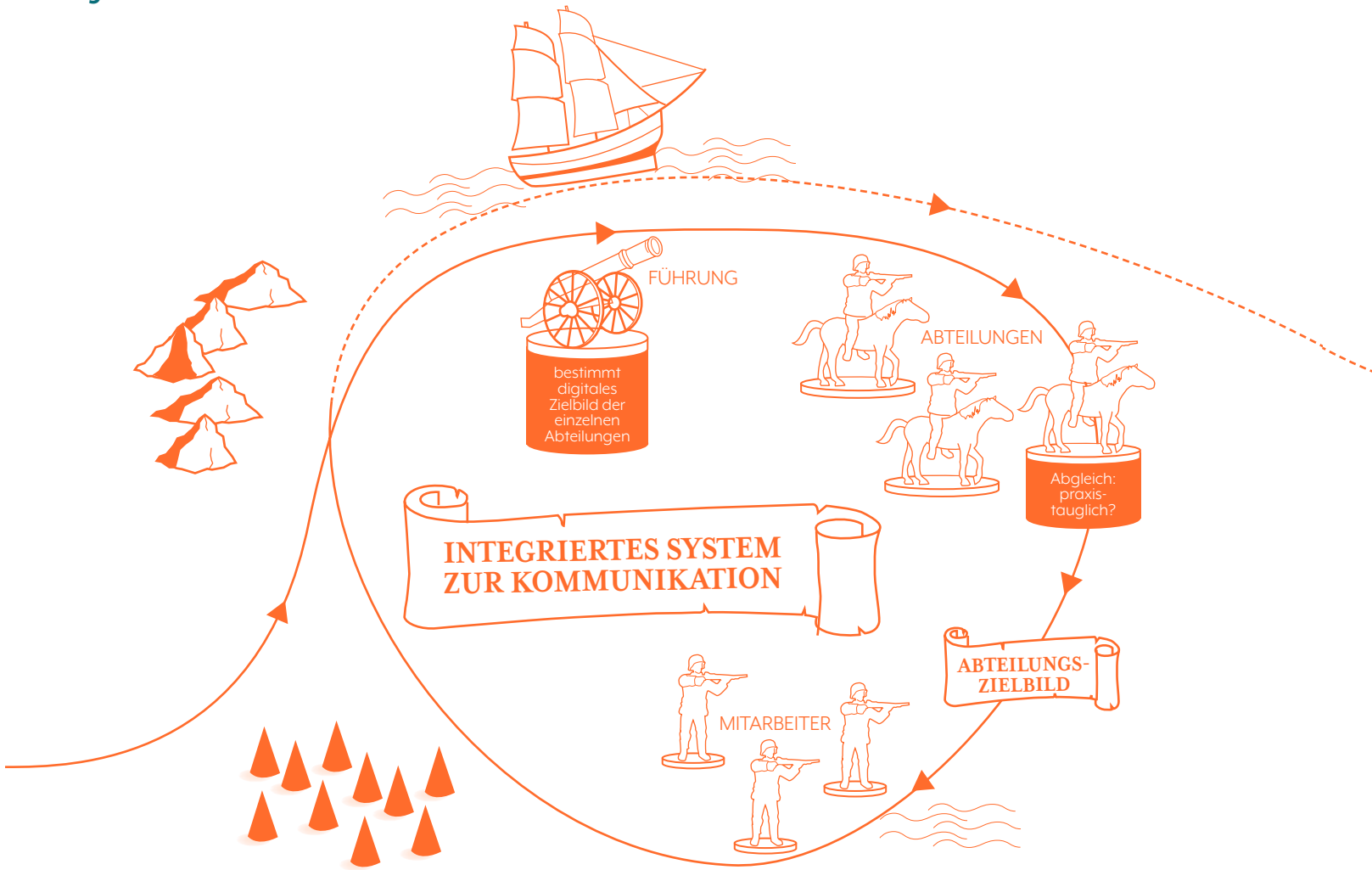
Eine weitere Erkenntnis der Standortbestimmung war, dass es bei allem Tatendrang auch Vorbehalte und Sorgen in puncto Digitalisierung gibt. Das ist vollkommen normal. Neue Technologien müssen verstanden, Prozesse eingespielt und Aufgabenprofile überdacht werden. Verständlich, wenn sich der Einzelne fragt, wie seine Arbeit zukünftig aussehen wird. Diese Herausforderung führt uns zum nächsten Schritt, der Strategie-

entwicklung. Wie bereits beschrieben, war es uns wichtig, zwar die übergeordnete Digitalisierungsstrategie als zentrale Leitplanken vom Management zu definieren. Ausgestalten und mit der Realität abgleichen, wollten wir sie jedoch mit den einzelnen Funktionsbereichen. Hier sollten konkrete Digitalisierungsziele und -initiativen erarbeitet und in die übergeordnete Digitalisierungsstrategie eingespielt werden. Methodisch unterstützt haben wir dieses „Down-Up“-Vorgehen mit Digitalen Zielbildern.

#### EIN ZIELBILD FÜR JEDES BÜRO

Das Konzept der Digitalen Zielbilder sieht folgendermaßen aus: Jeder Funktionsbereich erarbeitet ein kurzes, aber prägnantes Selbstbild in Bezug auf die Digitalisierung, bestehend aus einer Vision, konkreten Anwendungsfällen, strategischen Zielen und Fokusthemem. Die bereichsindividuelle digitale Vision entwirft eine noch entfernte, aber konkrete und realisierbare Zukunft in einem Zeithorizont von fünf bis acht Jahren. Sie ordnet sich in die unternehmensübergreifende Strategie ein und dient somit als wichtiges Instrument, um alle Initiativen auf einen Kurs zu bringen. Exemplarisch herausgreifen wollen wir einen Aspekt aus der Human Resources-Vision bei Schmitz Cargobull: Jederzeit und allumfassend Zugriff auf Wissen und Weiterbildung zu geben.

Konkrete Anwendungsfälle füllen diese digitale Vision mit Leben, prüfen sie so bereits in der Theorie



## AGILITÄT IN DER FÜHRUNG

74%  
TECHNOLOGIE-  
BRANCHE

54%  
AUTO-  
MOBIL-  
BRANCHE

73%  
HANDEL

75%  
PHARMA-  
INDUSTRIE

**DIE STUDIE ZEIGT DIE VERÄNDERUNGSFÄHIGKEIT VON MANAGERN AUF EINER SKALA VON 1-100: DIE MEHRHEIT FÜHLT SICH WOHL IN CHANGE-PROZESSEN.**

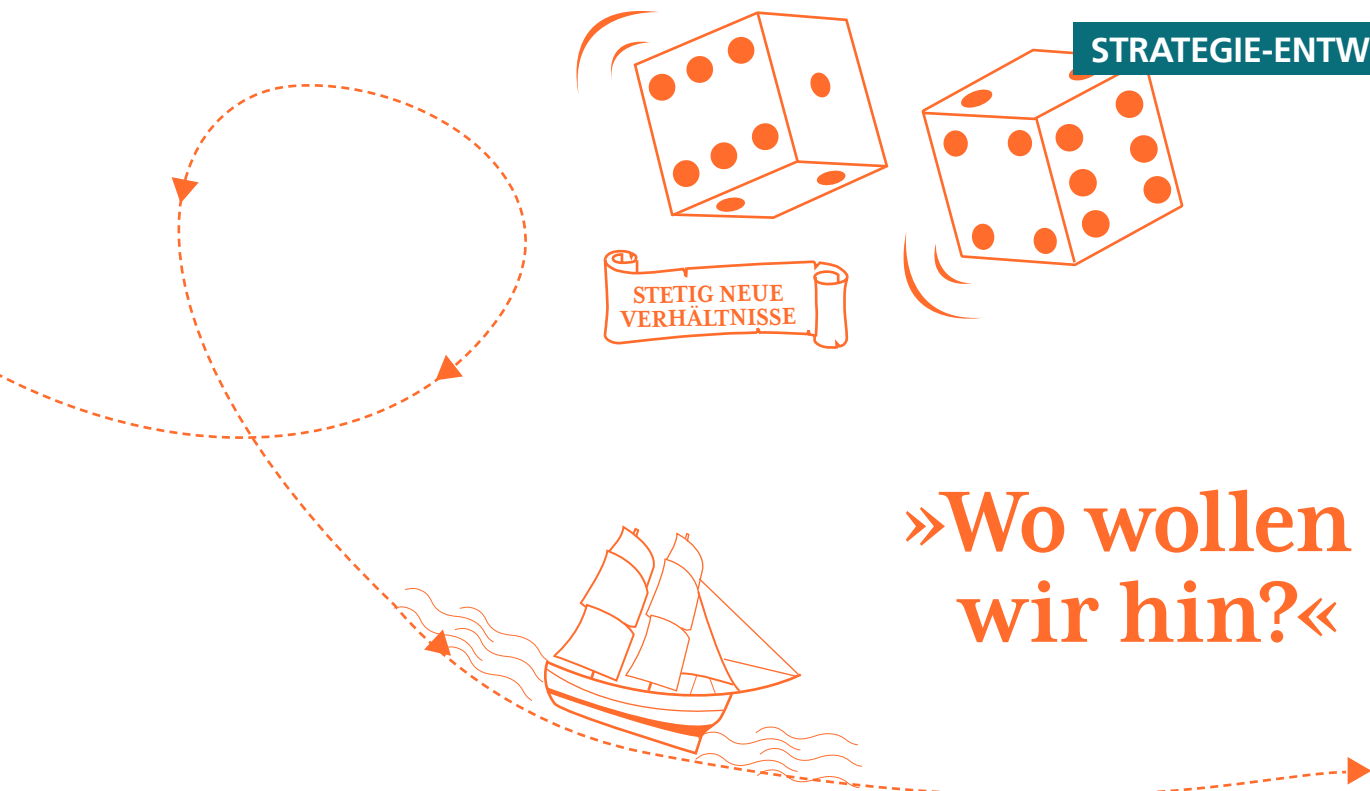
Grafik: Next Industry, Quelle: Studie von Korn Ferry; 1.123 teilnehmende Führungskräfte

auf ihre Praxistauglichkeit und tragen Schritt für Schritt zur digitalen Transformation der Abteilung bei. Um Insellösungen zu vermeiden und einen Nutzen im Gesamtunternehmen zu stiften, sollten diese Projekte entlang der gesamten Wertschöpfungskette entstehen. Für unser HR-Bespiel wäre dies das Erstellen einer umfangreichen Qualifizierungsmatrix und der Aufbau einer unternehmensweiten digitalen Schulungs- und Qualifikationsplattform mit E-Learning-Angeboten. Die

Abteilung stellt strategische Ziele auf, die sie mit denen der übergeordneten Strategie abgleicht. In unserem exemplarischen Fall ist das etwa die unternehmensweite Einführung von Mobile Working.

Zuletzt bündelt die Abteilung ihre Anwendungsfälle und leitet daraus Fokusthemen ab. Ein Fokusthema, in unserem Fall etwa das Schaffen integrierter IT-Systeme, dient der bereichsübergreifenden Kommunikation und Synchronisation der einzelnen Digitalisierungsinitiativen im gesamten Unternehmen. Außerdem werden die einzelnen Fokusthemen in die übergeordnete Digitalisierungsstrategie zurückgespielt. Bei Schmitz Cargobull ist das „Projekt Digitale Zielbilder“ ein voller Erfolg. Das Fraunhofer IEM betreut die Diskussionen in den Abteilungen als neutraler Moderator, so gelingt der Spagat

**Aus den vielen einzelnen Zielbildern gilt es ein großes, gemeinsames zu machen - und es weiter auszugestalten und abzugleichen.**



## »Wo wollen wir hin?«

zwischen Strategieentwicklung von oben und von unten. Die Kernaussagen der Zielbilder werden in Grafiken überführt und in manchen Abteilungen hängt die Visualisierung des digitalen Zielbildes schon in den Büros.

Das ist der Status quo. Hier stehen wir, dort wollen wir hin – nun geht es an die Umsetzung. Aus den vielen

einzelnen Zielbildern gilt es nun, ein großes, gemeinsames zu machen und es immer weiter auszugestalten und abzugleichen. Schmitz Cargobull begleitet seine digitale Transformation mit diversen Veranstaltungen und Programmen, bindet Betriebsräte und Gewerkschaften ein und setzt auf Kommunikation und Transparenz – allumfassend und tiefgreifend. ◀



Bild: Oskar Flach

### Oskar Flach

... ist bei Schmitz Cargobull AG für die Entwicklung und Umsetzung der Digitalisierungsstrategie verantwortlich. Sein Schwerpunkt liegt auf der Synchronisierung und Ausrichtung laufender Aktivitäten in allen Geschäftsbereichen und Standorten.



Bild: Fraunhofer

### Dr. Thorsten Westermann

... hat das Themenfeld Digitale Transformation am Fraunhofer IEM entwickelt und betreut es bis heute. Das Paderborner Forschungsinstitut fokussiert sich auf die Entwicklung und Umsetzung ganzheitlicher Strategien für die Digitalisierung und profitiert dabei von seiner interdisziplinären Ausrichtung.



Bild: Fraunhofer

### André Lipsmeier

... ist Wissenschaftler am Fraunhofer IEM. Sein Arbeitsschwerpunkt ist die zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung für die digitale Transformation, die er mit einer ganzheitlichen Strategieentwicklung und -Umsetzung fokussiert.



Hier gelangen Sie zu weiteren Informationen und Empfehlungen der Autoren.

### MEHR DAZU

... finden Sie unter:

[www.iem.fraunhofer.de](http://www.iem.fraunhofer.de)

oder unter:

[www.cargobull.com/de/](http://www.cargobull.com/de/)

# Digitale Transformation ganzheitlich managen

Wie Unternehmen die digitale Transformation strukturiert meistern

Roman Dumitrescu, André Lipsmeier, Thorsten Westermann und Arno Kühn,  
Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM, Paderborn

Digitalisierung ist ein Kernthema, das in den Strategien von Unternehmen berücksichtigt werden sollte. Aufgrund der unternehmensspezifischen Ausgangssituationen und Ziele existiert jedoch kein einheitliches Muster für die digitale Transformation. So sollte jedes Unternehmen seine eigene Strategie für die Gestaltung der Digitalisierung entwickeln. Dabei ist zu festzulegen, in welchen Bereichen ein Unternehmen nutzenstiftende Veränderungen im Kontext der Digitalisierung durchführen will.

Ob Vertrieb, Rechnungswesen oder Produktion – die Digitalisierung erfordert vielfältige Veränderungen in unterschiedlichen Unternehmensbereichen. Um diese Veränderungen strukturiert zu steuern und nachhaltig umzusetzen, bedarf es einen als „Digitale Transformation“ bezeichneten Prozess. Zur Strukturierung der hierfür erforderlichen Aktivitäten nutzen wir vier übergeordnete Handlungsfelder. Das Handlungsfeld Marktleistung beschreibt die Veränderung des Produkt- und Serviceprogramms, bei dem Produkt- und Dienstleistungsanteile zunehmend zu integrierten Produkt-Service-Systemen verschmelzen. Im Handlungsfeld Leistungserstellung wird die Frage beantwortet, wie Geschäftsprozesse und Unternehmensressourcen für eine zukünftige Wertschöpfung verändert werden müssen. Im Fokus des Handlungsfelds Geschäftsmodelle steht die Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle, die zu einer nutzenstiftenden Veränderung der Geschäftslogik eines Unternehmens führen. Als Grundlage zur Umsetzung dieser drei Handlungsfelder gilt das vierte Handlungsfeld Organisation. Erforderliche Initiativen für die Anpassung der Aufbau- und Ablauforganisation, zur Erzeugung einer strategiekonformen Kultur und letztlich zur Erzeugung einer digitalen Arbeitswelt im Unternehmen, werden dort adressiert.

## Digitale Transformation von Unternehmen

Jedes Unternehmen beginnt seinen Transformationsprozess von einer individuellen Ausgangsposition und verfolgt zugleich unternehmensspezifische Ziele. Ein standardisierter Fahrplan für die digitale Transformation besteht somit nicht [1]. In Strategieprojekten mit Unternehmen der Maschinenbau-, Nutzfahrzeug- und Hausgerätebranche haben wir jedoch ein dreistufiges Vorgehen entwickelt und validiert. Dazu haben wir den grundlegenden Prozess zur Strategieentwicklung in Anlehnung an [2] adaptiert und einzelne Stufen mit neuen Methoden angereichert. Unter Zuhilfenahme dieses dreistufigen Vorgehens können Unternehmen ihre individuelle digitale Transformation strukturiert planen und realisieren (Bild 1).

Zu Beginn des Transformationsprozesses bewerten Unternehmen ihre derzeitige Leistungsfähigkeit im Kontext der Digitalisierung. Davon ausgehend werden im nächsten Schritt konkrete Digitalisierungsziele festgelegt. Anschließend definieren die Unternehmen konkrete Maßnahmen und Aktivitäten zur Erreichung der Ziele und bringen diese im Rahmen einer Roadmap in eine zeitliche Abfolge. Begleitend

### Managing Digital Transformation

Digitalization is a strategic core issue that has to be anchored in the strategy of every company. The challenge in this context is that there is no uniform pattern for the digital transformation of a company. Instead, each company has to develop its own company-specific plan how it will position itself in the context of digitalization. Furthermore, the development of an individual digitalization strategy is required. The following article presents a planning approach for the development of such a digitalization strategy, based on three major steps.

#### Keywords:

Digitalization Strategy, Digital Strategy, Digital Transformation Strategy, Maturity Assessment, Digital Target Pictures

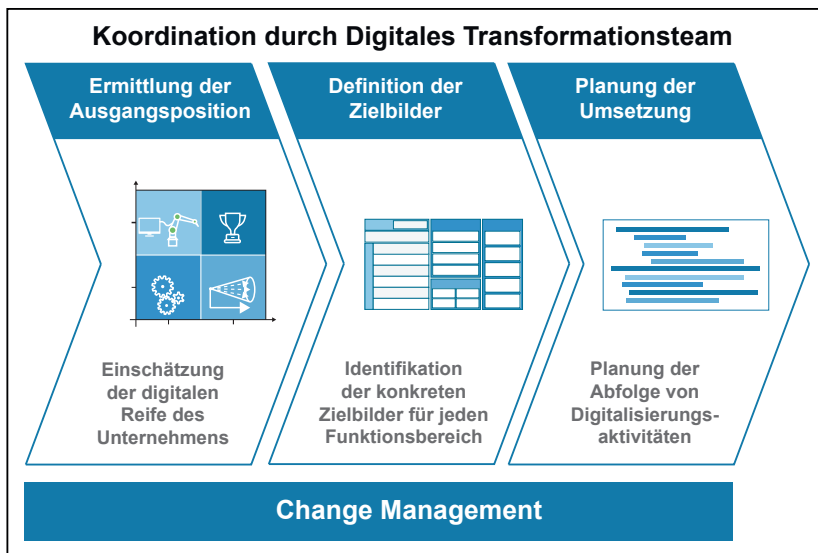
Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu ist Direktor am Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM in Paderborn und leitet dort den Fachbereich Produktentstehung. An der Universität Paderborn leitet er den Lehrstuhl für Advanced Systems Engineering und ist außerdem einer von drei Geschäftsführern des Spitzenclusters it's OWL.

M. Sc. André Lipsmeier ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Gruppe „Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung“ am Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik IEM in Paderborn.

Dr.-Ing. Thorsten Westermann leitet die Gruppe „Produkt-Service-Systeme“ am Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM in Paderborn.

