

Mittelstand-Digital
Zentrum
Ruhr-OWL



Technologie- und Trendradar

Entwicklungen für Ihr Unternehmen der Zukunft

Mittelstand-
Digital



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

IMPRESSUM

Kontakt

Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL
-Geschäftsstelle-
Emil-Figge-Str. 80
44227 Dortmund

Tel.: 0231 70096453
E-Mail: info@mittelstand-digital-ruhr-owl.de

www.mittelstand-digital-ruhr-owl.de

Das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL ist Teil der Förderinitiative "Mittelstand-Digital", die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert wird.

Impressum

Herausgeber:
Fraunhofer IEM
Zukunftsmeile 1
33100 Paderborn

Redaktion:
Magdalena Förster, Nissrin Perez,
Nazanin Budeus, Simon Lechtenberg,
Corinna Ten-Cate

Gestaltung: Giulia Neumann

Bildnachweis Titel: © iStock

© Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	4
2	Unternehmen der Zukunft	6
3	Technologie und Trendradar.....	10
	3.1 Services.....	12
	3.2 Produkte	14
	3.3 Prozesse.....	17
	3.4 Produktion	19
	3.5 Kompetenzen.....	22
	3.6 Kultur & Organisation.....	24
	3.7 Strategie.....	26
	3.8 Wertschöpfungsketten- und netzwerke	29
4	Praxisbeispiele.....	32
	4.1 Hadi-Plast GmbH.....	32
	4.2 Josef Schulte GmbH.....	35
	4.3 Beulco GmbH & Co. KG	36
5	Fazit und Handlungsempfehlungen	38
	Literaturverzeichnis	40

1 EINLEITUNG

Ihr Partner für Digitalisierung im Mittelstand

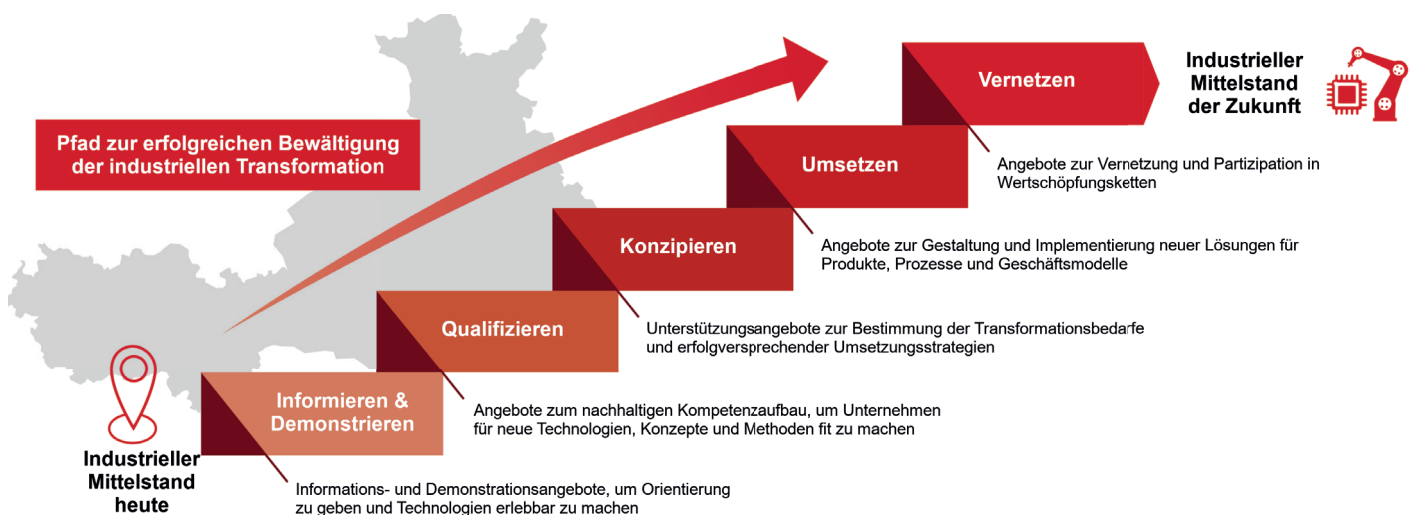
Das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL begleitet kleine und mittlere Unternehmen (KMU) auf ihrem Weg zur individuellen Digitalisierungsstrategie. Es schafft die Voraussetzungen für einen reibungslosen Start Richtung Industrie 4.0 und bietet Unterstützung sowie praxisnahe Hilfestellung, die sich ganz konkret an den Bedürfnissen und Zielen der Unternehmen ausrichtet.

Über Servicebausteine können sich KMU zur Digitalisierung informieren, zukunftsweisende Technologien erleben, notwendige Kompetenzen erwerben und Digitalisierungsmaßnahmen umsetzen. Das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL realisiert zahlreiche Informationsveranstaltungen, Roadshows, Lab-Touren, Exkursionen, Workshops und individuelle Unternehmensgespräche rund um das Thema Digitale Transformation sowie zu spezifischen Inhalten wie „Innovationen aus Daten“. Ziel ist es, die Digitalisierung des Mittelstands in der Metropolregion Ruhr und Ostwestfalen-Lippe kontinuierlich, praxisnah und professionell voranzutreiben.

Mehr als 790 Unternehmenssprechstunden, über 200 Potenzialanalysen sowie mehr als 70 Transferprojekte, Pilotierungen und Umsetzungen wurden unter dem Dach des Vorläufer-Projekts Di-



Das Team des Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL



gital in NRW bereits durchgeführt. Mit dieser beeindruckenden Grundlage im Rücken startet das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL ein neues Kapitel in der Unterstützung von kleinen und mittleren Unternehmen im digitalen Wandel. Projektpartner sind das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML und die Digital Hub Management GmbH in Dortmund, das Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM in Paderborn, der Fraunhofer-Institutsteil IOSB-INA in Lemgo und die OstWestfalenLippe GmbH in Bielefeld.

Das Mittelstand-Digital Zentrum ist eingebunden in die zentralen Technologienetzwerke der Region – den Spitzencluster it's OWL Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe und den Digital Hub Logistics Ruhr – und ergänzt deren Angebote für KMU.

Das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Förderschwerpunkt „Mittelstand-Digital“ gefördert. Weitere 26 Mittelstand-Digital Zentren und Mittelstand 4.0 Kompetenzzentren sind bundesweit mit einer analogen Zielsetzung und unterschiedlicher fachlicher Expertise aktiv und für Unternehmen vor Ort ansprechbar.

Einflussfaktoren auf KMU

Durch die Digitale Transformation sowie klimatische und geopolitische Entwicklungen verän-

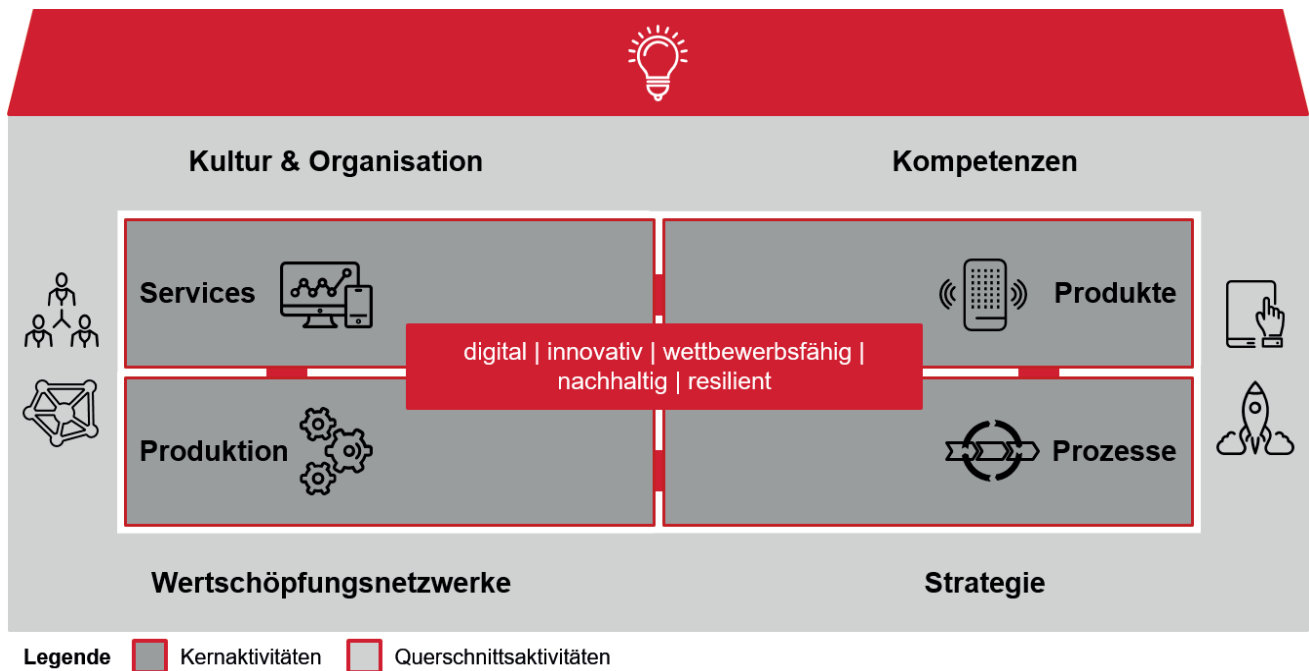
dern sich die Bedingungen für KMU und wirken sich auf ihre Produkte und Geschäftsmodelle, Produktionsverfahren, Arbeitsbedingungen und Anforderungsprofile der Beschäftigten in den Unternehmen aus. Dieser Wandel stellt gerade KMU vor große Herausforderungen, wenn sie ihre Wettbewerbsfähigkeit sichern möchten.

Der vorliegende Technologie- und Trendradar hat als einer der Servicebausteine des Mittelstand-Digital Zentrums Ruhr-OWL zum Ziel, Unternehmen über diese Entwicklungen der kommenden Jahre und damit verbundene (technologische) Trends zu informieren. Bereits veröffentlichte Technologie- und Trendradare der letzten Jahre haben sich zum Beispiel mit Schwerpunkten wie „ERP für KMU“ beschäftigt. Dieser Technologie- und Trendradar verfolgt einen breiteren Ansatz und bietet einen ersten allgemeinen Überblick über die aktuellen Entwicklungen aus Forschung und Vorreitern der Industrie. Hierzu haben die Fraunhofer-Institute IML, IEM und IOSB-INA an den Standorten Ruhr und OWL auf Grundlage der Forschungsaktivitäten und ihres industriellen Austauschs Technologien und Trends der kommenden Jahre zusammengetragen. Ausgehend von aktuellen und zukünftigen Herausforderungen wird beschrieben, wie Unternehmen der Zukunft aufgestellt sein müssen. Auf Grundlage des Konzepts „Unternehmen der Zukunft“ werden Technologien aufgezeigt, die KMU befähigen, die Transformation zu einem Unternehmen der Zukunft sicherzustellen.



2 UNTERNEHMEN DER ZUKUNFT

Erfolgreich bleiben - heute, morgen und übermorgen



Wie ist ein Unternehmen der Zukunft zu definieren? Was macht es aus? Wie ist es aufgebaut? Was muss es leisten? Möchte man über die Transformation zu einem Unternehmen der Zukunft sprechen, sind das zentrale Fragen, die beantwortet werden müssen. Hierbei ist es wichtig, externe Einflussfaktoren auf die Industrie zu betrachten und einen Blick auf die wesentlichen Einflussfaktoren der letzten Jahre zu werfen. Seit 2012 kursiert in Deutschland der Begriff „Industrie 4.0“. Damit ist oft eine hohe Erwartungshaltung verbunden: Unternehmen müssen zunehmend und in allen wesentlichen Bereichen digital und vernetzt sein. Mit der Digitalisierung können sich nicht nur Menschen weltweit einfacher miteinander vernetzen. Auch ganze Wertschöpfungsketten wurden globaler aufgestellt. Das hat unmittelbare Kostenvorteile für Unternehmen und eine Optimierung der Wertschöpfung durch die

passgenaue Verteilung von Kompetenzen über den gesamten Globus erbracht.

Was auf der einen Seite Vorteile bringt, birgt auf anderer Seite die Gefahr einer zunehmenden geopolitischen Abhängigkeit, insbesondere bei Lieferanten. Das zeigte sich allein in der jüngeren Vergangenheit durch Ereignisse wie die Liefereschwierigkeiten von Chips oder dem Ukraine-Krieg. Ganze Lieferketten können aufgrund eines feststehenden Containerschiffs kollabieren und Unternehmen ins Wanken bringen. Umso relevanter ist die Frage, wie Unternehmen sich resilienter aufstellen und ihre globale Wettbewerbsfähigkeit aufrechterhalten können.

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor ist der Klimawandel, der nicht nur mit neuen industriellen Herausforderungen wie der Reduktion von CO₂

Emissionen oder der energetischen Optimierung einhergeht, sondern auch mit den immer knapper werdenden natürlichen Ressourcen. Unternehmen sind daher immer stärker gefragt, ihren Material- und Ressourcenverbrauch zu hinterfragen, ihr Geschäftsmodell zirkulärer und nachhaltiger zu gestalten sowie ihre Wertschöpfungsnetzwerke auf ihren CO₂-Fußabdruck zu untersuchen. Bei der Bewältigung dieser Aufgaben sind besonders innovative Unternehmen von Vorteil - Unternehmen, die Innovationen anhand einer agilen und partizipativen Unternehmenskultur schneller übersetzen und umsetzen können.

Diese externen Einflussfaktoren erfordern bestimmte Eigenschaften, die ein Unternehmen der Zukunft kennzeichnen, um sich einer industriellen Transformation erfolgreich zu stellen.

Ganzheitliche Transformation in KMU

Eine Transformation ist dann erfolgreich, wenn ein Unternehmen der Zukunft nicht nur digital, sondern auch innovativ, nachhaltig und resilient ist.

Diese Eigenschaften werden für Unternehmen in der Zukunft zu Erfolgsfaktoren. Ziel des Transformationsprozesses ist es, zunehmend digital, innovativ, nachhaltig und resilient zu werden.

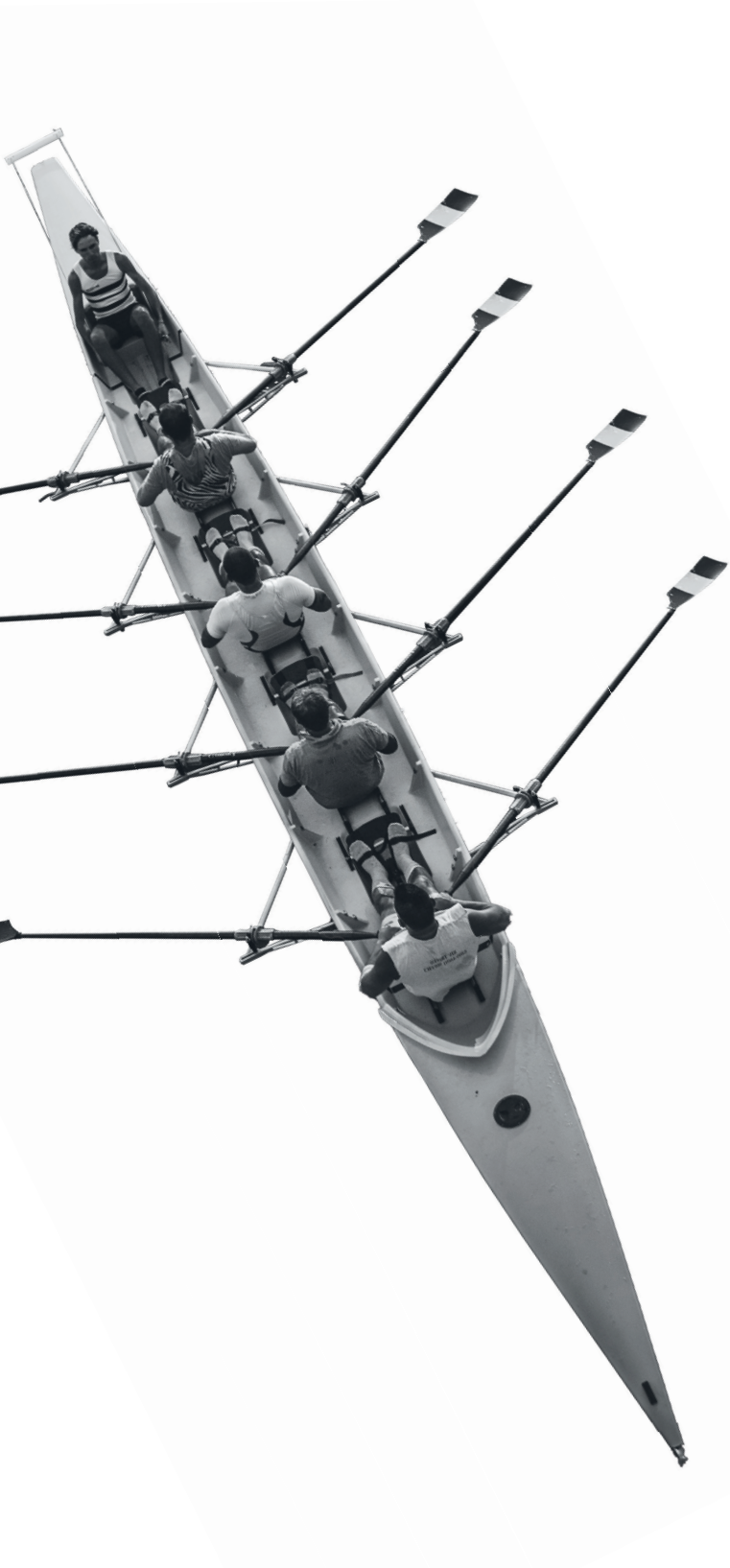
Für ein Unternehmen der Zukunft ergeben sich verschiedene Handlungsfelder, die zwei wesentliche Bereiche umfassen: 1) die Kernaktivitäten eines Unternehmens und 2) die Querschnittsaktivitäten, die das Gesamtunternehmen beeinflussen.