Dr.-Ing. Arno Kühn leitet die Abteilung „Produkt- und Produktionsmanagement“ am Fraunhofer Institut für Entwurfstechnik IEM in Paderborn.

roman.dumitrescu@iem.  
fraunhofer.de  
www.iem.fraunhofer.de



**Bild 1: Vorgehensweise zur Planung der digitalen Transformation.**

dazu erfolgt das Change Management. Dieses stellt sicher, dass die wesentlichen Stakeholder im Unternehmen bei der Planung und Umsetzung von Digitalisierungsaktivitäten involviert werden. Im Folgenden wollen wir den von uns systematisierten Weg zur Planung der digitalen Transformation von Unternehmen am Beispiel des Handlungsfelds Leistungserstellung erläutern. In den von uns durchgeführten Industrieprojekten haben wir dabei die Erfahrung gemacht, dass Unternehmen vor allem bei der systematischen Bestimmung konkreter Digitalisierungsziele vor Herausforderungen stehen. Nachdem wir das Vorgehen zur Ermittlung der Ausgangssituation beschrieben haben, werden wir deshalb detailliert auf die systematische Zielermittlung durch die Entwicklung sogenannter digitaler Zielbilder eingehen.

#### Ermittlung der Ausgangssituation

Ausgangspunkt des digitalen Transformationsprozesses ist eine objektive Bewertung der derzeitigen Leistungsfähigkeit eines Unternehmens im Kontext der Digitalisierung. Empfehlenswert dafür sind Reifegradmodelle, mit deren Hilfe Unternehmen ihren Status Quo systematisch bewerten können. Im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0 entstanden in jüngerer Vergangenheit mannigfaltige Reifegradmodelle mit verschiedenen Schwerpunkten, z. B. in den Bereichen Produktion oder Logistik [3, 4]. Ein Großteil dieser Modelle greift jedoch zu kurz, da vordergründig technologische Aspekte adressiert werden.

Wie eingangs erläutert, ist die Digitalisierung im Unternehmen jedoch ein mehrdimensionales Thema, bestehend aus technischen sowie strategischen, organisatorischen und kulturellen Aspekten. Vor diesem Hintergrund haben

wir ein neues Reifegradmodell entwickelt, das dieser Herausforderung gerecht wird. Es verfolgt eine ganzheitliche Herangehensweise, die auf zwei übergeordneten Dimensionen fußt: „Digital Capabilities“ und „Digital Awareness“. Die Dimension „Digital Capabilities“ repräsentiert technologische sowie infrastrukturelle Fähigkeiten eines Unternehmens im Kontext der Digitalisierung. Die zweite Dimension „Digital Awareness“ umfasst strategische, organisatorische und kulturelle Aspekte der Digitalisierung. Diese beiden Dimensionen unterteilen wir jeweils in sechs Handlungsfelder, wie z. B. Datennutzung, IT-Infrastruktur und Ressourcen oder Assistenzsysteme in der Dimension Digital Capabilities (Bild 2). Jedes dieser Handlungsfelder hat unterschiedliche Reifegrade, welche die Eigenschaften eines Handlungsfelds je Leistungsstufe idealtypisch beschreiben. So reichen z.B. die Reifegrade des Kriteriums Prozessunterstützung in der Dimension Digital Capabilities von „Keiner Prozessunterstützung“ in der ersten Reifegradstufe bis hin zu „Selbststeuernden Prozessen“ in der vierten Reifegradstufe.

Mithilfe dieses zweidimensionalen Reifegradmodells können sämtliche Funktionsbereiche eines Unternehmens (z. B. Engineering, Produktion, Personalwesen etc.) ihre bereichsspezifische Leistungsfähigkeit in puncto Digitalisierung ermitteln. In Workshops untersuchen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter die Prozesse ihres Funktionsbereichs anhand der Handlungsfelder und bewerten sie mithilfe der einzelnen Kriterien (Bild 3) sowie der zugeordneten Reifegrade. Aus den ermittelten Reifegradstufen wird ein Durchschnittswert für die zwei Dimensionen „Digital Capabilities“ und „Digital Awareness“ gebildet, der schließlich in das Ergebnisportfolio einfließt. Das Portfolio in Anlehnung an [5] wird durch die übergeordneten Dimensionen „Digital Capabilities“ (y-Achse) und „Digital Awareness“ (x-Achse) aufgespannt und dient zur prägnanten Ergebnisdarstellung. Aufgeteilt ist das Ergebnisportfolio in vier verschiedene Bereiche. Der Bereich „Digital Novice“ beschreibt Funktionsbereiche mit geringen technischen Fähigkeiten und einer geringen „Digital Awareness“. Hier steckt die Digitalisierung noch in den Kinderschuhen. Der Bereich „Technical Pioneer“ umfasst Funktionsbereiche mit guten technischen Fähigkeiten bei geringen Werten im Kontext Strategie, Organisation und Kultur. Zwar befinden sich digitale Technologien bereits im operativen Einsatz, jedoch folgt der Technologieeinsatz keiner übergeordneten Strategie. Funktionsbereiche im Feld „Strategic Expert“ haben bereits eine klare Strategie für ihren Bereich im Kontext der

Digitalisierung erstellt und Zuständigkeiten für Digitalisierungsaktivitäten definiert. Es fehlt jedoch noch der operative Einsatz digitaler Technologien. Den Bereich „Digital Champion“ erreichen Funktionsbereiche dann, wenn konkrete Maßnahmen zur digitalen Transformation anhand einer klaren Strategie umgesetzt werden. Mit der Einordnung der untersuchten Bereiche in das Ergebnisportfolio ist die Analyse der Ausgangssituation abgeschlossen. Nun gilt es den unternehmensindividuellen Weg zum digitalen Champion zu planen und umzusetzen.

### Ermittlung von Digitalisierungszielen

Jedes Unternehmen sollte einen eigenen, unternehmensspezifischen Plan – eine Digitalisierungsstrategie – entwickeln und damit festlegen, wie es sich „digital transformieren“ will. Sie beschreibt die gesamtheitliche und spezifische Vision im Kontext der Digitalisierung einschließlich der strategischen Maßnahmen zu deren Erreichung. Dazu definieren Unternehmen konkrete, mittel- sowie langfristige Digitalisierungsziele und -initiativen für die Bereiche Marktleistung und Wertschöpfungsprozesse aber auch für die Bereiche Organisation und Kultur.

Aufgrund der hohen Komplexität der digitalen Transformation empfehlen wir für die Erarbeitung der unternehmensspezifischen Digitalisierungsstrategie einen sogenannten „Down-Up“-Ansatz. Dabei wird zunächst ein erster Entwurf einer digitalen Unternehmensvision von der Unternehmensleitung erarbeitet und in Form eines digitalen Leitbilds schriftlich fixiert. Die grundsätzlichen Leitplanken für die Ausgestaltung der digitalen Transformation werden somit von der Unternehmensleitung festgelegt. Weiter konkretisiert werden diese Vorgaben durch die einzelnen Funktionsbereiche des Unternehmens: Hier werden konkrete Digitalisierungsziele und -initiativen erarbeitet, synchronisiert und „Buttom-Up“ in die digitale Unternehmensvision zurückgespielt. Auf der Basis dieser nun konkreten Angaben wird der erste Entwurf der digitalen Unternehmensvision erneut geprüft und weiter konkretisiert. Aufbauend darauf kann die übergeordnete Digitalisierungsstrategie erarbeitet werden, die den Weg zur Zielerreichung beschreibt. Als neues Werkzeug zur Unterstützung dieses „Down-Up“-Vorgehens haben wir eine Methode zur Entwicklung von sogenannten „Digitalen Zielbildern“ entwickelt. Unter einem digitalen Zielbild verstehen wir eine prägnante Darstellung des Selbstverständnisses eines Funktionsbereichs im Kontext der Digitalisie-

rung auf Basis von vier grundlegenden Bestandteilen (nummeriert in Bild 3).

Die digitale Vision (1) repräsentiert ein konkretes, realisierbares und gleichzeitig distanzierendes Zukunftsbild eines Funktionsbereichs im Kontext der Digitalisierung. Sie ist ein wichtiges Führungsinstrument, um eine einheitliche Gesamtorientierung des Funktionsbereichs innerhalb der Digitalisierung zur Geltung zu bringen.

Um die eher abstrakte und langfristig definierte digitale Vision weiter zu konkretisieren, werden digitale Use-Cases (2) entlang der definierten End-to-End-Prozesse des Unternehmens identifiziert. Digitale Use-Cases sind konkrete Digitalisierungsvorhaben, die zur digitalen Transformation eines Funktionsbereichs beitragen (bspw. Einsatz von Predictive Maintenance). Durch die Orientierung an den End-to-End-Prozessen erarbeitet jeder Bereich diejenigen digitalen Use-Cases, die zur Verbesserung des Gesamtprozesses beitragen. Zum einen wird somit der Gefahr einer isolierten Optimierung von Einzelabläufen vorgebeugt, zum anderen werden Synergieeffekte zwischen verschiedenen Bereichen identifiziert.

Sechs verschiedene Handlungsdimensionen unterstützen die Einordnung von digitalen Use-Cases zu deren primären Anwendungsbereichen. Die Handlungsdimensionen unter-

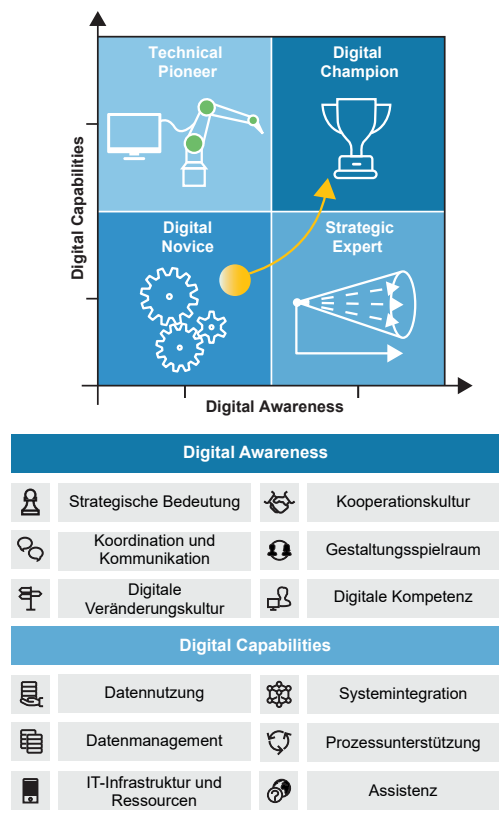
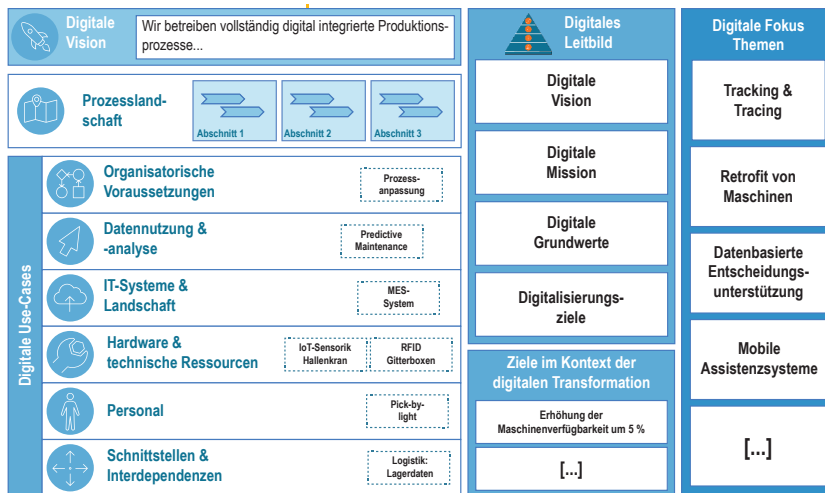


Bild 2: Portfolio und Kriterien zur Reifegradbestimmung.

## STRATEGIE-ENTWICKLUNG



**Bild 3: Vorlage zur Erstellung eines digitalen Zielbilds.**

scheiden dabei organisatorische, technische und personelle Anwendungsbereiche der digitalen Use-Cases.

Die Erstellung der digitalen Zielbilder sollte jedoch nicht losgelöst dem ersten Entwurf der digitalen Unternehmensvision erfolgen. Vielmehr werden relevante Auszüge der digitalen Unternehmensvision als Leitplanken vorgegeben. Unter Berücksichtigung der digitalen Vision des jeweiligen Funktionsbereichs und der digitalen Use-Cases sind im Rahmen dieser Leitplanken strategischen Ziele im Kontext der Digitalisierung abzuleiten (bspw. die Erhöhung der Maschinenverfügbarkeit durch digitale Technologien) (3).

Die identifizierten digitalen Use-Cases sind die Grundlage zur Ableitung digitaler Fokusthemen (4). Dazu werden digitale Use-Cases mit einer hohen inhaltlichen Nähe zusammengeführt, wodurch eine Identifikation von übergeordneten Themenclustern ermöglicht wird. Diese Themencluster repräsentieren die digitalen Fokusthemen, die innerhalb eines Funktionsbereichs im Kontext der Digitalisierung adressiert werden (bspw. Tracking & Tracing). Sie dienen der bereichsübergreifenden Kommunikation und Synchronisation der einzelnen Digitalisierungsinitiativen.

Aufbauend auf diese Identifikation von Digitalisierungszielen sowie der zugehörigen digitalen Use-Cases können Unternehmen mit einer Digitalisierungsstrategie den Weg festlegen, wie sie die festgelegten Digitalisierungsziele erreichen können und wollen.

### Planung der Umsetzung

Oftmals identifizieren Unternehmen eine hohe Anzahl an digitalen Use-Cases, die es innerhalb

der Umsetzungsplanung zu strukturieren gilt. Wenig erfolgversprechend ist dabei kurzfristiger Aktionismus mit Initiativen ohne nachhaltige Planung. Lohnenswert ist eine objektive, kriterien-basierte Gegenüberstellung, Klassifizierung und Bewertung der identifizierten digitalen Use-Cases. Ein wesentlicher Aspekt der objektiven Bewertung ist dabei die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Um die identifizierten, digitalen Use-Cases zunächst grundlegend zu strukturieren, nutzen wir ein einfaches, aber praktikables Klassifikationsschema. Dieses fußt auf der Unterscheidung von vier verschiedenen Projektklassen. Mondlandungsprojekte dienen dem Unternehmen dazu, bislang unerschlossene Themen und Technologien über einen mittleren bis langfristigen Zeithorizont zu erforschen. Demgegenüber wird in Leuchtturmprojekten untersucht, ob ein Technologieeinsatz den erhofften Beitrag zur digitalen Transformation leistet und letztlich im gesamten Unternehmen ausgerollt werden kann. Schnellbootprojekte können Betriebe kurzfristig und mit geringen bis mittlerem Implementierungsaufwand und Risiko angehen. Strategische Programme hingegen sind hoch-volumige und langfristige Initiativen mit einem mittleren bis hohen, unternehmerischen Risiko, die zu grundlegenden Änderungen im Unternehmen führen. Aufbauend auf dieser Klassifikation sollten Abhängigkeiten und Synergien zwischen den einzelnen Projekten und Programmen untersucht werden. Eine Bewertung nach unternehmensspezifischen Gesichtspunkten dient als Grundlage für eine Umsetzungsroadmap, die die Projekte in eine strukturierte zeitliche Abfolge bringt.

Die hier skizzierte Vorgehensweise ermöglicht es Unternehmen, ihren individuellen Fahrplan für die digitale Transformation zu erstellen. Ein adäquates Change Management stellt sicher, dass sämtliche Stakeholder kontinuierlich in die grundlegenden Veränderungsprozesse des Unternehmens involviert werden. Beispielhafte Maßnahmen sind regelmäßige Informationsveranstaltungen mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, Betriebsräten und Gewerkschaften zu Chancen und Risiken der Digitalisierung. Derartige Aktivitäten sind wichtig, um Bedenken und Vorbehalte gegenüber der Digitalisierung proaktiv zu begegnen und Barrieren abzubauen. Denn nur durch die konsequente Einbindung aller Beteiligten kann die digitale Transformation erfolgreich gestaltet werden.

### Schlüsselwörter:

Digitalisierungsstrategie, Digitale Strategie, Digitale Transformation, Digitalisierung, Reifegradmodell, Digitale Zielbilder

### Literatur

- [1] Hess, T.: Digitale Transformation strategisch steuern - Vom Zufallstreffer zum systematischen Vorgehen. Wiesbaden 2019.
- [2] Gausemeier, J. Plass, C.: Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung – Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. München, 2014
- [3] Westermann, T.; Dumitrescu, R.: Maturity Model-Based Planning of Cyber-Physical Systems in the Machinery and Plant Engineering Industry. International Design Conference 2018. Dubrovnik, Kroatien 2018.
- [4] Schuh, G.; Anderl, R.; Gausemeier, J.; ten Hompel, M.; Wahlster, W. (Hrsg): Industrie 4.0 Maturity Index – Managing the Digital Transformation of Companies, (acatech Studie). München 2017.
- [5] Westerman, G.; Tannou, M.; Bonnet, D.; Ferraris, P.; McAfee, A.: The Digital Advantage: How Leaders Outperform their peers in every Industry. Capgemini Consulting and MIT Center for Digital Business, November 2012.

# DIE DIGITALE TRANSFORMATION BRAUCHT STRATEGIE

Welche Schritte in Richtung Digitalisierung müssen zuerst unternommen werden? Wo besteht Optimierungspotential? Wie sehen die Unternehmensprozesse derzeit aus? Über Chancen und Risiken, Herausforderungen und Zukunftsvisionen haben wir mit Dr.-Ing. Arno Kühn, Leiter der Abteilung Produkt- und Produktionsmanagement am Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM in Paderborn, gesprochen.

**Historisch gewachsene Prozesse und Strukturen, demographischer Wandel und die digitale Transformation sind Herausforderungen, die im Zusammenhang mit Industrie 4.0 stehen. Vor welchen künftigen Herausforderungen stehen speziell mittelständische Schaltschrankbauer?**

» Die Herausforderungen sind vielschichtig. Eine maßgebliche liegt in der kundenindividuellen Fertigung – Stichwort „Losgröße I“. Der Kunde möchte dabei so schnell wie möglich seinen Schaltschrank gefertigt bekommen haben. Das setzt bei der Produktion eine hohe Flexibilität bei immer kürzeren Durchlaufzeiten voraus. Nicht einfacher macht es die sich verschärfende Wettbewerbssituation mit dem Ausland, zum Beispiel mit Osteuropa. Mittlerweile ist es für viele Unternehmen nicht unattraktiv, ihre Fertigungen von Schaltschränken verstärkt dorthin zu verlagern. Zu guter Letzt ist der zunehmende Fachkräftemangel ein herausfordernder Faktor: Gegen große Unternehmen mitzuhalten und kompetente Leute an Bord zu holen, ist für kleine und mittlere Schaltschrankbauunternehmen noch schwieriger.

**Klingt jetzt aber nicht so, als ob diese Herausforderungen plötzlich um die Ecke kommen ...**

» Nein, all das ist innerhalb der Schaltschrankbaubranche wie auch in vielen anderen Industriebereichen nicht neu. Dass deutliche Effizienzsteigerungen notwendig sind, ist klar. Die meisten Unternehmen erhalten seit jeher ihre Wettbewerbsfähigkeit, indem sie ihre

Wertschöpfungsprozesse verbessern. Aktuell haben wir noch eine ganze Reihe sehr wettbewerbsfähiger Schaltschrankbauer in Deutschland. Das bedeutet aber nicht, dass die Branche sich auf diesem Erfolg ausruhen sollte. Die digitale Transformation ist ein Wandel, der für Schaltschrankbauer viele Chancen aber auch Herausforderungen bereithält. Es ist also unumgänglich, sich damit zu beschäftigen.

**Ein entscheidender Wettbewerbsfaktor betrifft das digitale Engineering. Warum vertrauen noch viele Schaltschrankbauer auf papierbasierte Montagepläne, wenn die Fertigung eines Schaltschranks ohnehin digital erfolgt?**

» Die Digitalisierung bietet enorme Effizienzpotentiale für den gesamten Wertschöpfungsprozess: Ich halte digitale Informationen über den Schaltschrank vor, um nachgelagerte Prozesse effizienter zu gestalten. Wenn ich eben den Wettlauf um Effizienzpotentiale meinte, sehe ich einen der größten Hebel in der Digitalisierung der Prozesse und der damit verbundenen Automatisierung. Eine Investition in die eigenen Digitalisierungspotentiale ist für Unternehmen also ein elementarer nächster Schritt. Trotzdem zögern viele Betriebe und greifen auf konventionelle Tools zurück. Das liegt oftmals daran, dass ein typischer Schaltschrankbauer mit seiner mittelständisch geprägten Struktur im Arbeitsalltag gefangen ist. Dabei bleibt oft wenig Zeit für strategische Themen.