Die Kernaktivitäten von Unternehmen umfassen die vier Bereiche Produkte, Services, Produktion und Prozesse. In diesen Bereichen liegt die Wertschöpfung eines Unternehmens im direkten Einflussbereich. Sowohl Produkte als auch Services sind Marktleistungen, die die Marktpresenz eines Unternehmens kennzeichnen. Die Gestaltung

der Produktion und der Prozesse prägt den Erfolg dieser Marktleistungen und wirkt entweder förderlich oder hinderlich darauf ein. Es sind auch diese Bereiche, die aufgrund der zunehmenden Digitalisierung einem Transformationsprozess unterworfen waren und sind. So werden heutzutage IoT-fähige Produkte hergestellt, die mit der digitalen Welt vernetzt sind, Daten übertragen und neue Nutzungsmöglichkeiten bieten (z.B. smarte LED-Lampen). Zudem ergeben sich neue Services und Dienstleistungen, die durch digitale Services unterstützt oder gar ersetzt werden (z.B. Fernwartung). In der Produktion verändert die Digitalisierung Arbeitsumgebungen (z.B. digital assistierte Montagearbeitsplätze) und Maschinen. Das beeinflusst wiederum Prozesse in allen Abteilungen – von der Produktion über die Verwaltung bspw. durch die Nutzung von IT-Systemen auf allen Ebenen. Gleichmaßen können die Kernaktivitäten auch hinsichtlich der weiteren Zielrichtungen wie Nachhaltigkeit oder Resilienz gestaltet werden.

Querschnittsaktivitäten sind zum einen weniger greifbare und zum anderen unternehmensübergreifende Aktivitäten, die entscheidende Auswirkungen auf den Unternehmenserfolg haben. Dazu gehören die Strategie, Kultur und Organisation eines Unternehmens sowie die Wertschöpfungsnetzwerke und die Kompetenzen der Mitarbeiter:innen. Die Strategie eines Unternehmens gibt die Richtung vor, in die sich das Unternehmen bewegt. Sie bestimmt die Ziele und definiert den Weg zur Zielerreichung.

Die Organisation eines Unternehmens sowie seine Kultur bestimmen über den Erfolg der Transformation. Die Wandlungsfähigkeit, Innovationsoffenheit, Agilität und die Struktur von Entscheidungswegen im Unternehmen sind entscheidend für den Transformationsprozess und die Fähigkeit des Unternehmens, sich verändernden Situationen anzupassen. Ebenso ausschlaggebend sind die Kompetenzen der Mitarbeiter:innen sowie die Entwicklungsfähigkeit und der Entwicklungswillen im Unternehmen.



Und zuletzt spielt auch die Gestaltung der Wertschöpfungsnetzwerke eine wichtige Rolle. Die Gestaltung und Einbindung von Kunden und Lieferanten in die eigene Unternehmung und damit verbundene erfolgreiche Kollaboration und Kommunikation erleichtert die unternehmensinterne Wertschöpfung.

Rund um diese Kern- und Querschnittsaktivitäten gestaltet sich der vorliegende Technologie- und Trendradar. Wie kann das Unternehmen der Zukunft digitaler, innovativer, nachhaltiger, resilienter und wettbewerbsfähiger werden? Wie können Kernaktivitäten gestaltet werden, um sich in diese Richtung zu bewegen? Wie können Querschnittaktivitäten so transformiert werden, um diese Eigenschaften – digital, innovativ, nachhaltig und resilient – zu erlangen? Und wer kann den Transformationsprozess unterstützen?

Angebote des Mittelstand-Digital Zentrums Ruhr-OWL verfolgen auf die übergeordnete Zielsetzung, KMU bei der Transformation zum Unternehmen der Zukunft zu begleiten. Hierbei stehen die Eigenschaften digital, innovativ, nachhaltig und resilient im Fokus. Im Folgenden wird aufgezeigt, welche Trends und Technologien in den jeweiligen Bereichen die Zielerreichung unterstützen können.

A woman with blonde hair, wearing a white sleeveless top and light green trousers, is smiling and looking at a large, modern industrial machine. She is holding a tablet computer in her left hand and pointing at the machine's control panel with her right index finger. The machine has a prominent teal-colored section with a red emergency stop button and a yellow button. The background is slightly blurred, showing more of the industrial environment.

„Das Unternehmen der Zukunft ist für KMU ein Orientierungsrahmen, um die wesentlichen Handlungsfelder zu berücksichtigen, die wichtig für die eigene Zukunftsfähigkeit sind“

Magdalena Förster - Fraunhofer IEM

© OstWestfalenLippe GmbH

3 TECHNOLOGIE- UND TRENDRADAR

Die wichtigsten Themen im Überblick

Um das volle Potenzial von Innovationen zu heben, ist es wichtig, einen Überblick über aktuelle und zukünftige Entwicklungen in der Wirtschaft zu haben. Diese technologischen Entwicklungen und ihr Einfluss auf Unternehmen werden in zahlreichen Studien, Berichten und Veröffentlichungen von verschiedensten Autor:innen und Institutionen beschrieben. Hier einen Überblick zu behalten und die Auswirkungen der verschiedenen Trends wirklich zu verstehen, ist nicht leicht. Mit Hilfe eines Technologie- und Trendradars können diese Entwicklungen kompakt und übersichtlich aufbereitet, inhaltlich eingeordnet und verständlich erläutert werden. Mittels kurzer Steckbriefe und Erklärungen zu jeder Technologie wird ein Grundverständnis vermittelt, das eine Einordnung der Entwicklungen und ihrer individuellen Bedeutung möglich macht.

Der Fokus wird hierbei auf Entwicklungen gelegt, die für kleine und mittelständische Unternehmen eine hohe Relevanz aufzeigen. Hierzu wurden von den Expert:innen verschiedene Technologie- und Trendradare, aber auch diverse andere Studien und Berichte herangezogen und mit Blick auf die Situation von KMU analysiert. Die Ergebnisse werden auf den folgenden Seiten des Technologie- und Trendradars des Mittelstand-Digital Zentrums Ruhr-OWL beschrieben:

Der Technologie- und Trendradar gliedert sich in acht verschiedene Bereiche. Sie bilden die in Kapitel 2 beschriebenen Kern- und Querschnittsaktivitäten eines Unternehmens der Zukunft ab. Insgesamt wurden 60 Technologien und Trends identifiziert. Diese wurden neben einer Zuordnung zu den verschiedenen Bereichen auch hinsichtlich einer zeitlichen Komponente bewertet. Kurzfristige Technologien sind dabei häufig heute

schon in zahlreichen KMU im Einsatz und haben somit auch bereits eine hohe Bedeutung in verschiedenen Unternehmen. Mittelfristige Trends und Technologien sind oftmals noch Gegenstand anwendungsorientierter Forschung und befin-

SERVICES

- 1.1 Everything-as-a-service
- 1.2 Remote Services
- 1.3 Augmented Reality im Service
- 1.4 IoT und Service Plattformen
- 1.5 Customer Data Management
- 1.6 Service Tool Fleet Management
- 1.7 Over-the-Air Updates

WERTSCHÖPFUNGSKETTEN UND -NETZWERKE

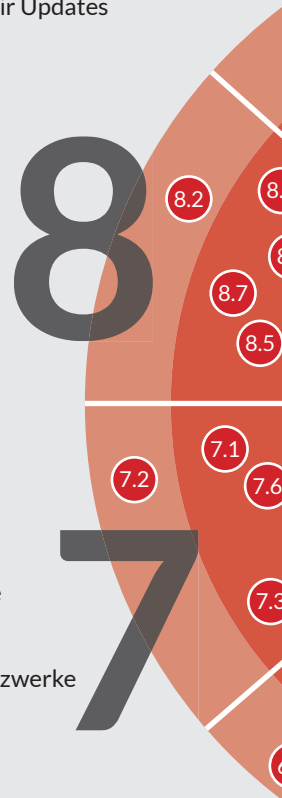
- 8.1 Digitale Plattformen/Plattform-ökonomie/ Digitale Ökosysteme
- 8.2 Blockchain
- 8.3 Interoperabilität
- 8.4 Virtuelle Steuerung
- 8.5 Green Logistics
- 8.6 Künstliche Intelligenz in Wertschöpfungsketten
- 8.7 Automated Warehouse
- 8.8 Marketplace/E-Commerce

STRATEGIE

- 7.1 Nachhaltige Geschäftsmodelle
- 7.2 Resilienz
- 7.3 Transparenz
- 7.4 Resiliente Wertschöpfungsnetzwerke
- 7.5 Innovationsmanagement/ Innovationsstrategie
- 7.6 Co-Creation

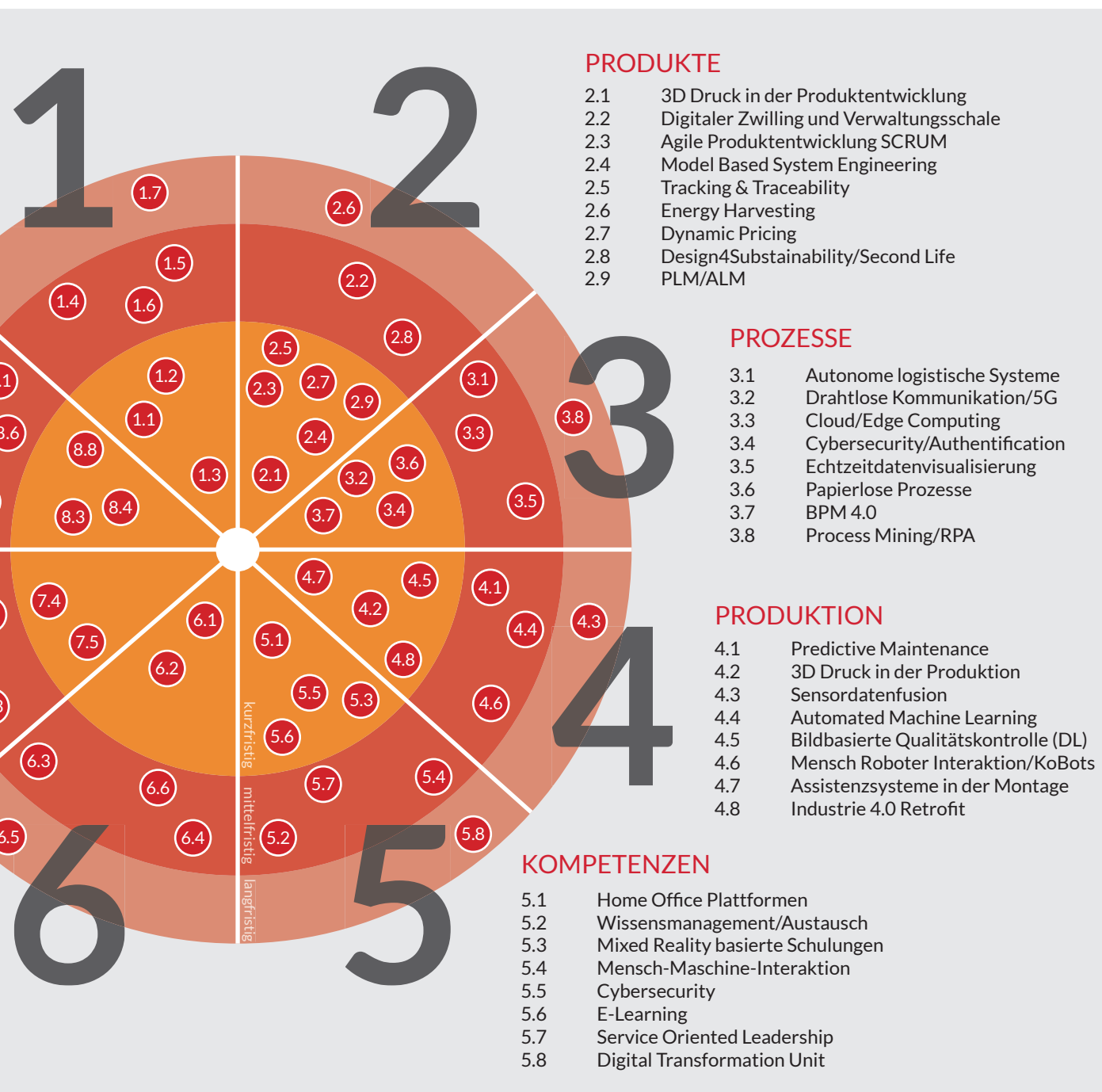
KULTUR & ORGANISATION

- 6.1 Agiles Arbeiten
- 6.2 Lern- und Beratungskultur
- 6.3 Diversity Management
- 6.4 Anywhere Operations
- 6.5 Total Employee Experience
- 6.6 Start-in



den sich nur vereinzelt und pilotiert in der industriellen Anwendung wieder. Dennoch nimmt die Bedeutung dieser vermehrt zu. Als langfristige Technologien und Trends sind Entwicklungen zu sehen, die aktuell vor allem in ihren Grundlagen erforscht werden und deren praktische Anwendung aktuell noch unklar bzw. nicht bewertbar ist. Dennoch können auch diese Entwicklungen in Zukunft eine wichtige Rolle spielen - auch für kleine und mittlere Unternehmen. Aus diesem Grund werden auch solche Entwicklungen aufgeführt.

Jeder Kern- und Querschnittsaktivität des Unternehmens der Zukunft wird auf mehreren Seiten entsprechend Raum gegeben. Auf den jeweiligen Seiten findet sich auch eine grafische Darstellung der dem jeweiligen Bereich zugeordneten Technologien und Trends, sowie deren zeitliche Bewertung. Kurze Erläuterungstexte tragen zum Verständnis und zur individuellen Einordnung der jeweiligen Technologie bzw. des jeweiligen Trends bei.

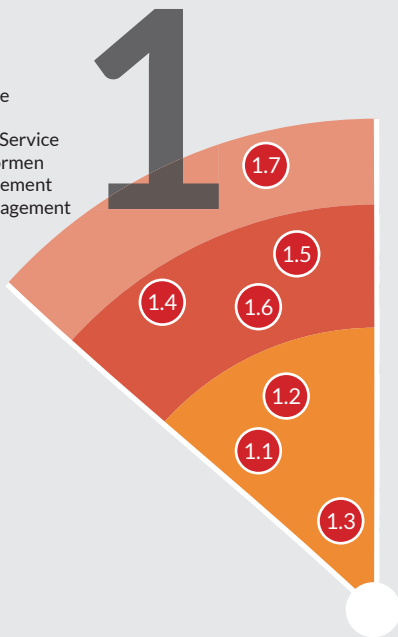


3.1 SERVICES

Leistungen für eine starke Kundenorientierung

SERVICES

- 1.1 Everything-as-a-service
- 1.2 Remote Services
- 1.3 Augmented Reality im Service
- 1.4 IoT und Service Plattformen
- 1.5 Customer Data Management
- 1.6 Service Tool Fleet Management
- 1.7 Over-the-Air Updates



Unter Services werden zunächst Leistungen eines Unternehmens verstanden, die vor oder nach dem Kauf von Produkten sowie zur Wartung und Instandhaltung dieser angeboten werden. Services sind Kernaktivitäten von Unternehmen, die durch digitale Technologien einen Wandel erleben. Mittels Zusammenführung und einer intelligenten Weiterverarbeitung der Daten ergeben sich zahlreiche differente Möglichkeiten zusätzlicher intelligenter Dienstleistungen.¹ Dadurch kann das Leistungsangebot eines Unternehmens in vielfältiger Weise erweitert werden. In vielen Fällen erfolgt die Bereitstellung der Services über Serviceplattformen.² Zudem eröffnen sich neue Potenziale, um auf (individuelle) Kundenwünsche einzugehen.³