**Weshalb wird Ihrer Meinung nach der Fokus nicht genug auf die Prozessarbeit gelegt?**

» Das ist wie bei jeder strategischen Frage, die sich Unternehmen stellen: Wieviel Zeit investiere ich für strategische Überlegungen, die ja keinen direkten wirtschaftlichen Nutzen stiften? Das Hinterfragen und Optimieren meiner Prozesse ist aber elementar, um auch in Zukunft wettbewerbs-





**Dr.-Ing. Arno Kühn** studierte Maschinenbau mit Fachrichtung Produktentwicklung an der Universität Paderborn. Heute leitet er die Abteilung Produkt- und Produktionsmanagement am Fraunhofer-Institut Entwurfstechnik Mechatronik IEM. Im Spitzencluster it's OWL verantwortet er den Bereich Strategie/Forschung & Entwicklung. Außerdem ist Arno Kühn Geschäftsstellenleiter von „Digital in NRW – Kompetenz für den Mittelstand“ für die Region OWL.

fähig zu sein. Die Konkurrenz, die höher automatisiert, kostengünstiger und schlagkräftiger ist, ist hoch. Ein weiteres zentrales Element in der Digitalisierung ist die Frage, was ich eigentlich digitalisieren möchte, um Prozesse effizient und transparent zu gestalten. Festzuhalten ist dabei aber auch, dass oftmals die nötige Qualifikation bei den Mitarbeitern fehlt, um Prozesse schlanker zu denken und zu gestalten.

#### **Wen in einem Unternehmen sehen Sie denn als Treiber einer digitalen Transformation?**

» Ganz entscheidend ist es, dass das Thema mit hundertprozentigem Commitment bei der Geschäftsführung ankommt. Der Weg in die Digitalisierung ist nicht umsonst. Es ist ein Invest in die Zukunft, den man nicht im Kauf eines Werkzeugs oder einer Maschine ausdrücken kann. Es ist ein Invest in Personalaufwände, in die Zusammenarbeit mit Dritten. Ich denke aber auch, dass im Ökosystem des Schaltschrankbaus alle ein Interesse daran haben, Prozesse möglichst effizient zu gestalten. Schaltschrankbauer können ihre Rolle dadurch stärken – vom Maschinen- und Anlagenbauer über den Komponentenlieferanten bis hin zum Engineering- und Werkzeuglieferanten.

#### **Wie können eine Produktion vernetzt und die daraus entnehmbaren Daten genutzt werden, um nicht nur einen Produktionsschritt, sondern eine ganze Wertschöpfungskette zu optimieren?**

» Wenn ich möglichst hochautomatisiert fertigen möchte, muss ich diese Informationen frühzeitig bereitstellen. Das kann ich machen, indem ich möglichst früh alle Daten zentral in einem digitalen Modell sammle, um diese in allen nachgelagerten automatisierten Fertigungsprozessen weiter nutzen zu können. Das ist die Idee, wenn man von einem 3-dimensionalen Layout spricht. Die Informationsbasis, die ich an dieser Stelle konsistent schaffe, ist der Schlüssel zur Digital Factory. Letztendlich ist es nichts anderes, als einen digitalen Zwilling des Schaltschranks zu erzeugen, der dann später für die gesamte Fertigung, aber auch für den weiteren Betrieb genutzt werden kann.

#### **Konstruktion und Fertigung sind zwei unterschiedliche Bereiche in der Wertschöpfungskette – das Ziel ist am Ende aber das gleiche. Wie können beide „Sprachen“ miteinander besser verknüpft werden?**

» Hier lasse ich gern das Stichwort einer „fertigungsgerechten Konstruktion“ fallen: Bereits während der Konstruktion des Schaltschrankbaus sollte an die nachgelagerte Fertigung mitgedacht werden. Das funktioniert nur dann, wenn erfahrene Leute aus der Fertigung ihr Wissen und ihren Erfahrungsschatz in die Konstruktion zurückspielen können. In der Fertigung arbeiten oft sehr erfahrene Werker, die über Jahre hinweg Schaltpläne im Detail gelesen und darüber auch die Schaltschränke optimiert haben. Dieses Feedback muss effizient in die Projektierung zurückfließen. So könnten erfahrene Werker direkt in der Konstruktion mitarbeiten.

#### **Diese Art der interdisziplinären Zusammenarbeit klingt in der Theorie sehr zielführend. Wie sieht die Realität aus?**

» In der Vergangenheit und auch heute ist es in vielen Fällen so, dass die Konstruktionsdaten teilweise vom Kunden geliefert, am Rande noch ein bisschen aufbereitet und dann in die Fertigung übergeben werden. Wenn die Prozesse automatisierter und effizienter gestaltet werden sollen, muss der Entwurf des Schaltschranks schon bis ins Detail durchdacht sein. Dafür ist die kontinuierliche Abstimmung zwischen den unterschiedlichen Bereichen essentiell. Über kurz oder lang wird sehr viel mehr als das eigentliche Fertigungs-Know-how in der Konstruktion aufgebaut und verankert sein. In der Fertigung hingegen wird vermehrt das Handling von Maschinen und Produktionssystemen im Vordergrund stehen.

### Wie lange wird der Transformationsprozess dauern, wo stehen wir heute?

- » Wir sprechen von einem digitalen Transformationsprozess – innerhalb dieses Prozesses stehen die meisten Unternehmen gerade noch am Anfang. Es gibt bei sehr vielen Schaltschrankbauern aber bereits Erfahrungen, die ähnliche Transformationsprozesse erzeugt haben. Zum Beispiel die Einführung der Kabelkonfektionierer oder der Bohrautomaten, die bei vielen Schaltschrankbauern schon mehr als 10 Jahre zurückliegt. Der Prozess, der dort gegangen wurde, ist nichts anderes als das, was jetzt auch in anderen Bereichen sukzessive aufgebaut werden muss. Es gibt heute schon Unternehmen, die das digitale Potential sehr weit ausreizen, aber auch solche, die noch wie vor 15 Jahren fertigen – für letztere wird es schwer.

### Inwieweit könnte die digitale Transformation auch Einfluss auf die Fertigungsmethoden nehmen – Stichwörter „Fließfertigung versus Nestfertigung“ und „projekt- oder aufgabenorientierte versus funktionsorientiert aufgebaute, modulare Stromlaufpläne“?

- » Hier steht die Frage im Vordergrund, um was für einen Schaltschrankbauer es sich handelt. Was für eine Auftragslage hat er? Produziert er kleine Stückzahlen oder größere Serien? Wie können sich Komponentenlieferanten hier anpassen? Tendenziell geht es durch den höheren Automatisierungsgrad stärker in Richtung Fließfertigung. Unheimlich viel Effizienzpotential steckt in der funktionsorientierten modularen Bauweise von Schaltschränken. Vorgefertigte Module können verbaut und entsprechend in großen Mengen produziert werden. Die zentrale Herausforderung dabei ist wieder, dass dafür die vorgefertigte modulare Bauweise in der frühen Konstruktionsphase starten muss. Da die Modularisierung also Auswirkungen auf die Konstruktion hat, sollte sie in enger Abstimmung zwischen Maschinen- und Anlagenbau und Schaltschrankbau erfolgen.

### Welche Bedeutung hat diese Entwicklung auf den bestehenden Fachkräftemangel?

- » Der Kompetenzbedarf verschiebt sich in die vorgelagerten Prozesse. Der Anspruch in der Projektierung und in der Konstruktion wächst, weil ein umfangreicherer Teil an Aufgaben dort erledigt werden muss.



Projekte müssen viel stärker vorausgedacht und geplant werden als bisher – in diesen Bereichen werden also weitere Arbeitsplätze entstehen. Die dort eingesetzten Fachkräfte sind dann hochqualifiziert und nicht so einfach zu bekommen. Auf der anderen Seite können in der Fertigung ungelernte Fachkräfte mit digitalen Assistenzsystemen unterstützt und so flexibler eingesetzt werden.

### Ist das Ausbildungsniveau für den digitalen Wandel in Deutschland ausreichend?

- » Genug Ausbildungsstätten haben wir auf jeden Fall, an Optionen mangelt es in Deutschland nicht. Die Frage ist nur, ob die Qualifikation in die richtige Richtung geht. Auch Bildungsstätten müssen sich die Frage stellen, welche Auswirkungen die Digitalisierung auf ihre Ausbildungsinhalte hat und welche Qualifikation künftig Arbeitskräfte benötigen. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit der unterschiedlichen Bereiche ist ein wesentlicher Faktor in Ausbildung und Qualifikation von Fachkräften. Außerdem gewinnt der Ansatz des „Lebenslangen Lernens“ enorm an Bedeutung, damit Mitarbeiter sich am Arbeitsplatz kontinuierlich weiterqualifizieren können.

### Zum Schluss weniger theoretisch, sondern eine praxisbezogene Frage: Wie stehen Sie zur Vielfalt an Engineering-Tools, die auf dem Markt sind?

- » Den Dschungel an Tools bewerte ich erstmal als gut, auch wenn er im Schaltschrankbau gar nicht so groß ist wie in anderen Bereichen. Dass charmante in der Industrie ist, dass es keine Konzentration auf eine Lösung gibt, wie es zum Beispiel bei der Suchmaschine Google der Fall ist. Vielfalt ist ein extrem großer Faktor und Wert. Wettbewerb unter den Tool-Anbietern führt dazu, dass die Werkzeuge stetig verbessert werden. Viele Dinge, von denen wir heute im Schaltschrankbau sprechen, wären ohne diese Vielfalt gar nicht möglich gewesen. ■

# Big Data-Architekturen – die sicheren Häuser in der Fertigung

Sebastian von Enzberg, Philipp Sahrhage und Arno Kühn

- ✓ Potenziale von Big Data-Architekturen in der Fertigung
- ✓ Aufbau einer modernen Produktions-IT
- ✓ Auswirkungen von Big Data-Anwendungsfällen

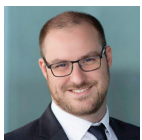
Industrie 4.0 bietet eine ganze Reihe an Potenzialen für die Fertigung von morgen. Die Automatisierung von physischen Abläufen wird immer mehr ergänzt durch die Automatisierung von kognitiven Arbeiten. Ermöglicht wird dies durch die zunehmende Vernetzung von Maschinen und Produktions-IT und die daraus resultierende Verfügbarkeit verschiedener Daten aus dem Unternehmen. Dies betrifft insbesondere Planungs- und Optimierungsaufgaben beispielsweise für Fertigungsvorgänge. Doch die typischen IT-Systeme aus der Produktion kommen dabei schnell an ihre Grenzen. Es ist daher an der Zeit, sich die Leistung neuer Big Data-Architekturen anzusehen.



**Dr. Sebastian von Enzberg** ist Gruppenleiter am Fraunhofer IEM und verantwortet das Themenfeld Industrial Data Science. Er beschäftigt sich mit der Anwendung von Data Analytics und Machine Learning im industriellen Einsatz, insbesondere in der Produktion.



**Philipp Sahrhage** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IEM. Inhaltlicher Fokus seiner Arbeit liegt auf der Gestaltung zukünftiger Unternehmensarchitekturen im Kontext zunehmend serviceorientierter Marktleistungen produzierender Unternehmen.



**Dr. Arno Kühn** ist Abteilungsleiter am Fraunhofer IEM. Hier befasst er sich schwerpunktmäßig mit dem strategischen Produkt- und Produktionsmanagement vor dem Hintergrund der Digitalisierung.

[www.iem.fraunhofer.de](http://www.iem.fraunhofer.de)

Das notwendige Erfahrungswissen zur Einschätzung von Fertigungsprogrammen kann aus historischen Planungs- und Betriebsdaten extrahiert werden. Ein weiteres Beispiel ist die Intelligente Instandhaltung (Smart Maintenance): Die Planung von Instandhaltungsvorgängen wird unter Berücksichtigung verschiedener Prozess-, Planungs- und Maschineninformationen optimal gestaltet. Dies übertrifft teilweise die Fähigkeiten eines menschlichen Planers, wenn Ausfälle vorhergesagt und so schon vorab in die Planung einfließen können. So können Ersatzteile frühzeitig beschafft und Routine- sowie Reparaturaufgaben zeitlich optimal geplant werden.

Grundlage für diese Optimierungen ist die Verfügbarkeit aktueller und historischer Datenbestände aus der Fertigung. Diese sollten nach Möglichkeit system- und datenquellenübergreifend vorliegen. So müssen vielfältige Informationen zusammengebracht werden, beispielsweise bisherige Ausfälle aus Instandhaltungslogbüchern, Sensor- und Betriebsdaten aus der Maschinensteuerung oder historische Priorisierungs-Entscheidungen aus Instandhaltungsplänen.

Herausforderungen einer modernen Produktions-IT

Die typische Fertigung ist heute gekennzeichnet von einer heterogenen IT-Systemlandschaft. Eine mögliche Strukturierung bietet die Automatisierungspyramide wie in Bild 1 dargestellt [1]. Auf oberster Ebene stehen ERP-Systeme, diese stellen Stammdaten zu Ressourcen, Rohstoffen und Produkten bereit. Ergänzt wird

es durch spezialisierte Teilsysteme, beispielsweise für die Lagerwirtschaft oder Qualitätssicherung. Betriebs- und Maschinendaten werden in einem MES gesammelt, das – anders als ERP-Systeme – nicht in allen Unternehmen verbreitet ist.

Die Einführung eines MES geht meist mit umfangreichen Änderungen in Hardware, Software und Prozessen einher und ist daher mit großem Aufwand verbunden. Der Fokus liegt hier auf einer Prozessüberwachung und -steuerung mittels übergeordneter Kenngrößen (KPI).

Big Data-Anwendungen greifen auf Datenmengen zurück, die über KPI-relevante Größen hinausgehen: Maschinendaten, die nicht direkt mit der Prozesssteuerung zusammenhängen oder Sensordaten aus dem Umfeld. Diese Daten liegen auf der Prozessleitebene (SCADA) oder Steuerungs-/Feldebene vor, werden aber in einem MES nicht umfassend aufgenommen und gespeichert. Die Herausforderungen in der Big Data-Verarbeitung werden durch vier „V“ beschrieben. Dies sind vor allem die große Gesamtmenge aller historischer Daten (Volume) und die Geschwindigkeit von mehreren tausend Datenpunkten pro Sekunde (Velocity). Weiterhin muss neben den Maschinendaten gleichzeitig Zugriff auf vielfältige Informationen wie beispielsweise aus der Fertigungsplanung oder der Qualitätssicherung gewährleistet werden (Variety). Zuletzt muss die Qualität der gesicherten Datensicherstellung sein (Veracity). All diese Anforderungen können typische IT-Systeme aus der Produktion nicht erfüllen. Es besteht ein zunehmender Bedarf an Big Data-Architekturen in der Produktion, die Hand

in Hand mit der bestehenden Produktions-IT zu einer fortschrittlichen Prozessautomatisierung führen.

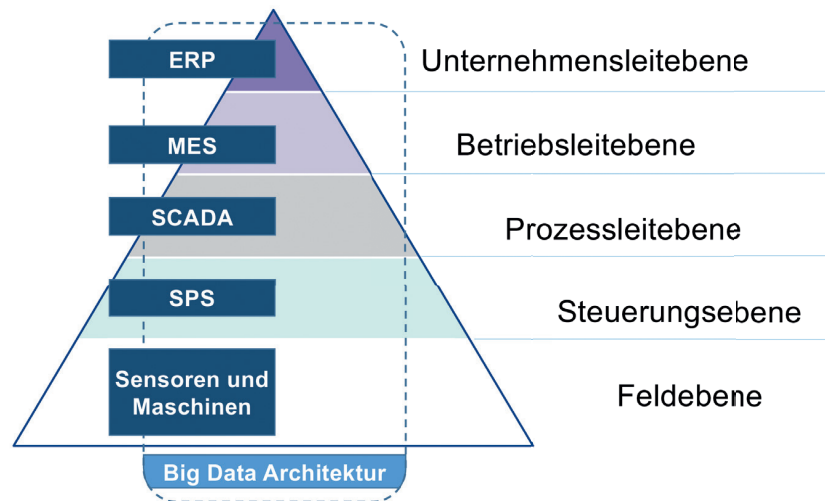
Der Weg zu einer zukunftsfähigen IT-Landschaft

Für die technische Umsetzung von Big Data-Architekturen existieren zahlreiche Lösungen aus dem High Performance Computing. Dabei haben sich Open Source Technologie-Stacks wie Hadoop oder Spark etabliert, die verschiedene Softwarekomponenten z. B. für Speicherung von Datenmengen auf verteilten Systemen oder die parallelisierte Verarbeitung von Datenströmen enthalten. Darauf aufbauend existieren eine Reihe von Softwarebibliotheken wie Apache Kafka oder Camel, die durch die Bereitstellung von Verteilungs- und Verarbeitungslogiken die Umsetzung von Big Data-Diensten erleichtern.

Daneben muss insbesondere im industriellen Kontext ein Sicherheitskonzept entwickelt werden. Mittels industriellen Firewalls lassen sich verschiedene Sicherheitszonen aufbauen, so dass dedizierte Zugriffsrechte für verschiedene Systemkomponenten oder Anwender definiert werden können.

Der Aufbau der technologischen Architektur mitsamt der technischen Herausforderungen ist jedoch immer im Kontext der zu entwickelnden Lösungen, der Unternehmensprozesse sowie der Unternehmensstrategie zu betrachten, um eine zukunftsfähige IT-Landschaft zu gewährleisten [2]. Die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen zu betrachtenden Architekturen sind in Bild 2 dargestellt. Die Anwendungsarchitektur beschreibt den Systemaufbau zukünftiger datenverarbeitender Dienste und Automatisierungslösungen in Form von Softwarekomponenten. Die Informationsarchitektur zeigt wiederum die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Datenquellen und den erzeugenden Prozessen oder Maschinen. Die Beschreibung der Informationsarchitektur ist essentiell, um die Qualität und die Weiterverwendbarkeit der Daten gewährleisten zu können. Die Wertschöpfungsarchitektur ermöglicht die Einschätzung des unternehmerischen Mehrwertes von Daten (Value). Zuletzt gibt die Unternehmensstrategie den Zielrahmen vor, in dem sich sämtliche Entwicklungsarbeiten bewegen.

Das beschriebene Modell bildet einen Betrachtungsrahmen für die ganzheitliche Analyse und Weiterentwicklung der IT-Architektur. In der Bottom-up-Sicht kann eine neue techno-



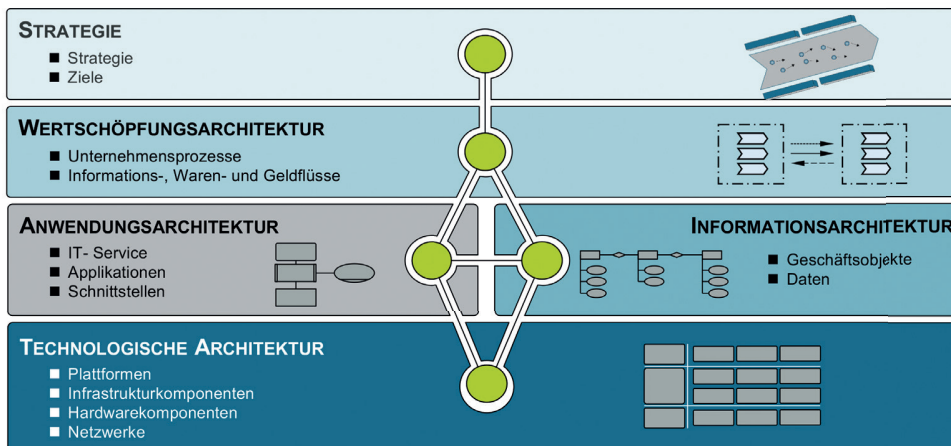
logische Architektur, beispielsweise eine Big Data-Architektur neben bestehenden IT-Systemen, im Kontext der Anwendung, Wertschöpfung und Strategie bewertet und so zukunftsfähig entwickelt werden. In der Top-down-Sicht lassen sich Potentiale für die Gestaltung der obenliegenden Bereiche ableiten, die sich aus einer veränderten IT-Architektur ergeben.