Everything-as-a-service

Everything-as-a-Service (kurz XaaS oder EaaS) ist ein Sammelbegriff für Cloud-Dienstleistungen.⁴ Dabei werden die genutzten Dienste über das Internet bereitgestellt und nicht im unternehmens-

zugehörigen Datenzentrum verwaltet. Die bislang bestehenden Dienstleistungsangebote lassen sich insbesondere den Kategorien Software-as-a-Service (SaaS), Infrastructure-as-a-Service (IaaS) oder Platform-as-a-Service (PaaS) zuordnen. SaaS stellen Webanwendungen dar, die auf Grundlage einer Cloud-Infrastruktur zur Verfügung gestellt werden.⁵ IaaS umfassen vor allem die Anwendungsbereiche Rechenleistungen, Speicher, Archiv und Netzwerkinfrastruktur⁶ wie bspw. die IBM Smart Cloud Enterprise.⁷ PaaS beschäftigen sich mit vor-konfigurierten IT-Systemen, wobei Microsoft Azure als Beispiel angeführt werden kann.⁸ Der Nutzen liegt vor allem bei verbesserten Prozessabläufen, sowie Zeitersparnis, aber auch die Zusammenarbeit in Echtzeit birgt Effizienzpotenziale. Das Outsourcing der Cloudlösungen verringert den Verwaltungsaufwand, der durch Wartung und Updates des Serviceproviders entsteht.⁷

Remote Services

Remote Services beschreiben die ortsunabhängige Bereitstellung von technologischen Dienstleistungen, um Störungen zu beheben und zu minimieren.⁸ Dabei werden die Bereiche Ferndiagnose, Fernadministration und Software-Updates abgedeckt. Die Ferndiagnose erfordert den Einsatz von Zugangs- und Kontrolltechnologien, die den Zugriff auf zu verändernde Kundensysteme ermöglichen.⁹ Dadurch wird eine interaktive Beziehung zwischen Anbieter und Kunde ermöglicht, da Remote Services die persönliche Interaktion im Dienstleistungsprozess durch technologische Mediation ersetzen. Anwendungsgebiete liegen vor allem im Bereich komplexer IT-Anwendungen sowie in der Überwachung und Steuerung von Maschinen. Remote Services zeichnen sich durch eine flexible, externe Unterstützung aus, sodass die Ausfallzeit möglichst verkürzt wird.⁹

Augmented Reality im Service

Bei komplexen Wartungs- oder Reparaturarbeiten kann der Einsatz von Augmented Reality (AR) bei der Visualisierung versteckter Bauteile helfen.¹⁰ Mithilfe von Computer-Vision-Technologien kann durch die Kamera eines Smartphones oder Tablets die Anordnung der Maschinenteile erkannt werden.¹¹ Daraufhin werden Arbeitsanleitungen sowie möglicherweise benötigtes Spezialwerkzeug auf dem mobilen Endgerät angezeigt, wie auch eine Vorschau eines möglichen Arbeitsablaufs. AR als Mensch-Maschine-Schnittstelle bietet dadurch vor allem den Vorteil des kosten- und zeiteffizienten Arbeitens.¹¹

IoT- und Service-Plattformen

IoT- und Service-Plattformen schaffen eine wesentliche Basis, um Kunden digitale Dienste zur Verfügung zu stellen. Durch das Internet der Dinge (Internet of Things – kurz: IoT) werden Produkte und Prozesse sowie Infrastruktur miteinander vernetzt. Maschinen, Fahrzeuge und Anlagen können durch IoT-Lösungen kontinuierlich Daten sammeln, welche auf IoT-Plattformen zusammengeführt und analysiert werden. Diese Datenanalyse liefert die Basis für die Entwicklung von neuen Services, sogenannten Smart Services.¹²

Customer Data Management

Customer Data Management beschreibt das Sammeln, Verwalten und Analysieren von Kundendaten.¹³ Dieses Vorgehen eröffnet Einblicke in das Verhalten der Kunden, sodass Marketingmaßnahmen daran angeknüpft und weiterentwickelt werden können.¹⁴ Darüber hinaus ermöglicht die Fusion der Datenanalyse mit Komponenten der Marktforschung, Kundenverhalten offenzulegen und wiederum zu prognostizieren. Kundendaten werden dabei systematisch analysiert, um herauszufinden, welche Personengruppen spezifische Produkte kaufen, mit welchen Kunden Gewinne erzielt werden können sowie die Loyalität der Kunden zu bestimmen.¹⁴ Dies ist auch die entsprechende Grundlage, um Services

zur Kundenbindung und für personalisierte Werbung anzubieten. Wenn das Einkaufsverhalten der Kunden identifiziert wurde, kann das Unternehmen den Kunden individuell ansprechen, jede Customer Experience individuell gestalten und somit erweiterte bzw. verbesserte Serviceleistungen bieten.¹⁵

Service Tool Fleet Management

Service Tool Fleet Management beschreibt das Angebot eines softwarebasierten, zentralen Gerätemanagements für Kunden, das eine Erweiterung des eigentlichen Produktportfolios ermöglicht. Durch den Einsatz von digitalen Technologien können Geräte und Maschinen transparent verwaltet sowie Nutzungsdaten gesammelt und analysiert werden. Dies gibt den Kunden die Möglichkeit, den Standort der Tools zu ermitteln, die Nutzung der Tools zu dokumentieren, eine gezielte Einsatzplanung der Tools zu koordinieren oder auch die Auslastung und den Verschleiß zu überwachen. Dies unterstützt den Kunden dabei, Effizienz und Produktivität zu steigern, Rechtsvorschriften einzuhalten und Risiken zu senken.¹⁶

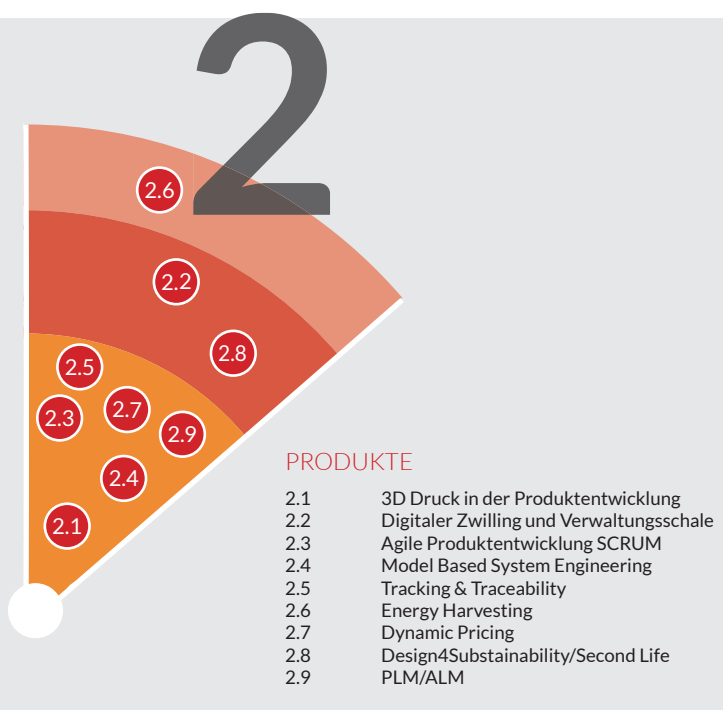
Over-the-Air-Updates

Over-the-Air-Updates (oder auch kurz OTA) bietet eine Möglichkeit, Updates drahtlos zu übertragen. Dieses Angebot ist für Unternehmen notwendig, da durch die schnelle Entwicklung der Digitalisierung ebenfalls eine schnelle Reaktion auf Fehler (Fehlerbehebungen) und Erweiterungen des Angebots (Softwareerweiterungen) notwendig geworden ist. Das Aufsuchen eines Händlers oder die direkte Verbindung zu einem anderen Gerät über bspw. ein Kabel sind hierbei nicht erforderlich. Durch Over-the-Air-Updates lassen sich z. B. Aktualisierungen einer Software über Funkschnittstellen oder WLAN unkompliziert durchführen. Die Verfügbarkeit der Updates wird signifikant erhöht. Ferner sind Sicherheitserweiterungen und Funktionsverbesserungen möglich. Durch Analysen von Daten bietet sich Anbietern von Produkten eine neue Möglichkeit, schneller auf Fehler zu reagieren und diese unkompliziert zu beheben.¹⁷

3.2 PRODUKTE

Effiziente Entwicklung, innovative Anwendungen

Die Herstellung von Produkten als eine der Kernaktivitäten eines Unternehmens führt idealerweise zu qualitativ hochwertigen Ergebnissen, für die Kunden zu zahlen bereit sind und so dem Unternehmen Umsatz generieren. Die Entstehung von Produkten verläuft gewöhnlicherweise entlang eines Produktentstehungsprozesses, der in unterschiedliche Phasen unterteilt ist. Diese Phasen umfassen den ganzen Lebenszyklus von der Ideenfindung über die Planung und Konzeption/Konstruktion, Prototypenerstellung, Vorserien- und Serienproduktion bis hin zum Recycling bzw. zur Entsorgung des Produkts. Einige Technologien beeinflussen zukünftig den Produktentstehungsprozess sowie die Produkteigenschaften von Produkten. Diese werden im Folgenden dargestellt.



3D-Druck in der Produktentwicklung

Technologien des 3D-Druckens werden deshalb Rapid Prototyping genannt, weil sie zu einer schnellen Herstellung von Prototypen genutzt werden können. Alle Verfahren kennzeichnen sich dadurch, dass sie ohne Einsatz von Werkzeugen im freien Raum schichtweise 3D-Geometrien von hoher Komplexität fertigen können. Im häufigsten Verfahren - dem Fused-Deposition-Modelling - werden Kunststoffstränge wie PLA über eine Rolle zugeführt, aufgeschmolzen und schichtweise auf ein beheiztes Druckbett aufgetragen. Bekannt sind auch pulverbasierte Verfahren wie das Selective Laser Melting oder Selective Laser Sintering, in denen Metall- oder Kunststoffpulver schichtweise auf ein Bett aufgetragen und über einen Laser aufgeschmolzen werden. In der Stereolithografie werden Kunstharze ebenfalls schichtweise über UV-Licht ausgehärtet. Mittlerweile können Konstruktionszeichnungen, CAD-Modelle etc. in Community-Plattformen gefunden und direkt auf 3D-Drucker gespielt werden, so dass die Herstellung von Produkten zusätzlich verkürzt wird. Der Einsatz dieses Verfahrens skaliert sich mittlerweile nicht nur von Prototypen, sondern auch in der Kleinserien- oder Individualproduktfertigung und findet Einsatz in diversen Wirtschaftsbereichen wie bspw. dem Bau von Häusern, der Flugzeugherstellung, der Ersatzteilerfertigung oder der Medizintechnik.

Digitaler Zwilling und Verwaltungsschale

Der digitale Zwilling ist gemäß Industrial Internet Consortium und Plattform Industrie 4.0 als digitale Repräsentation definiert, die ausreicht, um die

Anforderungen einer Reihe von Anwendungsfällen zu erfüllen.¹⁸ Dabei ist der digitale Zwilling das digitale Abbild eines realen Assets, Prozesses oder Systems. Der Inhalt dieses Abbilds richtet sich jedoch nach dem Anwendungsfall; allgemein werden aber Merkmale und Verhaltensweisen der abzubildenden Entität gespeichert. Folglich kann die Verwaltungsschale als die Umsetzung des digitalen Zwillings für Industrie 4.0 angesehen werden.¹⁹ Sie schafft ein standardisiertes Informationsmodell, indem Merkmale eines Gegenstands in einem standardisierten Vokabular festgehalten werden. Diese Standardisierung ermöglicht zum einen eine herstellerübergreifende Interoperabilität und zum anderen die Interpretation der Merkmale von Maschinen.²⁰ Die Verwaltungsschale soll eingesetzt werden, um den gesamten Lebenszyklus von Produkten aller Art abzubilden, wodurch durchgängige Wertschöpfungsketten ermöglicht werden.

Agile Produktentwicklung SCRUM

Während Produkt- oder Softwareentwicklungsprojekte jahrzehntelang nach dem Wasserfallprinzip entwickelt wurden - also Phasen hintereinander abgearbeitet wurden - betrachtet die Agile Produktentwicklung nach SCRUM einen iterativeren Ansatz. SCRUM ist demnach ein Vorgehensmodell für innovatives Produkt- und Projektmanagement. Anstelle festgelegter Phasen der Entwicklung wird unter SCRUM mit Sprints gearbeitet, in denen man Teilaspekte erarbeitet. In daily SCRUMS stimmt sich ein Team von Entwickler:innen in kurzen Zyklen ab. Rollen und Verantwortlichkeiten sind für den Entwicklungsprozess fest definiert. Durch SCRUM wird die Entwicklung und Projektdurchführung agiler und schlanker, Fehler werden früher erkannt und die Qualität kann dank des iterativen Vorgehens optimiert werden.²¹

Model Based Systems Engineering (MBSE)

Beim modellbasierten Systems Engineering (MBSE) handelt es sich um eine formalisierte Anwendung von Modellen zur Unterstützung von Systemanforderungs-, Analyse-, Design-, Verifikations- und Vali-

dierungsaktivitäten von Beginn der konzeptuellen Architekturphase über die Entwicklung bis zu den späteren Phasen des Systemlebenszyklus.²² Das durch die Modelle gegebene Systemverständnis kann zudem bei der Produktentstehung (Anforderungen, Architektur und Testung) unterstützend wirken.²³ Für die Entwicklung komplexer Systeme stellt insbesondere die Modellierung eine Schlüsselrolle dar, da eine Person alleine nicht in der Lage ist, die Komplexität mit all ihren interdisziplinären Abhängigkeiten zu bewältigen.²⁴ Der Einsatz von digitalen Systemmodellen, die das System visualisieren, alle Informationen konsistent zusammenhalten und nur die für einen definierten Zweck relevanten Attribute berücksichtigen, hilft somit, einen Überblick über das komplexe System zu erhalten, Zusammenhänge zu verstehen und alle definierten Anforderungen zu erfüllen.²⁵

Tracking & Traceability

Im Zuge der erhöhten Anforderungen an nachhaltige Produktherstellung und die ethisch und sozial vertretbare Ausgestaltung von Lieferketten werden Technologien zur Rückverfolgbarkeit von Produkten zunehmend wichtiger. Doch auch die Lokalisierung von Material, Personal und Produkten innerhalb einer Fabrik gestaltet sich häufig als schwierig und verursacht hohe Suchaufwände. Lösungen für beide Herausforderungen sind daher für Unternehmen sehr interessant. Individuelle Datenträger am Produkt wie QR-Codes, Barcodes, Seriennummern oder RFID-Chips ermöglichen zum einen, Informationen zum Produkt zu speichern, und zum anderen die Produkte zu lokalisieren. Informationen zum Produkt können bspw. in Form eines digitalen Zwillings in einer Verwaltungsschale abgespeichert sein. Aktuell wird viel über den digitalen Produktpass diskutiert, der Informationen wie z.B. Material, Herstellparameter und Herkunft mit sich führt. Die Lokalisierung von Produkten hingegen erfordert eine Abfrage bzw. ein Empfangsgerät für funkbasierte Signale. Hier können Technologien wie GPS oder LoRaWAN im freien Feld genutzt werden. In der Fabrik gibt es Indoor-Lokalisierungstechnologien, die über RFID

Gates Material bestimmten Bereichen zuordnen können oder Hardware-Sender wie Beacons, die an bestimmten Geräten oder Paletten befestigt sind und über Bluetooth (BLE) ihre Positionsdaten an Empfangsgeräte weitergeben.

Energy Harvesting

Bei thermischen und mechanischen Prozessen wird viel Energie freigesetzt, die ungenutzt bleibt. Energy Harvesting befasst sich mit dem Potenzial, diese freigesetzte Energie zu ernten und wieder für den Verbrauch zurückzuführen.²⁶ Quellen können Vibrationen an Geräten, Maschinen oder Bauwerken oder Temperaturunterschiede zwischen Rohren, Leitungen, Heizkörpern oder Ventilen sein, deren Energie über elektrische Schaltungstechnik wieder kleinen elektrischen Verbrauchern zur Verfügung gestellt werden kann.