Anwendungsbeispiel: Boost 4.0 – Smart Maintenance

Im EU-Innovationsprojekt „Boost 4.0 – Big Data for Factories“ werden in zehn Pilotfabriken in ganz Europa die Anwendung von Big Data in der Produktion untersucht. Mit 50 Partnern aus 16 verschiedenen Ländern der EU ist es eine der größten Big Data-Initiativen für die Industrie 4.0.

Ein zentrales Resultat ist eine Referenzarchitektur für den Aufbau von industriellen Big Data-Anwendungen. Diese umfasst neben technischen Grundlagen wie IT-Infrastruktur und Datenquellen die verschiedenen Anwendungskomponenten wie Datenverarbeitung oder Datenvisualisierung und die daraus entstehenden Lösungen. Zur Veranschaulichung einer Big Data-Lösung folgt nun das Anwendungsbeispiel „Smart Maintenance und Service“. Die technologische Grundlage dafür ist die Aggregation verschiedener Datenquellen aus der Fertigung über eine zentrale IT-Infrastruktur. Hier werden Maschinendaten, ERP-Daten sowie Instandhaltungsinformationen verfügbar gemacht. Für die Datenverarbeitung kommen Anomaliedetektions-Verfahren zum Einsatz. Sie bilden ein Normalverhalten ab, beispielsweise den typischen Verlauf von Maschinendaten im Produktionseinsatz. In einer Trainingsphase lernen die Algorithmen das Normalverhalten. Dazu werden Daten genutzt,

Bild 1: IT-Systeme in der Produktion



**Bild 2: Entwicklung einer service-orientierten IT-Architektur**

die in Instandhaltungslogbüchern als nicht auffällig erkennbar sind. Im laufenden Betrieb werden Abweichungen vom Normalverhalten als Anomalien erkannt und sind somit ein Indikator für die Verschlechterung des Maschinenzustandes und einen möglichen Ausfall. Die Datenauswertung erfolgt maschinenübergreifend, für verschiedene Maschinen werden jeweils Anomaliedetektoren trainiert, die eine Aussage über die Maschinengesundheit geben. Bei der Indikation einer oder mehrerer Anomalien im Maschinenzustand fließen nun weitere Informationen zum aktuellen Fertigungsprozess in eine Entscheidungsregel ein. Ein Entscheidungssystem erzeugt nun die Meldung über einen nahenden Wartungsvorfall.

### Auswirkungen auf Prozesse und Arbeitsabläufe

Doch wie wird diese Information in den bestehenden Instandhaltungsprozess integriert? Wie verändert sich die Instandhaltungsplanung und die Arbeit von Instandhaltungstechnikern? Ein prädiktives System gibt die Information über eine nahende Wartung an die Instandhaltungsplanung weiter und stellt somit ein Assistenzsystem für den Planer dar. Ein präskriptives System trifft eigenständig Entscheidungen, z. B. zur Verschiebung von Routineaktivitäten zugunsten eines akuten Wartungsvorfalles. Dies kann zunächst in eine automatisierte Erstellung von Instandhaltungsplänen eingebettet werden. In weiteren Ausbaustufen können weitere Teilaufgaben automatisiert werden, wie beispielsweise die Be-

stellung von Ersatzteilen oder die Anlieferung von Ersatzteilen mit fahrerlosen Transportsystemen direkt an die Maschine. Dadurch konzentriert sich die Arbeit des Instandhaltungstechnikers zunehmend auf seine Kernkompetenz der Wartung und Instandhaltung der Maschinen. Die automatisierte Instandhaltungsplanung birgt dabei die Gefahr einer mangelnden Transparenz für den ausführenden Techniker. Strukturierte Wartungsabläufe können durch effizientere, aber weniger intuitive Abläufe ersetzt

werden. Für die Akzeptanz einer automatisierten Planung ist es daher entscheidend, dass der Kontext von Instandhaltungsaufträgen erhalten bleibt und transparent dargestellt wird. Die menschliche Priorisierung von Vorgängen ist nicht immer über direkt ersichtliche Gründe erklärbar, sie kann kontextabhängig unterschiedlich ausfallen. Die Abbildung solcher „weichen“ menschlichen Entscheidungen in einem „harten“ regelbasierten System ist daher eine Herausforderung. Es ergibt sich ein Forschungsbedarf für die Weiterentwicklung von Verfahren der Datenanalyse, beispielsweise das Präferenzlernen, also das Lernen anhand von Präferenzen anstelle von eindeutigen Labels [3].

Die Potenziale zur Automatisierung von Optimierungs- und Planungsaufgaben in der Fertigung sind enorm. Die Umsetzung ist jedoch komplex und muss verschiedene Aspekte umfassen: die Integration und die Kenntnis über die heterogenen Datenquellen in der Fertigung; den Umbau der Produktions-IT in eine zukunftsfähige IT-Architektur; die Umsetzung von Algorithmen für die Anomaliedetektion, die Optimierung und automatische Planung; die Betrachtung der sich verändernden Prozesse und Arbeitsabläufe vor dem Hintergrund der Akzeptanz. Insbesondere der Umbau der IT-Landschaft und der Aufbau einer Big Data-Architektur ist dabei weit über die Umsetzung einer Einzellösung wie Smart Maintenance hinaus zu betrachten. Die Investition in eine zukunftsfähige IT-Infrastruktur ist Grundlage für den Aufbau eines wertvollen Datenpools und für die Umsetzung zahlreicher weiterer datengetriebener Anwendungsfälle.

### Schlüsselwörter:

Big Data-Architektur, Produktions-IT, Smart Maintenance, Boost 4.0

### Literatur:

- [1] Gausemeier, Jürgen. Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2009, 104. Jg., Nr. 7-8, S. 623-626.
- [2] Ziegler, Stephan; Müller, Anna (Red.). Service-orientierte Architekturen – Leitfaden und Nachschlagewerk. BITKOM, 2009.
- [3] Fürkranz, Johannes; Hüllermeier, Eyke. Preference learning. Springer US, 2010.

### Big Data-Architekturen – the Secure Houses in Manufacturing

Industrie 4.0 offers a whole range of potential for the production of tomorrow. The automation of physical processes is increasingly being replaced by the automation of cognitive work. This is made possible by the increasing networking of machines and production IT and the resulting availability of various data from the company. This applies in particular to planning tasks and optimization and planning tasks, for example for manufacturing processes. However, the typical IT systems used in production quickly reach their limits. It is therefore time to take a look at the performance of new big data architectures.

### Keywords:

Big Data Architecture, Productions-IT, Smart Maintenance, Boost 4.0

# Investitionsentscheidungen vor dem Hintergrund der Digitalisierung am Beispiel Schaltschrankbau

Robert Joppen,  
Sebastian von Enzberg,  
Arno Kühn und  
Roman Dumitrescu,  
Paderborn

Die Potenziale der Digitalisierung in der Produktion reichen von individuellen Maschinenoptimierungen bis zur Optimierung der gesamten Produktionsplanung und -steuerung. Im Rahmen von Industrie 4.0 sehen nun viele Unternehmen die Notwendigkeit, in ihre Produktion zu investieren. Insbesondere fällt es kleinen Unternehmen schwer, den wirtschaftlichen Nutzen abschätzen. Dies liegt nicht zuletzt an einer mangelnden methodischen Unterstützung bei Investitionsbewertungen im Kontext der Digitalisierung. In diesem Beitrag wird dafür ein Strukturierungsansatz vorgestellt.

## Anlass und Zielbild der Digitalisierung

Digitalisierung und Industrie 4.0 sind heute in aller Munde. Digitale Technologien, wie z.B. Analytics Lösungen oder Mensch-Maschine-Schnittstellen, sollen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Produktion unterstützen und Produkte intelligent machen [1]. Visionen von Industrie 4.0 zeigen beispielsweise wandlungsfähige Fabriken mit einer selbstorganisierenden Logistik und einem durchgängigen und dynamischen Engineering auf [2]. Dabei reichen die Potenziale in der Produktion von einer datengetriebenen Optimierung einzelner Maschinen bis hin zur Optimierung der gesamten Produktionsplanung und -steuerung bei der Maschinen miteinander kommunizieren [3].

Eine umfassende Vision der Digitalisierung wird anhand der Automatisierungspyramide verdeutlicht. Dies sind die drei Aspekte der vertikalen und horizontalen Integration sowie des durchgängigen digitalen Engineerings. Das Zielbild der Digitalisierung ist in Bild 1 dargestellt.

Die vertikale Integration stellt die Verknüpfung von IT-Systemen auf den unterschiedlichen Hierarchieebenen eines Unternehmens dar, während die horizontale Integration die unternehmensübergreifende Vernetzung beschreibt [4]. Das durchgängige digitale Engineering ist ein

domänenübergreifender Ansatz zur Entwicklung intelligenter technischer Systeme. Interdisziplinarität und eine ganzheitliche Problembetrachtung sind essentiell [4]. Dies wird nicht zuletzt aufgrund der steigenden Komplexität von intelligenten technischen Systemen benötigt [5].

## Herausforderungen einer Investitionsbewertung

Im Rahmen von Industrie 4.0 fühlen sich viele Unternehmen nun dazu angehalten, in ihre Produktion zu investieren und die Potenziale der Digitalisierung zu heben. Eines der Haupthindernisse ist jedoch

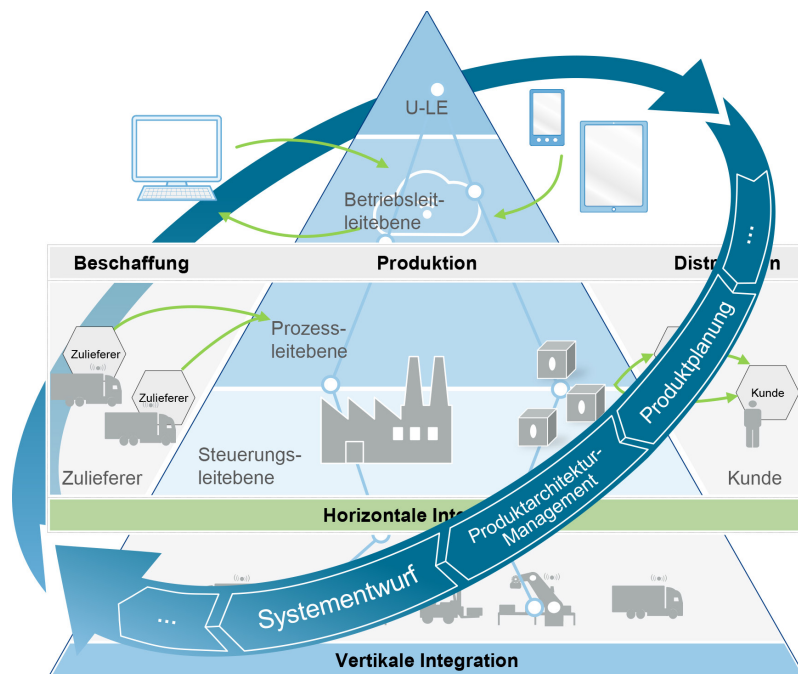


Bild 1. Zielbild der Digitalisierung nach [4]

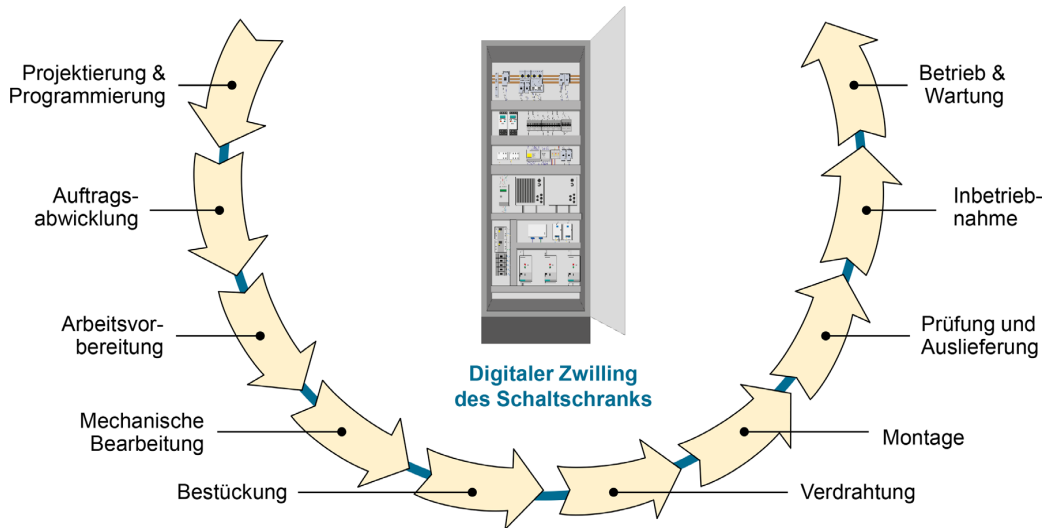


Bild 2. Abstrahierter Auftragsabwicklungsprozess im Schaltschrankbau [13]

die Bewertung der Wirtschaftlichkeit solcher Investitionen. Gerade kleine und mittlere Unternehmen sind oft nicht in der Lage, den wirtschaftlichen Nutzen abzuschätzen. Dies liegt nicht zuletzt an der mangelnden methodischen Unterstützung [6, 7, 8].

Eine typische Investition sind Tablets in der Fertigung um die Mitarbeiter bei der Arbeit zu unterstützen. Dabei ist die Investition bzw. das Projekt zur Einführung der Tablets weitaus mehr als das Kaufen der physischen Objekte der Tablets. Die Herausforderungen der Investitionsbewertung lassen sich anhand der oben aufgezeigten Aspekte der vertikalen und horizontalen Integration sowie des umfassenden Systems Engineering aufzeigen. Im Sinne der vertikalen Integration benötigt der Einsatz der Tablets die richtigen Daten am richtigen Ort. Dafür müssen nicht nur die richtigen Daten in richtiger Qualität zur Verfügung stehen, sondern müssen die entsprechenden IT-Systeme auch miteinander vernetzt sein. Sind diese in einem Unternehmen nicht vorhanden bzw. vernetzt, ist die Schaffung der Datenbasis bzw. die Vernetzung der IT-Systeme ebenfalls als Aufwand bei der Bewertung für Tablets in der Fertigung zu berücksichtigen.

Im Sinne der horizontalen Integration betrifft die Investition mehr als einen Bereich bzw. einen Teil der Wertschöpfungskette. So sind neben der Fertigung auch häufig die Projektierung und der Betrieb betroffen, da wichtige Daten für den eigenen Auftragsabwicklungsprozess vom Kunden benötigt werden. Dazu sind Systeme miteinander zu vernetzen.

Die Vernetzung von Systemen erzeugt einen konkreten Aufwand, während der Nutzen i. d. R. schwer bezifferbar ist.

Schließlich lassen sich die Funktionen der Systeme im Sinne des umfassenden Systems Engineering relativ einfach erweitern. Ist ein System erst einmal aufgesetzt, lassen sich zahlreiche Use Cases auf der gleichen Infrastruktur und Datenbasis mit einem relativ geringen Aufwand aufsetzen. Nutzt ein Mitarbeiter die Tablets als Montageassistent, kann bspw. eine Einsicht in die Lagerbestände relativ einfach hinzugefügt werden [9].

Die Use Cases sind i. d. R. abteilungsübergreifend und bringen somit eine organisatorische Komplexität mit sich. Für die Investitionsbewertung gilt es somit die Use Cases zunächst im Sinne des Systems Engineering zu spezifizieren und die Frage zu klären, welche Use Cases und deren Nutzen berücksichtigt werden sollen [10, 11].

### Beispiel der Digitalisierung im Schaltschrankbau

Das Beispiel der Einführung von Tablets im Schaltschrankbau ist repräsentativ für ein Projekt in die Digitalisierung einer Produktion und den einhergehenden Herausforderungen für die Investitionsbewertung. Dabei sollen die Tablets in der Fertigung zunächst als Verdrahtungsassistent eingesetzt werden.

Bild 2 zeigt einen abstrahierten Auftragsabwicklungsprozess im Schaltschrankbau. Ausgangspunkt ist die Projektierung und Programmierung. Daran schließt die Auftragsabwicklung und Ar-

beitsvorbereitung an und geht bis hin zum Betrieb und der Wartung. Dabei erzeugt die Projektierung und Programmierung, die Auftragsabwicklung und die Arbeitsvorbereitung zusammen i. d. R. nur ca. 8 Prozent des Aufwands. Während die anschließende mechanische Bearbeitung ca. 6 Prozent und das Bestücken ca. 22 Prozent des Aufwands ausmacht, ist das Verdrahten eines Schaltschranks mit Abstand der größte Aufwandstreiber. Auf diesen Prozessschritt allein entfallen ca. 51 Prozent des Aufwands. Die anschließenden Prozesse von der Montage, Prüfung und Inbetriebnahme machen einen Anteil von 13 Prozent des Aufwands aus [12].

Die prozentuale Verteilung des Aufwands zeigt das Potenzial eines Assistenzsystems für das Verdrahten auf. Eine der zentralen Herausforderungen im Schaltschrankbau ist jedoch, dass i. d. R. in Losgröße 1 gefertigt wird. Mit dem Aspekt der Losgröße 1 gehen zahlreiche Herausforderungen nicht nur für die Fertigung, sondern auch für den gesamten Auftragsabwicklungsprozess einher. Bei dem Auftragseingang ist so stets ein individuelles digitales Modell (der sogenannte „Digitale Zwilling“) des Schaltschranks zu erzeugen, was häufig mit großem Aufwand verbunden ist. Dieser fast kreative Prozess in der Projektierung und Programmierung eines Schaltschranks lässt sich nur sehr schwer abbilden, geschweige denn standardisieren.

Ist ein Auftrag jedoch erst einmal digital angelegt, weist die Nutzung des digitalen Zwillings große Potenziale auf. Mit-

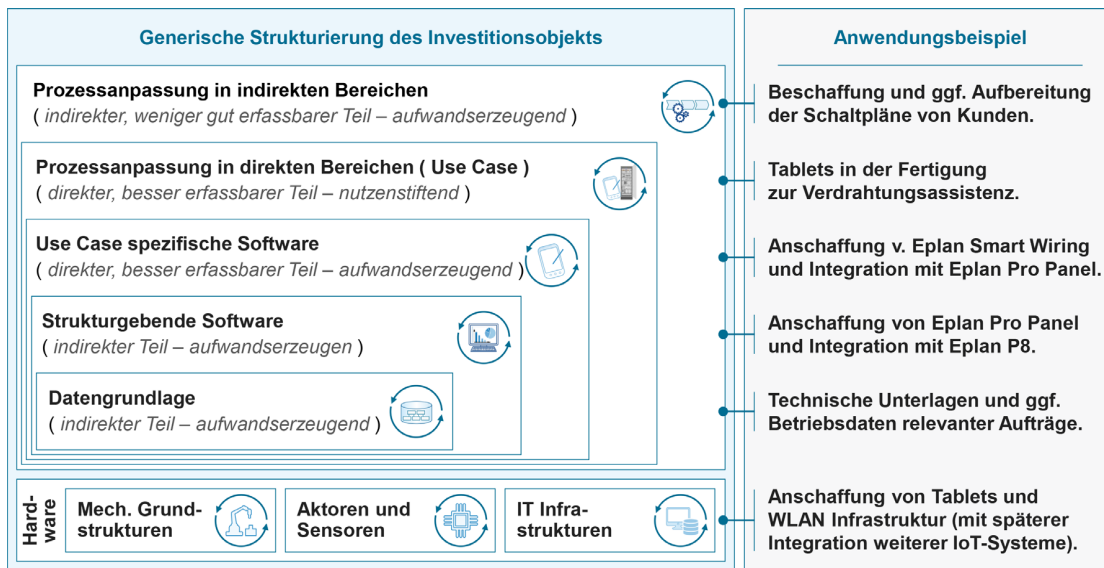


Bild 3. Charakteristika von Investitionen in die Digitalisierung einer Produktion

hilfe des digitalen Zwillinges kann nicht nur der Prozessschritt des Verdrahtens unterstützt werden, sondern kann dieser zu einer transparenten Auftragsrückverfolgung, einer automatisierten Datenübertragung an die Maschinen für den Zuschnitt und kürzeren Durchlaufzeiten bis hin zu Kosteneinsparungen im gesamten Prozess genutzt werden.

**Strukturierung von Investitionsobjekten im Rahmen der Digitalisierung**

Im Rahmen von modernen maschinenbaulichen Erzeugnissen wird von sog. cyber-physischen Systemen gesprochen. Sie besitzen „cyber“ und „physische“ Komponenten [14]. Dies gilt auch für das aufgezeigte Beispiel der Tablets in der Fertigung. Bei Investitionen in die Digitalisierung einer Produktion sind neben technischen Anforderungen auch organisatorische bzw. prozessuale Anpassungen zu berücksichtigen. Es kann zwischen einem tangiblen und einem intangiblen Bereich unterschieden werden. Dargestellt sind die Charakteristika einer Investition in die Digitalisierung einer Produktion in Bild 3. Die linke Seite der Darstellung zeigt die generische Strukturierung des Investitionsobjekts, während die rechte Seite das Anwendungsbeispiel verdeutlicht. Dabei entstehen bei nahezu allen Charakteristika mehrheitlich Aufwände. Ausnahme ist der Use Case an sich. Dieser ist überwiegend nutzenstiftend.

Der obere, intangible Bereich der Investition gliedert sich in fünf Layer. Die Layer sind als aufeinander aufbauende

Schalen zu verstehen. Der unterste Layer ist die Datengrundlage. Sie stellt die Grundlage für jegliche Software und deren Anwendung dar. Ob entsprechende Daten vorhanden sind bzw. bereits in einem Unternehmen gesammelt werden, ist von struktureller Natur. Aus der Sicht einer Investitionsbewertung stellt dies einen indirekten Teil dar, da er nur sehr schwer erfassbar ist. Letztlich ist hier der Wert von Daten zu beziffern. Dies geschieht letztendlich in Form der später folgenden Use Case Bewertung. Im genannten Anwendungsbeispiel der Tablets in der Fertigung sind dies die technischen Unterlagen und ggf. Betriebsdaten relevanter Aufträge.

Die Datengrundlage wird von der Software in einem Unternehmen genutzt und verarbeitet. Hier sind zunächst strukturgebende Software wie Enterprise Resource Planning Systeme, Manufacturing Execution Systeme, Verarbeitungsframeworks oder weitere Autorenwerkzeuge im Bereich des Engineerings zu nennen. Diese können große Teile des Geschäftsbetriebs beeinflussen. Aufgrund ihrer Durchgängigkeit ist der Nutzen und die Kostenzurechnung dieser Systeme nur sehr schwer erfassbar und gelten somit auch als indirekter Teil im Rahmen einer Investitionsbewertung. Im Anwendungsbeispiel sind dies Engineering Software, wie z.B. P8 und Pro Panel von EPLAN.

Use Case spezifische Software stellen Softwarelösungen für einzelne spezifische Anwendungsfälle dar. Diese erfordern oder basieren häufig auf der strukturgebenden Software. Die Use Case spezifische Software stellt einen direkteren,

besser erfassbaren Teil im Rahmen einer Investitionsbewertung dar. Kosten lassen sich beispielsweise direkt auf eine oder mehrere Abteilungen zuweisen. Der Nutzen lässt sich aufgrund der Tatsache, dass die Veränderungen direkt den Use Cases zuordnenbar sind, erfassen. Im Anwendungsbeispiel ist dies Software zur Verdrahtungsassistenz, wie z.B. Smart Wiring von E-PLAN.

Der Use Case an sich stellt eine Prozessanpassung im direkten Bereich dar. Die Prozessanpassungen und damit einhergehenden Effizienzsteigerungen lassen sich i.d.R. relativ gut beschreiben und erfassen. Im Anwendungsbeispiel ist dies die Anpassung der Verdrahtungsprozesse unter zur Hilfenahme der Tablets.

Um entsprechende Use Cases nicht nur technisch, sondern auch organisatorisch umzusetzen erfordert es darüber hinaus noch Prozessanpassungen in indirekten Bereichen. Dies stellt den obersten Layer dar. Das abteilungsübergreifende Wesen entsprechender Anpassungen macht dessen Bewertung schwierig, sodass dieser Layer als indirekter, weniger gut erfassbarer Teil beschreibbar ist. Im Anwendungsbeispiel ist dies die Beschaffung und ggf. Aufbereitung der digitalen Daten, welche für die Nutzung der Tablets notwendig sind.

Der tangibele Bereich des Investitionsobjekts ist die benötigte Hardware. Hier sind die mechanische Grundstruktur, die Aktoren und Sensoren sowie die IT-Infrastruktur zu berücksichtigen. Im Anwendungsbeispiel sind dies die Tablets an sich und die WLAN Infrastruktur.



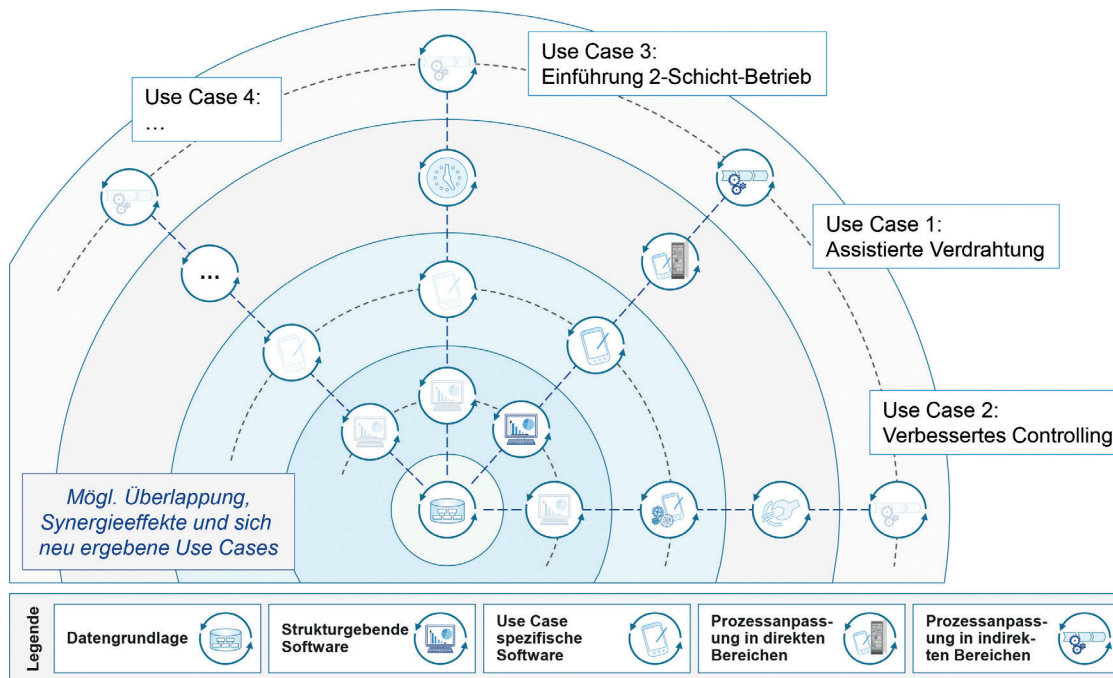


Bild 4. Schalenmodell zur Strukturierung von Investitionen in die Digitalisierung

## Schalenmodell zur Strukturierung von Investitionen in die Digitalisierung

Die zuvor aufgezeigte generische Strukturierung beschreibt die zu bewertenden Facetten von Investitionsobjekten zur Digitalisierung einer Produktion. Die Bewertung von entsprechenden Investitionen vermag häufig negativ ausfallen, obwohl subjektiv empfunden, die Vorteile den Nachteilen deutlich überwiegen.

Zentral bei der Bewertung von Investitionen in die Digitalisierung ist die Erweiterbarkeit des Investitionsobjekts. Ist zunächst ein Use Case wie die assistierte Verdrahtung bei einem Schaltanlagenbauer umgesetzt, lassen sich durch die gleiche Datengrundlage weitere Use Cases umsetzen. Beispielsweise wird ein besseres Controlling ermöglicht, da durch den Einsatz einer assistierten Verdrahtung mithilfe von Tablets in der Produktion die Bearbeitungszeiten besser ausgewertet werden können. Ein weiteres Beispiel ist die Einführung eines 2-Schicht-Betriebs, da die Zusammenarbeit an Projekten und die Übergabe von Projekten zwischen Mitarbeitern ermöglicht wird. Dies ist mithilfe eines klassischen, gedruckten Schaltbuches nur unter großen Aufwänden möglich.

Um eine Datenbasis können so zahlreiche weitere Use Cases generiert werden. Aus der generischen Strukturierung eines Investitionsobjekts in Bild 3 ergibt sich

somit ein Schalenmodell um die Datengrundlage. Dies ist in Bild 4 dargestellt.

Zwischen mehreren Use Cases vermag nicht nur die Datenbasis die gleiche sein, sondern auch die Software und die indirekten Prozessanpassungen. Gleiches gilt für die Mehrfachnutzung der Infrastruktur.

Die Mehrfachnutzung der Datenbasis und die Erweiterbarkeit von Softwarelösungen wird häufig bei einer Investitionsbewertung vernachlässigt und der zukünftige Nutzen somit nicht berücksichtigt. Dabei sind die Use Cases die nutzenstiftenden Elemente in dem Modell, während die weiteren Elemente Aufwände bzw. Kosten erzeugen. Dies führt dazu, dass die Investition in die Digitalisierung einer Produktion häufig einen sehr langfristigen positiven Nutzen erzeugen, während kurzfristige Aufwände überwiegen.

## Anwendung des Schalenmodells

Eingesetzt wird das Schalenmodell zur Strukturierung von Investitionen in die Digitalisierung einer Produktion. Entsprechend den aufgezeigten Beispielen, werden Investitionen bzw. Use Cases der Digitalisierung im Schalenmodell spezifiziert. Es lassen sich daran die notwendigen Schritte zur Umsetzung und die einhergehenden Aufwände aufzeigen. Weiterhin lässt sich der Zusammenhang

zwischen mehreren Use Cases strukturieren, mögliche weitere Use Cases (und Nutzenpotenziale) aufbauend auf Datengrundlage, Infrastruktur oder Prozessanpassungen identifizieren, und eine sinnvolle Umsetzungsreihenfolge ableiten. Mithilfe des Modells können insbesondere Zusammenhänge und Synergien zwischen den Use Cases berücksichtigt werden, da diese häufig die gleichen Datengrundlagen oder auch Software und Prozesse besitzen. Dies ermöglicht eine Strukturierung der Aktivitäten und eine Aufwands- und Nutzenargumentation unter Berücksichtigung von schwer kalkulierbaren Querbeziehungen.

Bild 5 zeigt den Einsatz des Schalenmodells als Strukturierungsmethode in einem Workshop. Ziel dabei war zunächst die Rahmenbedingungen und Voraussetzungen für den Einsatz von Tablets in der Fertigung zur als Verdrahtungsassistenz zu strukturieren. Dabei wurden zahlreiche weitere Potenziale der Tablet-Lösung in der Fertigung identifiziert.

Die Potenziale und Rahmenbedingungen zu dessen Umsetzung sind die Grundlage für eine weitere strukturierte Planung und Bewertung von möglichen Investitionen in der Produktion vor dem Hintergrund der Digitalisierung.

## Literatur

1. Lipsmeier, A.; Bansmann, M.; Röltgen, D.; Kuerpick, C.: Framework for the Identification and Demand-orientated Classification



Bild 5. Schalenmodell zur Strukturierung von Investitionen in die Digitalisierung als Workshopmethode

- of Digital Technologies. IEEE ICTMod, Mar-rakech 2018
- FayY, A.; Gausemeier, J.; ten Hompel, M. (Hrsg.): Busert, T.; Lewin, M.; Joppen, R.; Mittag, T.; Pott, C.; Wernecke, M.: Einordnung der Beispiele der Industrie 4.0 Landkarte in die Anwendungsszenarien. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, München 2018
  - Rüßmann, M.; Lorenz, M.; Gerbert, P.; Waldner, M.; Justus, J.; Engel, P.; Harnisch, M.: Industry 4.0 – The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. The Boston Consulting Group, 2015
  - Dumitrescu, R.; Gausemeier, J.; Kühn, A.; Luckey, M.; Plass, C.; Schneider, M.; Westermann, T.: Auf dem Weg zur Industrie 4.0 – Erfolgsfaktor Referenzarchitektur. it's OWL Clustermanagement, Paderborn 2015  
DOI: 10.3139/104.111143
  - Dumitrescu, R.; Kühn, A.; Steffen, D.; Thielemann, F.: Entwicklung intelligenter technischer Systeme. ZWF 113 (2018) 6, S. 420–425  
DOI: 10.3139/104.111937
  - Bley, S.; Kilger, C.; Vogel, J.: Industrie 4.0 – das unbekannte Wesen? Ernst & Young GmbH, Stuttgart 2016
  - Graumann, S.; Bertschek, I.; Weber, T.; Ohnemus, J.: Wirkungen der Digitalisierung: Vorteile und Hemmnisse. In: Machnig, M. (Hrsg.): Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2016. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Königsdruck, Berlin 2016
  - Geissbauer, R.; Schrauf, S.; Koch, V.; Kuge, S.: Industry 4.0 – Opportunities and Challenges of the Industrial Internet. PWC, Frankfurt a. M. 2014
  - Joppen, R.; Kühn, A.; Dumitrescu, R.; Hupach, D.: Collecting Data in the Assessment of Investments within Production. 12<sup>th</sup> CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (CIRP ICME'18), 18–20 July 2018, Gulf of Naples, Italy, Procedia CIRP 79 (2019), S. 466–471  
DOI: 10.1016/j.procir.2019.02.126
  - Joppen, R.; von Enzberg, S.; Kühn, A.; Dumitrescu, R.: Data Map – Method for the Specification of Data Flows. 12<sup>th</sup> CIRP Con-

- ference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (CIRP ICME'18), 18–20 July 2018, Gulf of Naples, Italy, Procedia CIRP 79 (2019), S. 461–465  
DOI: 10.1016/j.procir.2019.02.127
- Dumitrescu, R.; Bremer, C.; Kühn, A.; Trächtler, A.; Friebe, T.: Model-based Development of Products, Processes and Production Resources – A State Oriented Approach for an Integrated System Model of Objects, Processes and Systems. at – Automatisierungstechnik 63 (2015) 10, S. 844–857  
DOI: 10.1515/auto-2015-0014
  - Tempel, P.; Eger, F.; Lechler, A.; Verl, A.: Schaltschränkbau 4.0 – Eine Studie über die Automatisierungs- und Digitalisierungspotentiale in der Fertigung von Schaltschränken und Schaltanlagen in klassischen Maschinen- und Anlagenbau. Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW), Stuttgart 2017
  - Joppen, R.; Kühn, A.: Auf dem Weg zur Digitalisierung im mittelständischen Schaltschränkbau – Ein praxiserprobter Leitfaden. In: Begleitforschung Mittelstand-Digital (Hrsg.): Wissenschaft trifft Praxis – Digitale Produktionsmittel im Einsatz. Ausgabe 9, Bad Honnef 2017
  - Schuh, G.; Potente, T.; Thomas, C.: Steigerung der Kollaborationsproduktivität durch cyber-physische Systeme. In: Bauernhansl, T.; ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2014  
DOI: 10.1007/978-3-658-04682-8\_14

### Die Autoren dieses Beitrags

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu ist Direktor am Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM und Leiter des Fachgebiets „Advanced Systems Engineering“ an der Universität Paderborn. Unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier promovierte er 2010 im Bereich Systems Engineering für intelligente mechatronische Systeme am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn. In Personalunion ist Prof. Dumitrescu heute Ge-

schaftsführer des Technologienetzwerks Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe (it's OWL). In diesem verantwortet er den Bereich Strategie, Forschung und Entwicklung.

Dr.-Ing. Arno Kühn studierte Wirtschaftsingenieurwesen mit dem Schwerpunkt Maschinenbau an der Universität Paderborn und der Lappeenranta University of Technology, Finnland. Seit 2012 arbeitet er am Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM in Paderborn. Hier leitet er die Abteilung Produkt- und Produktionsmanagement, die sich schwerpunktmäßig mit Themen der strategischen Produkt- und Technologieplanung vor dem Hintergrund der Digitalisierung befasst.

Robert Joppen, M. Sc., studierte Wirtschaftsingenieurwesen mit dem Schwerpunkt Maschinenbau an der Universität Paderborn, der Universität von Oviedo in Spanien, sowie der Illinois State University in den USA. Während seines Studiums arbeitete er ca. zwei Jahre bei der Managementberatung UNITY AG bzw. dem Deutsche Bahn Management Consulting. Seit 2016 arbeitet er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM in Paderborn. Herr Joppen ist Mitarbeiter der Gruppe Produktionsmanagement im Bereich der Produktentstehung bei Prof. Dr.-Ing. Dumitrescu. Seine Aufgabenschwerpunkte liegen im Systems Engineering, der Gestaltung der Digitalen Transformation im Rahmen von Industrie 4.0 sowie der Wirtschaftlichkeitsbewertung von Cyber Physischen Systemen.

Dr.-Ing. Sebastian von Enzberg studierte Elektrotechnik an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg und promovierte dort im Dezember 2018 am Lehrstuhl Neuro-Informationstechnik. Seit 2017 ist er am Fraunhofer Institut für Entwurfstechnik Mechatronik tätig und leitet dort seit April 2018 die Gruppe Produktionsmanagement im Bereich Produktentstehung. Als Experte im Themenfeld „Industrial Data Science“ erforscht er die Anwendung von maschinellen Lernverfahren und Data Analytics im industriellen Umfeld.

### Summary

**Investment Decisions in the Context of Digitization Using Switch Cabinet Construction as an Example.** The potential of digitization in production ranges from individual machine optimization to the optimization of the entire production planning and control. Within the framework of Industry 4.0, many companies now see the need to invest in their production. In particular, it is difficult for small companies to estimate the economic benefits. This is not least due to a lack of methodological support for evaluations of investments in the context of digitization. In this article we present an approach for structuring this.

### Bibliography

DOI 10.3139/104.112119  
ZWF 114 (2019) 7–8; page 483–487  
© Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG  
ISSN 0032–678X



## Kolumne: Smart Services

# IT-Sicherheit von Anfang an mitdenken

Dr. rer. nat. Matthias Becker ist Gruppenleiter am Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM im Forschungsbereich Softwaretechnik und IT-Sicherheit.

Foto: Fraunhofer IEM

**I**m Zuge der Digitalisierung entstehen neue digitale Dienstleistungen, sogenannte Smart Services, welche sich Daten intelligent zu Nutze machen. Diese beim Betrieb technischer Systeme anfallenden Daten werden mit weiteren Daten aus unterschiedlichen Quellen kombiniert. Damit werden neue Geschäftsmodelle für Unternehmen und Mehrwerte für die Endkunden möglich. Grundvoraussetzung für Sammlung und Nutzung der Daten sind sowohl eine entsprechende technische Infrastruktur, wie z.B. eine Vernetzung über 5G oder WLAN, als auch Produkte, die über entsprechende Sensorik Daten erfassen und diese über die technische Infrastruktur austauschen. Der Mehrwert für den Kunden entsteht dann aus der Verarbeitung der Daten aus unterschiedlichen Quellen, also der vernetzten Produkte. So könnte im Falle vernetzter Autos die Summe der Positionsdaten und Daten aus der Fahrdynamikregelung Aufschluss über schlechte Straßen-

verhältnisse geben, welche wiederum allen Autofahrern als Smart Service zur Verfügung gestellt werden. Smart Services halten jedoch nicht nur Einzug in die Automobilbranche. Der Arbeitskreis „Smart Service Welt“ der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften acatech geht davon aus, dass sich auch in den anderen deutschen Leitbranchen, wie dem Maschinenbau, der Medizintechnik oder der Chemiebranche, Geschäftsmodelle mit Smart Services zunehmend etablieren werden.