Dynamic Pricing

Dynamic Pricing beschreibt die algorithmische Anpassung von Produktpreisen an den aktuellen Marktbedarf. Verschiedene Faktoren wie Angebot und Nachfrage, Wettbewerb etc. werden in die Preisgestaltung miteinbezogen. Die Preise werden automatisiert und ohne Rückkopplung mit dem Händler angepasst. Diese Preispolitik kommt besonders im Onlinehandel zum Einsatz, bspw. bei Fluggesellschaften oder Hotels.²⁷

Design4Sustainability/ Second Life

Im Produktdesign sind Funktionalitäten und Features vorgegeben, die eine spätere Nutzung stark beeinflussen können. So sind Konzepte wie PDA - product design for assembly - bereits seit einigen Jahren bekannt und erklären, wie stark das Produktdesign die spätere Montage teilweise verkompliziert und somit unnötig verteuert. Ähnliche Konzepte entstehen aktuell für die Nachhaltigkeit von Produkten.²⁸ Hierbei sind die Fragen zentral, wie das Produkt die Nachhaltigkeit, das Ökosystem und Klima positiv beeinflussen und wie man eine möglichst hohe Wiederverwert- oder -verwend-

barkeit erzielen kann.²⁹ Wie sieht das End-of-Life eines Produktes aus? Die Auswahl des Materials, die Recyclefähigkeit der Einzelkomponenten, die Möglichkeiten der Demontage in Einzelbestandteile sowie die biologische Abbaufähigkeit sind einige Punkte, die die Nachhaltigkeit des Produkts beeinflussen. Schon in der frühen Phase der Produktgestaltung werden diese Faktoren festgelegt. Idealerweise mündet das Design eines Produkts in einen zirkulären Lebenszyklus, der ein Recycling, eine Abbaubarkeit oder eine Wiederverwendbarkeit vom Produkt und/ oder Einzelkomponenten vorsieht.

PLM/ALM

Die Entstehungsprozesse mechatronischer Produkte und Systeme sind typischerweise in Hardware- und Softwareentwicklungsprozesse getrennt.³⁰

Product Lifecycle Management (PLM) adressiert die Entwicklung der Hardware (Mechanik, Elektrotechnik/Elektronik) eines Produkts/eines Systems. Im Vordergrund stehen Themen wie die Konstruktion, das Verwalten von Stücklisten, das Variantenmanagement und weitere.

Application Lifecycle Management (ALM) adressiert die Entwicklung der Software (Firmware, App) eines Produkts/eines Systems. Im Vordergrund stehen Themen wie die Implementierung, das Anforderungsmanagement, das Versionsmanagement und weitere.

Aufgrund der rasch voranschreitenden Digitalisierung von Produkten und Systemen müssen gesamtheitliche Konzepte erarbeitet werden, wie PLM und ALM optimal kooperieren. Dies gewährleistet die Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit bei steigender Komplexität von Produkten und Systemen. Diesem Themengebiet widmet sich das Forschungsfeld der PLM/ALM-Integration.

3.3 PROZESSE

Bereit für die Industrie 4.0

In Unternehmen läuft tagtäglich eine Vielzahl von Prozessen ab, wie z.B. im Wareneingang, in der Produktion oder der Rechnungsstellung. Die Digitalisierung all dieser Prozesse ist im Rahmen der Umsetzung von Industrie 4.0 ein zentraler Baustein. Mithilfe von digitalen Technologien können Unternehmen ihre Prozesse effizienter und transparenter gestalten. Papierlose Prozesse der Rechnungsstellung können z.B. Kosten für Papier und Porto einsparen.

Autonome logistische Systeme

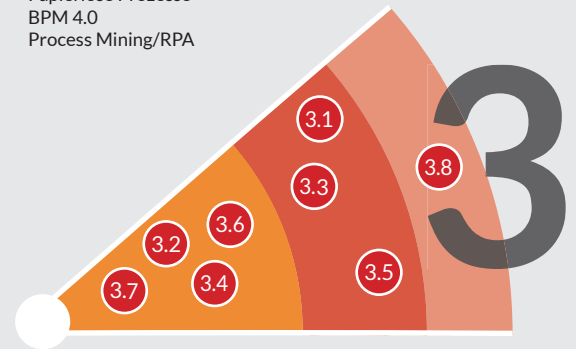
Tradierte Infrastrukturen in der Intralogistik sind häufig weder schnell noch modular oder skalierbar. Mit der Entwicklung einer neuen Klasse von autonomen Transportfahrzeugen können eine Vielzahl logistischer Prozesse durch besonders hohe Geschwindigkeiten und erhöhte Flexibilität abgebildet werden. Mit dem schwarmintelligenten Loadrunner®, einem hocheffizienten und modularen Transportfahrzeug, existiert z.B. am Fraunhofer IML in Dortmund ein Anwendungskonzept, das über eine hohe Fahrdynamik bei gleichzeitig maximaler Autonomie verfügt.³¹

Drahtlose Kommunikation/5G

Drahtlose Kommunikation stellt einen essenziellen Eckpfeiler heutiger und zukünftiger Technologieevolutionen dar. Auch im industriellen Kontext ist in umfassend modularisierten Fabriken z.B. beim Einsatz von fahrerlosen Transportsystemen eine drahtlose Kommunikation unverzichtbar. Auch wenn heute im Zuge dessen vor allem WLAN eingesetzt wird, werden in Zukunft z.B. auch Mobilfunk-Technologien in Fabriken eine wichtige Rolle spielen. Die drahtlose Kommunikation sollte dabei nicht allein

PROZESSE

- 3.1 Autonome logistische Systeme
- 3.2 Drahtlose Kommunikation/5G
- 3.3 Cloud/Edge Computing
- 3.4 Cybersecurity/Authentication
- 3.5 Echtzeitdatenvisualisierung
- 3.6 Papierlose Prozesse
- 3.7 BPM 4.0
- 3.8 Process Mining/RPA



5G, sondern mehrere Technologien umfassen.³²

Cloud/Edge Computing

Im Zuge der Digitalisierung fallen eine Vielzahl von Daten an. Um diese enormen Datenmengen zu speichern und auszuwerten, hat sich in den letzten Jahren das Cloud Computing etabliert. Cloud Computing bezeichnet dabei ein IT-Modell, das mehr als das reine Computing – also die Nutzung von Rechenleistung – umfasst. Neben Rechenleistung und Speicherkapazitäten (Infrastructure-as-a-Service) zählt auch die Bereitstellung von Plattformen mit Mehrwertdiensten (Platform-as-a-Service) oder die Nutzung von Software in vielen verschiedenen Ausprägungen (Software-as-a-Service) dazu.³³ Im Zuge immer weiterer digitaler Prozesse ist die Cloud aber zunehmend nicht schnell und effektiv genug. Hier kann mit Edge Computing ein Verfahren eingesetzt werden, bei dem Daten, Services und Anwendungsinformationen unmittelbar an die logische „Randstelle“ (Edge) eines Netzwerks verlagert

werden und so der aufwendige Weg zur und von der Cloud entfällt.³⁴

Cybersecurity/Authentication

Im Zuge fortschreitender Digitalisierung innerhalb von Unternehmen (Digitale Prozesse etc.) werden das (industrielle) Internet der Dinge und die zugehörigen IT-Infrastrukturen immer mehr zum Nervensystem für zukünftige Wertschöpfung im industriellen Kontext. Hierbei ist es von enormer Bedeutung, dass diese Systeme zukünftig vor unerlaubten Zugriffen geschützt werden, da das Bedrohungspotenzial von Cyberattacken deutlich steigt. Der Aufbau eines Sicherheitsbewusstseins und das Ergreifen von Gegenmaßnahmen in Form von Cybersecurity ist daher von enormer Bedeutung. Die IoT-Authentifizierung ist beispielsweise ein Modell zum Aufbau von Vertrauen in die Identität von IoT-Maschinen und -Geräten, um Daten zu schützen und den Zugriff zu kontrollieren, wenn Informationen über ein ungesichertes Netz wie das Internet übertragen werden.³⁵

Echtzeitdatenvisualisierung

Moderne Messtechnik liefert immer präzisere Messdaten, die heute zunehmend maschinell interpretiert werden.³⁶ Durch die zunehmende Menge an Daten sind die schnelle Visualisierung, Analyse und Interpretation dieser Daten von enormer Bedeutung, um fundierte Entscheidungen treffen zu können. Datenvisualisierungen können in diesem Kontext helfen, da visuelle Darstellungen oft leichter zu verstehen sind. Echtzeitdatenvisualisierung visualisiert Daten noch schneller und hilft, Entscheidungen noch besser treffen zu können, indem Daten in Echtzeit in visueller Form z.B. in Form von verschiedenen Diagrammtypen durch die Anwender:innen ausgewertet werden können.³⁷

Papierlose Prozesse

Papierlose Prozesse werden oft als ein Grundstein der Digitalisierung in Unternehmen angesehen. Denn der Verzicht auf Papier und die Umwandlung

von Informationen, die das Papier enthält, in elektronische Geschäftsprozesse ist für Unternehmen eine Chance, die Digitalisierung im Unternehmen ganz konkret anzugehen. Und da durch papierbasierte Prozesse und daraus resultierenden Medienbrüche oftmals intransparente und fehleranfällige Prozesse entstehen, ist die Digitalisierung von papierbasierten Prozessen (z.B. durch den Einsatz von Tablets) ein wesentlicher Schritt, durch den die Prozesseffizienz enorm gesteigert werden kann.