Die Bereitstellung von Smart Services birgt neben allen Chancen leider auch einige, für die meisten Unternehmen ungelöste, Herausforderungen. Weil die Wertschöpfung bei allen Smart Services im Wesentlichen durch die Verarbeitung von Daten in Software realisiert wird, kommt der sicheren Softwareentwicklung und der vertrauenswürdigen und sicheren Verarbeitung der Daten ein besonders hoher Stellenwert zu. Die Praxis und die fast tägliche Berichterstattung über IT-Sicherheitsvorfälle zeigen, dass das Thema IT-Sicherheit oft zu spät oder gar nicht in der Produktentwicklung angegangen wird. Ist aber eine Software einmal unsicher konzipiert, lässt sich das später nur sehr aufwändig repa-

rieren. Damit sind IT-Sicherheitsvorfälle, negative Berichterstattung und Vertrauensverlust der Kunden für die Etablierung von Smart Services eine sehr reale Gefahr.

Eine Antwort auf diese Herausforderung ist in Fachkreisen schon länger bekannt, aber findet in den Unternehmen nur langsam Verbreitung. Unter dem Stichwort „Security-by-Design“ werden Maßnahmen zusammengefasst, die jedes Unternehmen bei der Entwicklung ergreifen kann, um die IT-Sicherheit der eigenen Produkte und Smart Services wesentlich zu erhöhen. Zu diesen Maßnahmen gehören z.B. systematische Bedrohungsanalysen, automatische und manuelle Code-Reviews und die Etablierung von Incident-Response-Teams.

Ohne Security-by-Design wird mittelfristig kein Smart Service und digitales Geschäftsmodell das Kundenvertrauen aufrechterhalten und damit am Markt bestehen können. Nur wenn IT-Sicherheit von Anfang an in der Produktentwicklung mitgedacht wird, können Smart Services einen echten Mehrwert für den Kunden schaffen. Es wird sich zeigen, ob sich diese Erkenntnis schnell genug bei den Unternehmen durchsetzen wird. ■

# Plattformökonomie – Innovationstreiber für B2B

Die Flüge werden über ein entsprechendes Portal online gebucht. Die Reiseliteratur liefert Amazon direkt ins Haus. Die passende Unterkunft findet man bei Airbnb und für die Mobilität vor Ort sorgt Uber. Digitale Plattformen bestimmen mehr und mehr das moderne Leben. Auch im B2B-Bereich will man die Potenziale der Plattformökonomie künftig stärker nutzen.

**D**igitale Plattformen bringen verschiedene Partner, Anbieter von Waren und Dienstleistungen sowie Kunden zusammen und spannen dabei in Teilen ein weltweites Netz. Einige der erfolgreichsten Plattformen wurden bereits genannt. Sie erwirtschaften mitunter Milliardenumsätze. Im B2C-Bereich funktioniert das bereits bestens. Laut einer aktuellen Umfrage des Digitalverbands Bitkom shoppen bereits 57 Prozent der Deutschen auf Plattformen und 27 Prozent bieten dort Produkte und Services an. Etwas anders stellt sich die Situation im B2B-Bereich dar. Anfang 2018

gaben 54 Prozent der von Bitkom befragten Unternehmen an, noch nie von Plattform-Ökonomie, Plattform-Märkten oder digitalen Plattformen gehört zu haben. Und selbst unter jenen, die zumindest die Begriffe kennen, war mehr als jeder Dritte davon überzeugt, dass digitale Plattformen für das eigene Geschäft nicht relevant wären. Besonders skeptisch: die befragten Industrieunternehmen. Von ihnen sagten immerhin 67 Prozent, das Thema sei für sie ohne Bedeutung.

## Steigende Relevanz

Das bewerten führende Industrieverbände anders. Erst Mitte vergangenen Jahres hat etwa der Ver-

band Deutscher Maschinen- und Anlagenbau den „Expertenkreis Plattformökonomie“ ins Leben gerufen. Auch der Bundesverband der Deutschen Industrie beschreibt die steigende Relevanz digitaler Plattformen und stellt in einer Broschüre beispielhaft 24 deutsche Industrieplattformen aus verschiedenen Branchen vor. Einmal mehr zählt dabei der Maschinen- und Anlagenbau zu den Vorreitern. So hat zum Beispiel Siemens mit der Plattform Mindsphere ein cloud-basiertes, offenes IoT (Internet of Things)-Betriebssystem entwickelt, das Produkte, Anlagen, Systeme und Maschinen miteinander verbindet. Durch eine Analyse

der Daten lassen sich so Produktivität und Effizienz für einzelne Maschinen, aber auch für ganze Anlagen, Systeme oder global verteilte Maschinenflotten erzielen.

Ein weiteres Beispiel stammt vom Maschinenbauer Trumpf, der mit Axoom eine digitale Geschäftsplattform für Industrie 4.0 gegründet hat, die digitale Lösungen für die Produktion entwickelt und Fabriken dabei auf ihrem Weg zur „Smart Factory“ unterstützt. Entlang der gesamten Wertschöpfungskette sollen – herstellerunabhängig – Maschinen und Systemlandschaften über die cloud-basierte Plattform vernetzt werden. In Echtzeit lassen sich dabei zum Beispiel Daten visualisieren und Transparenz über Maschinenzustand und -leistung schaffen.

## Vorbehalte gegen Plattformen

Insgesamt sind die Einsatzmöglichkeiten und Leistungen vielfältig. Es winken neue innovative Geschäftsmodelle und Potenziale für die Zukunft. Und doch scheinen vor allem kleine und mittelständische Unternehmen der Entwicklung eher zögernd gegenüberzustehen. „Die erhöhte Transparenz und Vergleichbarkeit sowie der vermeintliche Verlust von Know-how sorgen häufig für Vorbehalte gegenüber Plattformen“, weiß Dr.-Ing. Arno Kühn (Abteilungsleiter Produkt- und Produktionsmanagement am Fraunhofer IEM). Auch das Risiko des Verlusts der direkten Kundenschnittstelle, sobald ein Unternehmen seine Kunden auf einer

Plattform auch anderen Anbietern offenbart, sowie der Verlust der Datenhoheit zählen laut dem Experten zu den Sorgen, die viele Unternehmen umtreiben. Mal ganz abgesehen von den technischen Herausforderungen, rechtlichen Fragestellungen und strategischen Entscheidungen, die noch hinzukämen.

## Potenziale erschließen

Im Rahmen des vom Technologie-Netzwerk it's OWL initiierten Projektes „Digital Business“ will Kühn gemeinsam mit einem Team aus Industrie und Forschung in den kommenden zwei Jahren die Potenziale digitaler Plattformen für Unternehmen erschließen und hat dabei vor allem den Mittelstand im Blick. Dabei soll unter anderem die bestehende Plattform-Landschaft aufgearbeitet werden, um Unternehmen eine Grundlage für die Einschätzung des Marktes zu bieten. Zudem erarbeitet das Projekt einen Leitfaden für die Entwicklung einer individuellen Plattformstrategie. Im Zuge der Applikationsgestaltung steht schließlich die Frage im Vordergrund, welche Services auf diesen Plattformen laufen und wie diese zu gestalten sind. Zentrales Ergebnis soll hier eine Toolbox sein, die Unternehmen bei der Gestaltung und Konzipierung einer Plattform unterstützt. „Damit geben wir Unternehmen ein Instrumentarium an die Hand, mit dem sie individuelle Strategien für die Plattformökonomie erarbeiten können“, so Kühn. Erste Ergebnisse werden Ende 2019 vorgestellt.

Tim Wohlfarth



Die erhöhte Transparenz sorgt häufig für Vorbehalte gegenüber Plattformen, schätzt Dr.-Ing. Arno Kühn, Abteilungsleiter Produkt- und Produktionsmanagement am Fraunhofer IEM.

Foto Fraunhofer IEM

# Gestaltung hybrider Wertschöpfung und Arbeit im Kontext von Smart Services

Christian Koldewey,  
Jannik Reinhold,  
Roman Dumitrescu  
Maximilian Frank und  
Thomans Schewpe, Paderborn  
Annegret Melzer, Chemnitz

Smart Services sind digitale Dienstleistungen, die aus den (Betriebs-) Daten eines physischen Produkts einen Mehrwert für Kunden generieren. Wir zeigen, wie Smart Services die Wertschöpfung und Arbeit produzierender Unternehmen beeinflussen und welche Fragestellungen sich bei der Transformation vom Produkt zum Smart-Service-Anbieter ergeben. Ein Referenzmodell zur sozio-technischen Planung von Smart Services gibt Orientierung über die Wirkzusammenhänge und unterstützt Unternehmen in der praxisgerechten Umsetzung.\*)

## Einleitung und Motivation

Die Digitalisierung aller Lebensbereiche ist ein wesentlicher Treiber von Innovationen. Die zunehmende Verfügbarkeit von Daten und Informationen ermöglicht dabei innovative Produktfunktionen und stellt ein großes Potenzial für neue, industrielle After-Sales-Services dar [1]. Damit geht eine zunehmende Serviceorientierung produzierender Unternehmen einher [2]. Vandermerwe und Rada sprechen in diesem Kontext von der Servitisierung [3]. Dabei werden physische Produkte durch Dienstleistungen ergänzt, um einen Mehrwert für den Kunden zu schaffen [2]. Dies erlaubt den Unternehmen, Herausforderungen wie gesättigten Märkten, Commoditisierung oder sinkenden Erlösen wirkungsvoll zu begegnen [4, 5]. Insbesondere digitale Services, die physische Produkte ergän-

zen, rücken in den Fokus der Unternehmen [6]. Diese so genannten Smart Services beruhen auf der Auswertung teils großer Datenmengen, die von intelligenten, kommunikationsfähigen Produkten (Smart Products) bereitgestellt werden [7]. Smart Services sind folglich digitale Dienstleistungen, die aus den Daten eines Produktes Mehrwerte für den Kunden generieren [8]. Bereits heute wird eine Vielzahl solcher Smart Services am Markt angeboten. Die Angebote reichen von der Zustandsüberwachung von Ma-

schinen über die Feldroutenplanung von Landmaschinen bis hin zur prädiktiven Wartung von Aufzügen [9]. Vier solcher Smart Services sind in Bild 1 exemplarisch dargestellt.

Im Zuge der Einführung von Smart Services entstehen hybride Wertschöpfungssysteme, die sich grundlegend von den heute etablierten Systemen unterscheiden. Sie zeichnen sich insbesondere durch neue Leistungsangebote und Produkte sowie die Reorganisation von Wertschöpfungsketten und die Ausdifferen-

### \*) Förderhinweis

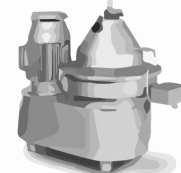
Das Vorhaben IMPRESS (Förderkennzeichen: 02L17B070) wird im Rahmen des Programms Zukunft der Arbeit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds gefördert. Projektpartner sind die Universität Paderborn, das Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik, die Technische Universität Chemnitz, Weidmüller Interface, Diebold Nixdorf, die FIWARE Foundation, BOGE KOMPRESSOREN Otto Boge, DMG Mori, FREUND Maschinenfabrik und MSF Vathauer.

### BOGE – Smart Services für Kompressoren



- + Datenanalyse, um die Verfügbarkeit des Kompressors zu erhöhen
- + Datenanalyse und Komponententausch, um die Energieeffizienz des Kompressors zu erhöhen

### GEA – Smart Services für Separatoren



- + Condition Monitoring und Expertensystem, um Reports und Empfehlungen zu generieren
- + Daten-basierte Optimierung von Kundenprozessen

### CLAAS – Smart Services für Landmaschinen



- + Erhöhung der Effizienz der Landmaschinen, z.B. durch Feldroutenplanung

### ThyssenKrupp – Smart Service für Aufzüge



- + Cloud-basiertes Predictive Maintenance, um Ausfallzeiten zu minimieren

Bild 1. Anwendungsbeispiele für Smart Services aus dem Maschinen- und Anlagenbau [9]

zierung neuer Geschäftsmodelle aus [10]. Der klassische Ansatz einer interdisziplinären Betrachtung der Dimensionen Mensch, Technik und Organisation wird dem nicht mehr gerecht [11]. Wir ergänzen diese um die Dimension Geschäft, um dem Wandel der Geschäftstätigkeit produzierender Unternehmen gerecht zu werden.

Die Gestaltung des Unternehmens muss innerhalb der vier Dimensionen konsistent sein. In den meisten Unternehmen sind die Wertschöpfungsstrukturen jedoch historisch gewachsen und haben sich über viele Jahre bewährt: Sie sind insbesondere auf das tradierte Produkt- und Servicegeschäft ausgerichtet und für Smart Services nur begrenzt geeignet. Für die Transformation zu einem Smart Service Anbieter ergeben sich komplexe Herausforderungen, die es zu bewältigen gilt: Es mangelt vielen Unternehmen an konkretem Wissen, um die Chancen, die cyber-physische Systeme bieten, in innovative Service-Systeme zu überführen [12]. Zudem fehlt es an entsprechender Expertise und ausreichend verfügbaren Ressourcen, um die notwendigen Veränderungen zu identifizieren und umzusetzen [13, 14]. Methoden und Werkzeuge, die die Unternehmen im Sinne eines Leitfadens bei der Transformation vom reinen produzierenden Unternehmen zum Smart Service Anbieter unterstützen, fehlen [15]. Dies zeigt sich auch daran, dass viele Pioniere daran gescheitert sind, Smart Services pragmatisch einzuführen; es mangelte dabei oftmals an einer begründeten Einschätzung, wie die neuen Marktleistungen die Wettbewerbsfähigkeit erhöhen und zum Unternehmenserfolg beitragen können [16]. Es resultiert der vorherrschende Status quo: Die Unternehmen, insbesondere kleine und mittlere, sind sich der Potenziale von Smart Services bewusst, setzen sie jedoch nur vergleichsweise selten um [17]. Gleichzeitig zeigt sich, dass die umgesetzten Smart Services hauptsächlich wenig komplexe Monitoring-Dienste darstellen [18]. Dies scheint weniger darin begründet zu sein, dass es an kreativen Ideen fehlt, als vielmehr in der großen Unsicherheit gegenüber der dafür notwendigen Transformation der sozio-technischen Systeme. Zur Bewältigung dieser Komplexität braucht es folglich einen Leitfaden und einen Orientierungsrahmen, die die wesentlichen Handlungsfelder strukturieren.

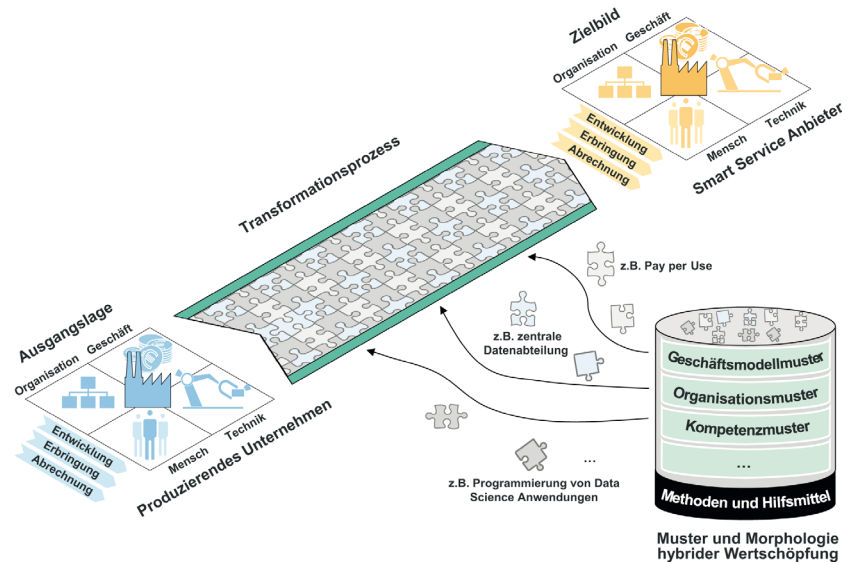


Bild 2. Musterbasierte Transformation zum Smart Service Anbieter

### Die Transformation zum Smart-Service-Anbieter gestalten – Forschungsprojekt IMPRESS

Im Verbundforschungsprojekt IMPRESS (Instrumentarium zur musterbasierten Planung hybrider Wertschöpfung und Arbeit zur Erbringung von Smart Services) werden die oben ausgeführten Herausforderungen der Unternehmen ganzheitlich adressiert. Das ansiierte Instrumentarium wird Unternehmen befähigen, die Transformation vom Produkthersteller zum Smart Service Anbieter eigenständig und zielgerichtet zu gestalten. Dazu werden Methoden, Prozesse und Werkzeuge bereitgestellt. Die Konzeption des Projekts ist in Bild 2 dargestellt.

Sowohl in der Ausgangslage als auch in der Zielposition sind die Unternehmen als sozio-technische Systeme in den Dimensionen Geschäft, Technik, Organisation und Mensch zu betrachten. Die drei Prozesse der Entwicklung, Erbringung

und Abrechnung durchlaufen in ihrer Ausgestaltung einen tiefgreifenden Transformationsprozess. Mit Methoden und weiteren Hilfsmitteln können Unternehmen bei dieser Transformation unterstützt werden. Hierfür werden im Forschungsprojekt IMPRESS über einen Referenzprozess hinaus insbesondere Lösungsmuster und eine Morphologie bereitgestellt. Dazu gehören beispielsweise Geschäftsmodellmuster wie Pay-per-Use, Organisationsmuster wie eine zentrale Datenabteilung, Kompetenzmuster wie Programmierung von Data Science Anwendungen etc. Durch diese leicht handhabbaren, immer wiederkehrenden Lösungsbestandteile (Muster) wird insbesondere kleineren und mittleren Unternehmen die enorme Aufgabe der Ausgestaltung ihres individuellen Transformationsprozesses in übersichtliche Schritte und Teillösungen gegliedert.

Das Vorgehen zur Planung der Transformation gliedert sich in drei übergeordnete Schritte:

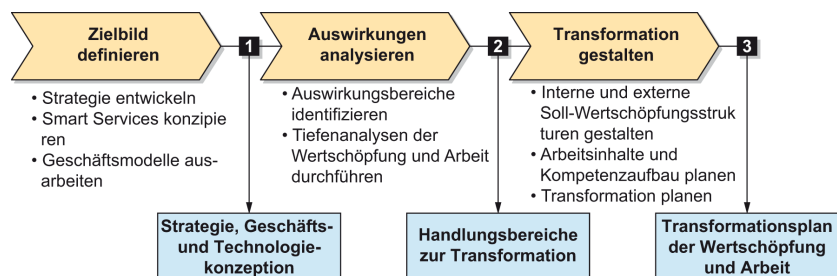


Bild 3. Vorgehen zur Planung der Transformation eines Unternehmens zum Smart Service Anbieter



zen zudem die taktische Planungsebene. Das vorliegende Rahmenwerk erstreckt sich folglich von der strategischen über die taktische bis hin zur operativen Planungsebene [22]. Im Folgenden gehen wir detailliert auf die Ebenen des Rahmenwerks ein.

Auf der strategischen Ebene ist die Smart Service Strategie zu verorten. Dabei handelt es sich typischerweise um eine Geschäftsstrategie. Sie umfasst ein Leitbild, strategische Erfolgspositionen, Aussagen zu Produkten und Märkten sowie Konsequenzen und Maßnahmen. Bei ihrer Entwicklung werden somit auf Basis einer strategischen Stoßrichtung Entscheidungen über die Wettbewerber, die anbietenden Smart Services, die dafür in Frage kommenden Produkte, ihre Skalierung und grundsätzliche Vorgaben für Unternehmensorganisation und Wertschöpfung getroffen. Nach Casades-Masanell und Ricart gibt die Strategie zudem den Ausarbeitungsrahmen für die Geschäftsmodelle vor [23]. Wir empfehlen daher, bereits im Rahmen der Strategieentwicklung die Grundzüge der Geschäftsmodelle (alternative zulässige Kombinationen der wesentlichen Gestaltungsoptionen) zu definieren, um Synergien zu realisieren; wir sprechen dann von Geschäftsmodellarchetypen [9].

Auf der taktischen Ebene wird das Engineering der Smart Services vorangetrieben. Hier geht es um die Spezifikation der zukünftig anzubietenden Marktleistung (Smart Services). Relevante Themenbereiche sind an dieser Stelle zum einen die Datengrundlage und die Implementierung von Analytics Funktionen. Zum anderen gilt es, eine IoT-Plattform mit entsprechenden Abrechnungs-, Sicherheits- und Governanceprozessen zu etablieren. Parallel erfolgt die Entwicklung der spezifischen Geschäftsmodelle. Auf taktischer Ebene empfiehlt es sich, frühzeitig Kundenfeedback einzuholen. Die Adaption eines Build - Measure - Learn Ansatzes nach RIES hat sich hier in der Praxis als vielversprechend erwiesen, um die Hypothesen aus der Strategie, der Technologiekonzeption und dem Geschäftsmodell zu validieren [24].

Auf der operativen Ebene gilt es, die Voraussetzungen für eine effiziente Erbringung der Smart Services zu schaffen. Den Kern stellen dabei die erforderliche Aufbau- und Ablauforganisation dar. Sie sind konsistent zu attraktiven Arbeitsinhalten und -rahmenbedingungen (Arbeitsgestaltung) zu definieren. Aufgrund des derzeitigen

Mangels insbesondere an Spezialisten im Bereich Data Analytics kommt diesem Feld eine besondere Bedeutung zu [25]. Darüber hinaus wird es für die Unternehmen zunehmend wichtiger, das Beziehungsgeflecht zu den weiteren Akteuren des Wertschöpfungssystems aktiv zu managen [26]. Bei der Planung von Smart Services seien hier insbesondere Plattformanbieter und IoT-Technologieanbieter zu nennen. Gleichzeitig muss auch die Kooperation mit Pilotkunden und Entwicklungspartnern geplant werden [27].

Über alle drei Planungsebenen sehen sich Unternehmen mit zwei wesentlichen Querschnittsthemen konfrontiert: der Integration der datenbasierten Services in die IT-Systeme und neuartigen Kompetenzanforderungen jenseits der tradierten Kernkompetenzen. Mit IT-Systemen meinen wir dabei die unternehmensinternen Systeme zur Planung, Entwicklung, Erbringung und Abrechnung von Smart Services, wie PLM-Systeme oder Toolkits zur Programmierung von Data Science Anwendungen. Unter Kompetenzen verstehen wir hingegen Fähigkeiten, die zielgerichtet unter Einsatz spezifischer Ressourcen eingesetzt werden, um eine Aufgabe zu erledigen [20], [28]. Dabei gilt es, zwischen strategischen, taktischen und operativen Kompetenzen zu unterscheiden. Strategische Kompetenzen befähigen das Unternehmen, die Potenziale von Smart Services zu erkennen, zu bewerten und ihre Erschließung zu planen. Taktische Kompetenzen sind erforderlich, um die Marktleistung und das Geschäftsmodell zu entwickeln und zu validieren. Operative Kompetenzen sind notwendig, um die Smart Services effizient zu erbringen. Während der Konkretisierung der Smart Service Planung identifizierte Kompetenzlücken sind näher zu untersuchen. In Abhängigkeit ihrer strategischen Relevanz und des Erschließungsaufwands sind fehlende Kompetenzen intern aufzubauen, an Dienstleister zu vergeben oder durch strategische Partnerschaften zu erschließen [29]. Kompetenzen und IT-Systeme sind hinter den marktleistungsorientierten Planungselementen angeordnet und müssen diese bestmöglich unterstützen. Hierzu bedarf es eines ganzheitlichen Kompetenzmanagements und einer detaillierten Anforderungserhebung an die IT-Systeme.

Das Rahmenwerk wird typischerweise von der strategischen über die taktische bis zur operativen Ebene durchlaufen. Die Smart Service Planung wird dabei zu-

nehmend konkretisiert. Gleichzeitig wird im Rahmen eines Prämissen-Controllings und durch Iterationen immer wieder evaluiert, ob die in der übergeordneten Ebene getroffenen Annahmen zutreffen und sich umsetzen lassen oder ob die Planung revidiert werden muss.

## ■ Zusammenfassung

Die Umsetzung von Smart Services ist für etablierte Unternehmen mit großen Herausforderungen verbunden. Dies zeigt sich auch daran, dass viele Unternehmen, die einen „Hands-on“-Ansatz verfolgt haben, mit der Einführung von Smart Services gescheitert sind [16]. Unternehmen, die erfolgreich Smart Services am Markt anbieten, realisierten darüber hinaus bisher überwiegend einfache Services, wie z. B. das Monitoring von Datensätzen [18]. Es ist somit erforderlich, die Planung der Transformation zum Smart Service Anbieter gewissenhaft und sozio-technisch durchzuführen. Wesentlich sind hierbei die drei Schritte:

- Ziele definieren,
- Auswirkungen analysieren und
- Transformation gestalten.

Mit den Methoden und Rahmenwerken des Projekts IMPRESS geben wir Unternehmen hierbei praxisgerechte Unterstützung.

## ■ Literatur

1. Wee, D.; Kelly, R., Cattell, J., Breunig, M.: Industry 4.0 - How to navigate digitization of the manufacturing sector. McKinsey Digital, McKinsey & Company, 2015
2. Baines, T. S.; Lightfoot, H. W.; Benedettini O.; Kay, J. M.: The servitization of manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management* 20 (2009) 5, S. 547-567  
DOI: 10.1108/17410380910960984
3. Vandermerwe, S.; Rada, J.: Servitization of business: Adding Value by Adding Services. *European Management Journal* 6 (1988) 4, S. 314-324  
DOI: 10.1016/0263-2373(88)90033-3
4. Sayar, D.; Er, Ö.: The Antecedents of Successful IoT Service and System Design. *Cases from the Manufacturing Industry. International Journal of Design* 12 (2018) 1, S. 67-78  
DOI: 10.1111/dmj.12035
5. Morelli, N.: Designing Product/Service Systems. A Methodological Exploration. *Design Issues* 18 (2002) 3, S. 3-17  
DOI: 10.1162/074793602320223253
6. Herterich, M.; Uebornickel, F.; Brenner, W.: Nutzenpotenziale cyber-physischer Systeme für industrielle Dienstleistungen 4.0. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 52 (2015) 5, S. 655-680  
DOI: 10.1365/s40702-015-0164-y



7. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.): Smart Service Welt – Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internet basierte Dienste für die Wirtschaft. Arbeitskreis Smart Service Welt, Abschlussbericht, Berlin 2015
8. Frank, M.; Koldewey, C.; Rabe, M.; Dumitrescu, R.; Gausemeier, J.; Kühn, A.: Smart Services-Konzept einer neuen Marktleistung. ZWF 113 (2018) 5, S. 306 – 311  
DOI: 10.3139/104.111913
9. Koldewey, C.; Echterfeld, J.; Gausemeier, J.; Reilender, M.: Business Model Portfolio Planning for Smart Services. In Bitran, I.; Conn, S.; Huizingh, E.; Kokshagina, O.; Torkkeli M.; Tynnhammar, M. (Hrsg.): Proceedings of ISPIM Connects Fukuoka: Solving Challenges Through Innovation, 2.-5. Dezember 2018, ISPIM, Fukuoka 2018
10. Spath, D.; Ganz, W.; Bienzeisler, B.: Die Analyse von Zeittreibern als Ansatzpunkt für das Management hybrider Wertschöpfung. In: Bruhn, M.; Stauss, B. (Hrsg.): Wertschöpfungsprozesse bei Dienstleistungen. Gabler, Wiesbaden, 2007, S. 257 – 274  
DOI: 10.1007/978-3-8349-9285-7\_12
11. Drăgoicea, M.; E Cunha, J.; Pătrașcu, M.: Self-organising Socio-technical Description in Service Systems for Supporting Smart User Decisions in Public Transport. Expert Systems with Applications 42 (2015) 17 – 18, S. 6329 – 6341  
DOI: 10.1016/j.eswa.2015.04.029
12. Böhm, T.; Leimeister, J.M.; Möslin, K.: Service Systems Engineering. Bus Inf Syst Eng (Business & Information Systems Engineering) 6 (2014) 2, S. 73 – 79  
DOI: 10.1007/s12599-014-0314-8
13. Wischmann, S.; Wangler, L.; Bothhof, A.: Autonomik Industrie 4.0, Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland. Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0, Berlin 2015
14. Agiplan GmbH (Hrsg.): Erschließen der Potenziale der Anwendung von „Industrie 4.0“ im Mittelstand“. Kurzfassung der Studie, Juni 2015
15. Kampker, A.; Frank, J.; Schwartz, M.; Jussen, P.: Lernen von den Besten: Fünf Erfolgsfaktoren bei der Entwicklung von Smart Services. In Meyer, K; Klingner, S.; Zinke, C. (Hrsg.): Service Engineering. Springer-Vieweg-Verlag, Wiesbaden 2019  
DOI: 10.1007/978-3-658-20905-6\_10
16. Biehl, S.: Design Guidelines for Smart Services: A Strategic-logic Perspective on Seeking Competitive Advantage with Digitized Servitization Strategies. Dissertation, School of Management, Economics, Law, Social Science and International Affairs, University of St.Gallen, St.Gallen 2017
17. Buchholz, B.; Ferdinand, J.-P.; Gieschen J.-H.; Seidel, U.: Digitalisierung industrieller Wertschöpfung – Transformationsansätze für KMU. VDI/VDE Innovation + Technik, Berlin, 2017
18. Frank, M. et al. (Hrsg.): Proceedings of the ISPIM Connects, 7.-10. April 2019, ISPIM, Ottawa 2019
19. Schneider, M.: Systematik zur Beschreibung und Analyse von Wertschöpfungssystemen. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 386, Paderborn, 2018
20. Schneider, M.; Dumitrescu, R.; Gausemeier, J.; Reinhold, J.: Design of Future Value Networks. In: Bitran, I.; Conn, S.; Huizingh, K.R.E.; Kokshagina, O.; Torkkeli, M.; Tynnhammar, M. (Hrsg.): Proceedings of the ISPIM Innovation Summit 2017, 10.-13. Dezember 2017, ISPIM, Melbourne 2017
21. Gausemeier, J.; Plass, C.: Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung – Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. Carl Hanser Verlag, München, Wien 2014  
DOI: 10.3139/9783446438422
22. Adam, D.: Planung und Entscheidung: Modelle – Ziele – Methoden. Gabler Verlag, Wiesbaden 1996  
DOI: 10.1007/978-3-322-88992-8
23. Casadesus-Masanell, R.; Ricart, J.E.: From Strategy to Business Models and onto Tactics. Long Range Planning 43 (2010) 2 – 3, S. 195 – 215  
DOI: 10.1016/j.lrp.2010.01.004
24. Ries, E.: Lean Startup – Schnell, risikolos und erfolgreich Unternehmen gründen. Redline-Verlag, München 2017
25. Porter, M. E.; Heppelmann, J. E.: Wie Smarte Produkte den Wettbewerb verändern. Harvard Business Manager 35 (2014) 12, Sonderdruck
26. Mittag, T.; Schneider, M.; Gausemeier, J.; Rabe, M.; Kühn, A.; Dumitrescu, R.: Auswirkungen von Smart Services auf bestehende Wertschöpfungssysteme. In: Bodden, E.; Dressler, F.; Dumitrescu, R.; Gausemeier, J.; Meyer auf der Heide, F.; Scheytt, C.; Trächtler, A. (Hrsg.): Wissenschaftsforum Intelligente Technische Systeme (WinTeSys) 2017, 11.-12. Mai 2017, Paderborn. HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 369, Paderborn 2017
27. Kanovska, L: Collaboration in Smart Services – The right Way to go? In: Stankevičienė, J.; Skvarciany, V.; Jurevičienė, D.; Miečinskienė, A.; Davidavičienė, V.; Skačkauskienė, I.; Mitkus, S. (Hrsg.): Selected papers. Business and Management 2018, 3.-4. Mai 2018, Vilnius. Business and management, Technika, Vilnius 2018, S. 343 – 352  
DOI: 10.3846/bm.2018.38
28. Rübhelke, R.: Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 350, Paderborn 2016
29. Reinhold, J.; Frank, M.; Koldewey, C.; Dumitrescu, R.; Gausemeier, J.: Competence-based Planning of Value Networks for Smart Services. In: Bitran, I.; Conn, S.; Gernreich, C.; Heber, M.; Huizingh, K.R.E.; Kokshagina, O.; Torkkeli, M.; Tynnhammar, M. (Hrsg.): Proceedings of the ISPIM Connects, 7.-10. April 2019, ISPIM, Ottawa 2019

### Die Autoren dieses Beitrags

Christian Koldewey, M. Sc. ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn in der Fachgruppe Advanced Systems Engineering. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der strategischen Planung von Smart Services sowie der Geschäftsmodell- und Strategieentwicklung.

Jannik Reinhold, M. Sc. ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn in der Fachgruppe Advanced Systems Engineering. Sein Forschungsschwerpunkt liegt in der Planung der digitalen Transformation produzierender Unternehmen und ihrer Wertschöpfungssysteme.

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu ist Direktor am Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM und Leiter der Fachgruppe Advanced Systems Engineering am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn. Sein Forschungsschwerpunkt ist die Produktentstehung intelligenter technischer Systeme. In Personalunion ist Prof. Dumitrescu Geschäftsführer des Technologienetzwerks Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe (it's OWL).

Maximilian Frank, M.Sc., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn in der Fachgruppe Advanced Systems Engineering. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Kompetenzmanagement für Smart Services und dem Innovationsmanagement.

Annegret Melzer, M.Sc., M.A. ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement der Technischen Universität Chemnitz. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen in der Gestaltung innovativer Lern- und Arbeitsprozesse im betrieblichen Kontext.

Thomas Schweppe, M.Sc., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM in der Fachgruppe Industrial Data Science. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Smart Service Engineering und Data Analytics.

### Summary

Smart Services are digital services that generate added value for customers from the (operational) data of a physical product. We show how Smart Services influence the value creation and work design of manufacturing companies and which questions arise during the transformation from a product to a Smart Service provider. A reference model for the socio-technical planning of Smart Services provides orientation on the causal relationships and supports companies in the practical implementation.

### Bibliography

DOI 10.3139/104.112113

ZWF 114 (2019) 6; page 380 – 384

© Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG  
ISSN 0032 – 678X



Robert Joppen, Melina Massmann, Sebastian von Enzberg

## Digitale Schnittstelle für die Auftragsabwicklung in der Kartonagenproduktion

**Die digitale Transformation gilt als Kernherausforderung des industriellen Mittelstands und führt zu auswirkungsstarken Veränderungen. So ermöglichen Digitalisierung und Industrie 4.0 die Erweiterung der Wertschöpfungsmöglichkeiten im Unternehmen und bedeuten eine Veränderung wertschöpfender Prozesse und Aktivitäten. Voraussetzung dafür ist der Einsatz digitaler Technologien für die Kommunikation und den digitalen Austausch mit den internen und externen Geschäftseinheiten entlang der Wertschöpfungskette. Besonders der abstimmungsintensive Auftragsabwicklungsprozess profitiert von digital unterstützter Kommunikation: So können z.B. professionelle mobile Industrie-Applikationen den Vertrieb mit dem Innendienst und dem Kunden bestmöglich vernetzen.**

### Digitalisierung in der Auftragsabwicklung

Die Auftragsabwicklung, also der Prozess von der ersten Kundenanfrage bis hin zum Versand des Produktes an den Kunden, ist gekennzeichnet durch

einen komplexen Informationsfluss und einen hohen Abstimmungsaufwand zwischen den beteiligten Fachabteilungen und dem Kunden. Herausforderungen innerhalb dieses Prozesses gibt es viele - von der Planung von Start- und Endzeitpunkten, über die Annahme von Anfragen sowie Produkthanforderungen in stetigem Kundenkontakt bis hin zur operativen Abwicklung der Fertigungs- sowie unterstützenden Prozesse. Ineffiziente Ablaufstrukturen haben dabei höhere Durchlaufzeiten und Kosten als Folge.

Die oftmals damit verbundenen Hindernisse und Barrieren im Prozess belasten die Mitarbeitenden und können letztendlich zu Kundenunzufriedenheit führen. Gerade den Mitarbeitenden aus dem Vertrieb kommt in der Auftragsabwicklung eine hohe Bedeutung zu: Sie stellen den Kundenkontakt her, nehmen die kundenindividuellen Anforderungen auf und stimmen die notwendigen Schritte mit den beteiligten Bereichen ab. So ergibt sich ein komplexes Netzwerk aus Kunden, Vertrieb, Entwicklung und Produktion, das oftmals mit heterogenen Ressourcen und Werkzeugen - von der handgeschriebenen Notiz bis hin zum ERP-System - gemanagt wird. Damit

verbunden ist oftmals ein hoher Abstimmungsaufwand und Informationsbedarf. Diese Herausforderungen sind auch über Unternehmensgrenzen hinweg zu bewältigen, um z.B. externe Vertriebsmitarbeiter, Lieferanten oder Logistikdienstleister bestmöglich zu integrieren. Der Einsatz neuer digitaler Dienste in Form digitaler Schnittstellen schafft hier Abhilfe: Sie sorgen für mehr Transparenz und ermöglichen die Automatisierung von Prozessschritten.

### Digitalisierung durch digitale Dienste

Voraussetzung für die digitale Transformation der Auftragsabwicklung und des Vertriebs ist der Einsatz digitaler Dienste, mit denen die Kommunikation und der digitale Austausch zwischen den beteiligten Parteien erfolgen können. Die geschaffene Vernetzung ist wesentlicher Treiber für Effizienzgewinne und eine verbesserte Erfüllung der Kundenbedürfnisse. Hinter solchen Diensten können sich verschiedene innovative Technologien verstecken, die Beispiele dafür sind vielfältig: Beliebt sind Dashboards, die einen visuellen Zugang zu Daten herstellen, sowie Monitoring Services. Auch verschiedenste digitale Assistenten kommen heute bereits zum Einsatz, die z.B. bei der Wartung von Produktionsanlagen oder dem Zeitmanagement unterstützen. Solche Dienste basieren auf Technologien wie z.B. Virtual und Augmented Reality, Sprach- und Bilderkennung, Echtzeit-Verarbeitung, Cloud Computing, Data Analytics und Sensorik. Insbesondere die Nutzung von professionellen Industrie-Applikationen bietet für Unternehmen und seine Mitarbeitenden viele Vorteile. Sie machen

verschiedenste digitale Dienste einfach und sicher nutzbar und ermöglichen z.B. das agile und flexible Zusammenarbeiten und eine bessere Entscheidungsfindung durch den Echtzeit-Zugriff auf Daten und Wissen. Oftmals bilden Smartphones und Tablets die technologische Basis für vernetzte Dienste und stellen den Mitarbeitenden eine Reihe von unterstützenden Funktionalitäten zur Verfügung. Beispielsweise können Informationen kontextuell und auf den Anwender zugeschnitten bereitgestellt werden. Ebenso ist die einfache Erfassung von Daten und Übertragung an das Backend-System und die verantwortlichen Funktionsbereiche möglich. In der Auftragsabwicklung und im Vertrieb sind dies elementare Funktionalitäten, die die Entfaltung großer Potenziale ermöglichen. Vertriebsmitarbeitende sind z.B. über die Anzeige eines Dashboards mit den wichtigsten Daten zu Kunde und Lager beim Kunden jederzeit auskunftsbereit. Die Auftragsbearbeitung kann direkt vor Ort angestoßen werden, indem die notwendigen Daten in das System eingegeben und automatisch an den Innendienst übermittelt werden. Innovative Features wie 3D-Modell-Scans oder Augmented Reality ermöglichen z.B. die sofortige Abschätzung der Maße von gewünschten Produkten oder die Visualisierung im Anwendungskontext. Eine sofortige Verfügbarkeit dieser innovativen Features kann zum Begeisterungsfaktor für den Kunden werden.

So viele Potenziale durch den Einsatz einer dedizierten App für Auftragsabwicklung und Vertrieb ermöglicht werden, so viele Herausforderungen sind bei der Entwicklung zu berücksichtigen (Abbildung 1).

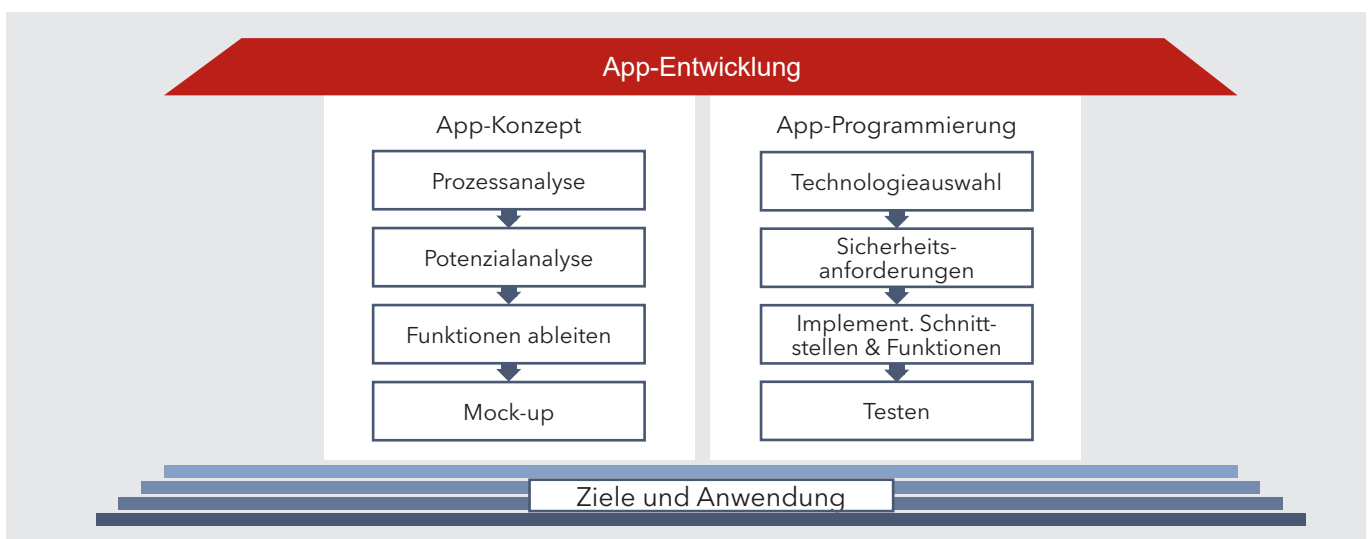


Abbildung 1: Säulen der App-Entwicklung

Ein stark nutzerzentriertes Konzept ist wichtig, um den Erfolg einer mobilen Anwendung sicherzustellen. Dabei müssen die notwendigen Funktionen der App erarbeitet und visuell gestaltet werden. Als gute Hilfestellung dafür kann die Analyse des aktuellen Prozesses und der erkennbaren Potenziale dienen. Schließlich müssen die Funktionen an die Bedürfnisse des Nutzers angepasst und die Interaktion mit der App über den Bildschirm optimiert werden. Dies kann mit Hilfe von Design-Konzepten, sogenannten Mock-ups, realisiert werden. Zum anderen muss die technische Software-Entwicklung mit Erfüllung der Sicherheitsanforderungen gemeistert werden. Hier sind Herausforderungen wie Schnittstellen, Nutzeradministration etc. zu betrachten.

### **In der Praxis: Das Anwendungsprojekt „Intelligente Kundenintegration per App“**

Die Josef Schulte GmbH produziert seit über 50 Jahren mehr als 3000 verschiedene Kartonagen. Das Familienunternehmen hat ca. 100 Mitarbeitende und wächst stetig weiter. In der eigenen Entwicklungsabteilung können individuelle Muster auf Basis der Kundenanforderungen geplant und produziert werden. Dabei sind Verpackungen individuell in verschiedensten Ausführungen und fast jeder Größe möglich. Ein großer Wettbewerbsvorteil liegt hierbei in der sehr schnellen Konzipierung und Umsetzung individueller Lösungen. So sind Kunden-Prototypen typischerweise innerhalb von 24 Stunden verfügbar.

Um die Wettbewerbsvorteile weiter auszubauen und so die langfristige Wettbewerbsfähigkeit zu wahren, sollen die enormen Potenziale der Digitalisierung im Unternehmen weiter ausgebaut und weitere Schritte in Richtung Industrie 4.0 gemacht werden. Wie bei vielen mittelständischen Unternehmen besteht die zentrale Herausforderung darin, dass oftmals ein Überblick über die unzähligen Möglichkeiten der Digitalisierung und die methodischen Herangehensweisen zur Erarbeitung von Lösungen fehlen.

Im Rahmen des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Dortmund stand das Fraunhofer Institut für Entwurfstechnik IEM am Standort Paderborn dem Unternehmen als Partner für das Projekt „Intelligente Kundenintegration per App“ zur Verfügung. Mit seinem anwendungsnahen Know-how im Bereich Industrie 4.0 unterstützte das Kompetenzzentrum das Unternehmen methodisch und erarbeitete gemeinsam mit der Josef Schulte GmbH ein App-Konzept und einen technischen Lösungsansatz.

### **Von der Prozessanalyse bis zum Konzept**

Mit dem Ziel, den Auftragsabwicklungsprozess des Kartonagen-Herstellers durch die Integration einer Applikation zu digitalisieren und zu optimieren, analysierte das Projektteam zunächst die Ausgangslage des Unternehmens. Diese Analyse bestand darin, den Prozess von der Kundenanfrage bis zur Auslieferung des Produktes mit der Methode OMEGA aufzunehmen, erkennbare Probleme zu identifizieren und Potenziale abzuleiten. Ein Beispiel ist in Abbildung 2 dargestellt. Im aufgezeigten Beispiel wird ein Projekt im Warenwirtschaftssystem durch die Geschäftsleitung angelegt. Als Input dafür dient die Bestellung, welche in beliebiger Form eingehen kann (d.h. in elektronischer Form, telefonisch etc.). Anschließend wird eine Auftragsbestätigung erstellt und an den Kunden versandt. Auch komplexere Vorgänge können auf diese Art verständlich und kompakt dargestellt werden. Neben der Prozesssicht wurde auch der Prozess aus Kundensicht mit Hilfe der Methode Service Blue Print betrachtet. Diese Methode visualisiert die Interaktion zwischen Kunde und Unternehmen entlang der Auftragsabwicklung.

Mit der Ist-Aufnahme als Basis wurden Verbesserungspotenziale identifiziert und daraus Soll-Prozesse abgeleitet. Diese beschreiben den möglichen Ablauf typischer Vertriebsvorgänge mit App-Unterstützung. So können zukünftige Szenarien mit einem effizienteren Ablauf dargestellt und diskutiert werden. Beispielsweise können handschriftliche Notizen im Bedarfsaufnahmegespräch mit dem Kunden durch digitale Besuchsberichte ersetzt werden. Diese können direkt in der App unter Nutzung einer Reihe von Standardeingaben effizient erstellt werden und ermöglichen die sofortige Weiterbearbeitung durch den Innendienst.

Parallel zur Aufnahme der Ist- und Soll-Prozesse wurden Anforderungen an die App gesammelt, die sich aus den aufgedeckten Schwachstellen und Potenzialen ergaben. Die zusammengetragenen Anforderungen wurden dann mittels eines Nutzen-Aufwand-Portfolios priorisiert. Aus den priorisierten Anforderungen können nun konkrete Maßnahmen für technische Anpassungen und mögliche neue Systeme abgeleitet werden. Für das Beispiel des digitalen Besuchsberichtes wurde beispielsweise eine intuitiv nutzbare Eingabemaske entworfen. Weiterhin wurden die technischen Voraussetzungen für die Weiterleitung der Berichte an das Backend-System definiert. Für diesen Vorgang müssen die entsprechenden Schnittstellen definiert und umgesetzt werden.

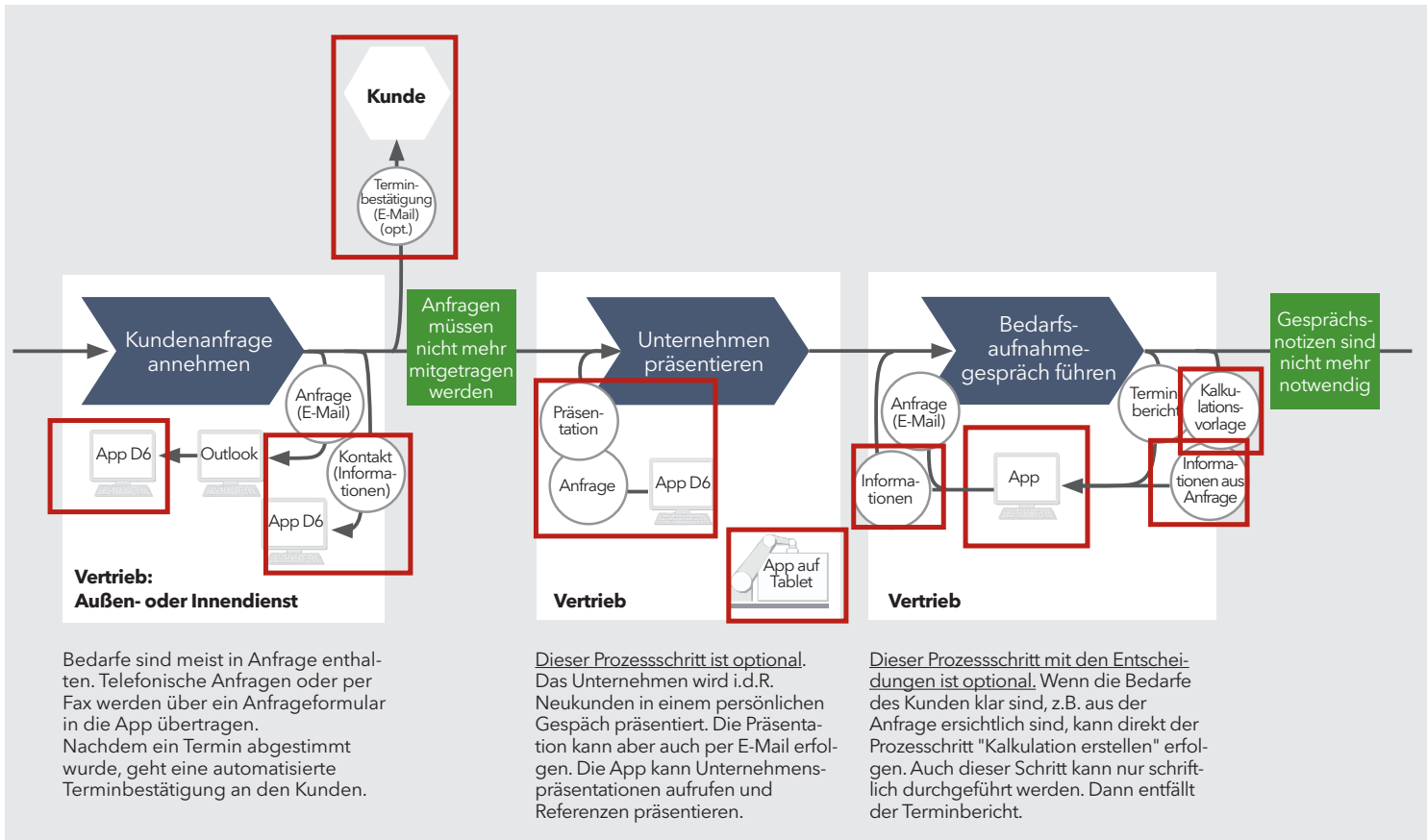


Abbildung 2: Beispiel eines mit OMEGA aufgenommenen Prozesses entsprechend Gausemeier, Plass (2014)

In Gesamtheit ergibt sich somit eine Liste technischer Herausforderungen, die die Eckpunkte für die Entwicklung der App definiert. Zur Komplettierung eines ganzheitlichen Konzepts wurden die abgeleiteten Funktionen sowie das Aussehen und die Bedienbarkeit der App in mehreren Versionen als Mock-ups dargestellt. Die Vertriebsmitarbeiter diskutierten und bewerteten diese, sodass am Ende ein funktionaler und visuell ansprechender Entwurf stand, mit dem die erfolgreiche technische Entwicklung der Applikation starten konnte.

Das Konzept diente als Grundlage für die Entwicklung eines funktionsfähigen Prototyps, der auf frei verfügbaren Bibliotheken und Schnittstellen aufbaut. Der Prototyp steht der Josef Schulte GmbH zur Verfügung und kann nun im direkten Einsatz von Vertriebsmitarbeitern getestet werden. Dies erlaubt die Validierung des Konzepts und das Sammeln weiterer Erfahrungen im Umgang mit der App. So können weitere Potenziale und zukünftige Softwarefunktionen abgeleitet werden. Der Prototyp dient weiterhin

als Grundlage für die finalisierte Umsetzung der App, die u.a. alle sicherheitsrelevanten Aspekte berücksichtigt.

### Referenzprozess zur Konzeptentwicklung für eine Industrie-Applikation

Ein weiteres Ergebnis des Projekts ist ein Referenzprozess zur Entwicklung von Konzepten für Industrie-Applikationen (Abbildung 3). Dieser Referenzprozess kann auch anderen kleinen und mittelständischen Unternehmen als Orientierung dienen. Der Prozess gliedert sich in die vier Phasen

1. Analyse der Ausgangssituation
2. Erfassung des Kundenerlebnisses, also der Schnittstellen zum Kunden
3. Ableitung von Funktionen und notwendigen Engineering-Anpassungen sowie
4. Entwicklung des Konzepts und Mock-ups.

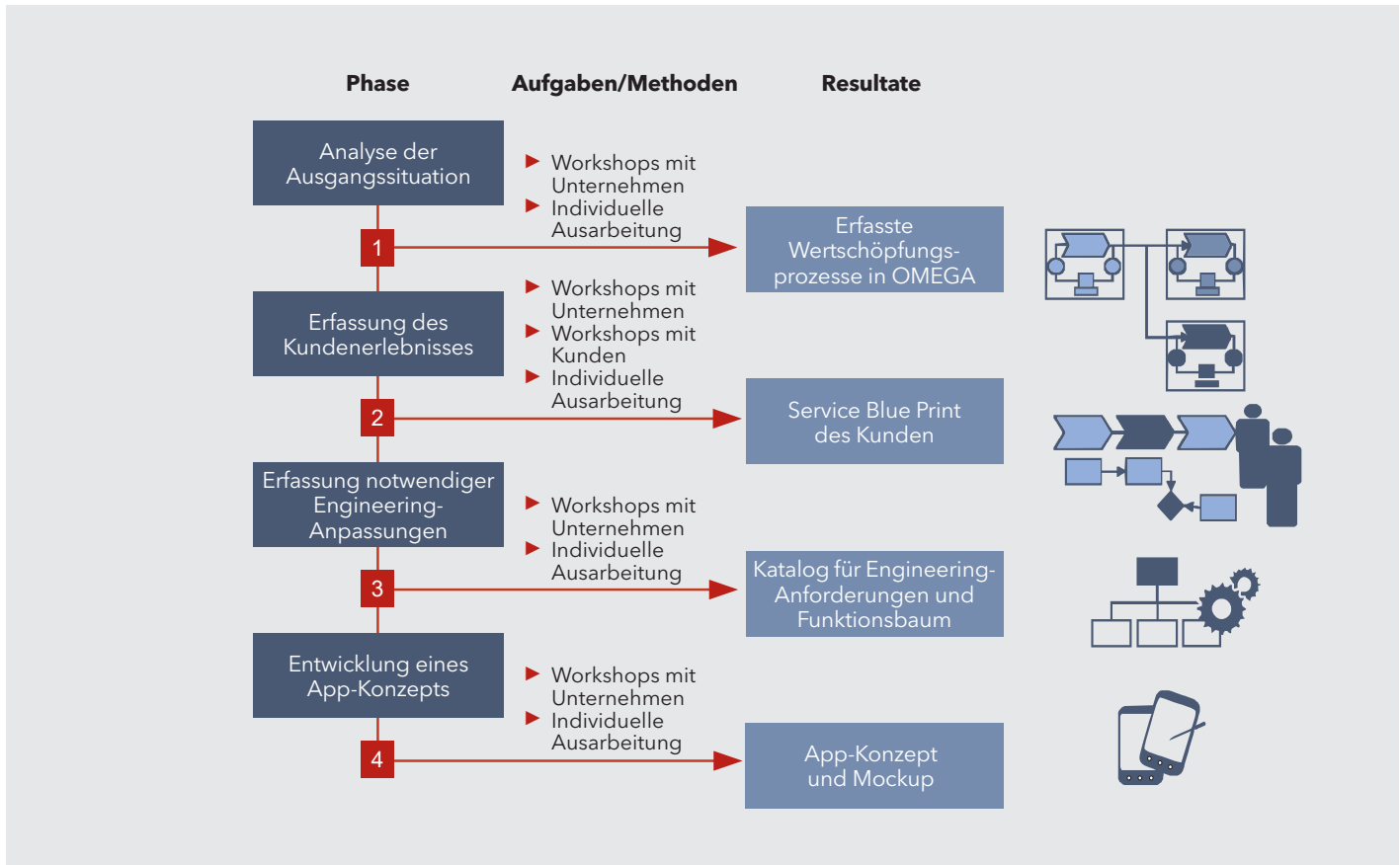


Abbildung 3: Referenzprozess zur Entwicklung eines Konzepts für Industrie-Applikationen

Die Digitalisierung von Unternehmensprozessen bietet eine Reihe vielfältiger Möglichkeiten. Am Beispiel der Auftragsabwicklung konnte in Form einer Vertriebs-App eine konkrete Lösung konzipiert und als Prototyp umgesetzt werden, die zukünftig im Einsatz validiert werden kann. Dies macht den Nutzen von Industrie 4.0 greifbar und ist Grundlage, um künftig weitere Potenziale entlang der Wertschöpfungskette zu heben.

#### Literatur

Gausemeier, J.; Plass, C. (2014): Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung. 2. Auflage, Carl Hanser Verlag, München

Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM  
Zukunftsmeile 1 | 33102 Paderborn  
Tel. 05251 5465 - 107  
Mail: [info@iem.fraunhofer.de](mailto:info@iem.fraunhofer.de)  
[www.iem.fraunhofer.de](http://www.iem.fraunhofer.de)

### **Herausgeber**

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

### **Redaktion**

Kirsten Harting

### **Nachweise Bilder und Inhalte**

- Titelmotiv: Fraunhofer IEM / David Gense
- S.5-10: mit freundlicher Genehmigung von Vogel Communications Group
- S.11-14; S.18-20: mit freundlicher Genehmigung des GITO Verlags
- S.15-17: mit freundlicher Genehmigung von WAGO
- S.21-25; S.28-32: mit freundlicher Genehmigung des Hanser Verlags
- S.26: mit freundlicher Genehmigung des PBL Media Verlags
- S.27: mit freundlicher Genehmigung des VDI Verlags
- S.33-37: mit freundlicher Genehmigung von „Mittelstand-Digital“, BMWi

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung und Verbreitung nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Druck: November 2019

Aktuelle Informationen aus dem Fraunhofer IEM finden Sie auf unserer Website [www.iem.fraunhofer.de](http://www.iem.fraunhofer.de) oder auf unseren Social Media-Kanälen.