BPM 4.0

Mit Technologien und Anwendungen aus dem Kontext von Industrie 4.0 werden bestehende Produktionsprozesse effektiver und lassen sich kosteneffizienter gestalten. Wesentlicher Erfolgsfaktor hierbei ist, dass ein professionelles Geschäftsprozessmanagement (Business Process Management, kurz BPM) die Organisation bzw. das Unternehmen auf disruptive Veränderungen vorbereitet und dabei von allen wichtigen Stakeholdern getragen wird.

Process Mining/RPA

Neben der Planung, der Modellierung und der Durchführung ist das Überwachen und die Dokumentation von Prozessen ein weiterer wesentlicher Bestandteil des Prozessmanagements. Mittels Process Mining können die in den IT-Systemen anfallenden Prozessinformationen analysiert werden, um daraus wichtige Erkenntnisse über die tatsächlichen Abläufe zu gewinnen und die eigenen Geschäftsprozesse zu optimieren. Zu diesem Zweck existiert bestimmte Process Mining Software, die Datensätze analysiert und daraus Grafiken und Statistiken erstellt. Mithilfe der Software kann so ermittelt werden, wie der Prozess in der Praxis genutzt wird und ob er überhaupt so funktioniert, wie es sich das Unternehmen wünscht. Aufbauend auf diesen Analysen kann dann in einem nächsten Schritt durch Robotic Process Automation (RPA) intelligente Prozessautomatisierung implementiert werden, die dazu führt, dass manuelle und wiederkehrende Tätigkeiten automatisiert und bis zu zehnmal schneller ausgeführt werden.

3.4 PRODUKTION

Effizienter Ressourceneinsatz für beste Ergebnisse

Die Produktion ist eine Kernaktivität von produzierenden Unternehmen. In der Produktion werden viele Ressourcen wie Anlagen, Systeme, Energie und Mitarbeiter:innen eingesetzt. Die Gestaltung von Prozessen entscheidet über den effizienten Einsatz dieser Ressourcen zum Zweck der Herstellung von Produkten und Lösungen. Doch auch technologische Innovationen nehmen starken Einfluss auf die Effizienz und Effektivität von Unternehmen. So genannte Industrie-4.0-Technologien fokussieren seit einiger Zeit Lösungen rund um die Produktion und Mehrwerte durch vernetzte, wandlungsfähige und datenbasierte Fertigung. Doch auch weitere Anforderungen wie die ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit fließen zunehmend in die Produktion und dortige Technologiegestaltung ein. Einige der Technologieentwicklungen und Trends werden hier aufgeführt:

Predictive Maintenance

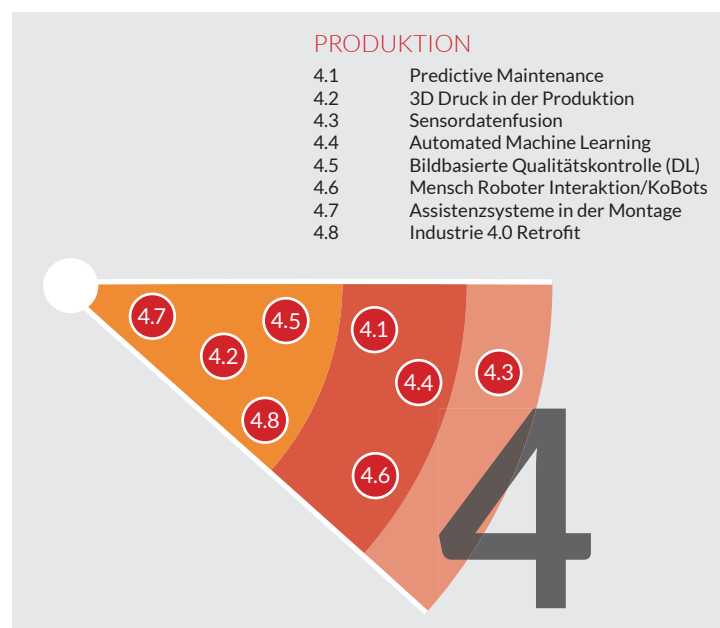
Die Wartung und Instandhaltung von Maschinen ist ein ressourcen- und kostenintensiver Prozess für jedes Unternehmen, denn neben Stillstandzeiten, die Produktionsausfälle verursachen, muss häufig geschultes Personal kurzfristig eingesetzt werden. Technologien der künstlichen Intelligenz wie bspw. maschinelle Lernverfahren können Daten von Anlagen analysieren und das Anlagenverhalten auf Anomalien untersuchen. Daraus kann der Algorithmus auf das potenzielle Anlagenverhalten in der Zukunft schließen und auf mögliche Ausfälle frühzeitig vorbereiten. So können Ausfälle aufgrund frühzeitiger Gegenmaßnahmen vermieden oder rechtzeitig Ersatzteile besorgt werden.³⁸

3D-Druck in der Produktion

Ergänzend zu dem bisherigen Einsatz in der Erstellung von Prototypen finden die auf den vorherigen Seiten dargestellten Verfahren des 3D-Drucks zunehmend Einsatz in der Fertigung von Kleinserien und Individualprodukten. Mit Hilfe von digitalen Produktkatalogen können schnell unterschiedliche CAD/CAM-Modelle auf 3D-Drucker übertragen und so neue Produkte gefertigt werden. 3D-Druck lässt sich auf diese Weise in die Produktion von Kleinserien und Individualprodukten sehr gut integrieren. Mittlerweile ermöglichen Anlagen, die auch Granulate anstelle von Filamenten drucken können, die einfache Integration von 3D-Druck in Spritzgussbetriebe.³⁸

Sensordatenfusion

Sensoren erfassen Daten aus Prozessen und senden diese Daten aktiv oder passiv an Empfänger,



die diese Daten für Auswertungen nutzen und Anwender:innen Ergebnisse als Entscheidungsgrundlage zur Verfügung stellen. Hierbei kann es jedoch geschehen, dass der Sensor falsche Signale ausgibt, weil er einen Defekt hat oder die Stromversorgung nicht gesichert ist. Durch Sensorfusion lässt sich vermeiden, dass aufgrund eines falschen Sensorsignals falsche Entscheidungen getroffen werden. Dazu werden Sensordaten von mehreren unterschiedlichen Sensoren aggregiert und in einer Software gemeinsam ausgewertet. Falsche Sensorwerte können aufgrund der fusionierten Analyse als Bias kategorisiert werden. Auf diese Weise werden die Ergebnisse einer Auswertung valider und resilienter.³⁸

Automated Machine Learning

Maschinelle Lernverfahren werden eingesetzt, wenn große Datenmengen bspw. aus Produktionsanlagen automatisierte Auswerte- und Analyseverfahren ermöglichen. Hierbei eignen sich Daten aus den Prozessen, wie Leistungsparameter, Druckverläufe und Bilddaten, die in kurzen Frequenzen aufgenommen und mit Zeitstempeln und weiteren Labels versehen werden. Diese Daten kann man dann mit überwachenden, unüberwachten oder verstärkenden Lernverfahren maschinell auswerten. Ziel des Einsatzes dieser Lernverfahren sind Optimierungen und die maschinelle Unterstützung der Prozesse, bspw. Bei der Sortierung von Gut- und Schlechtteilen.³⁸

Bildbasierte Qualitätskontrolle (DL)

In der so genannten End-Of-Line-Kontrolle werden die Produkte auf Produktionsfehler geprüft und aussortiert. Um diesen aufwendigen und monotonen Prozess zu automatisieren, werden zunehmend Kameras eingesetzt. Mit Hilfe von tiefen Lernverfahren können immer komplexere Produkte in ihrer Güte bewertet und sortiert werden. Um den Ausschuss zu verringern, lassen sich Ergebnisse der Qualitätskontrolle auf die Prozessparameter der Herstellung zurückführen und der Prozess für ein bestmögliches Ergebnis justieren.³⁸

Mensch-Maschine-Interaktion/ KoBots

Durch die zunehmende Technisierung der Arbeitsumgebung kommt der Mensch vermehrt in Kontakt mit Maschinen. Diese Überschneidung der Lebens- und Arbeitsbereiche von Mensch und technischem System und die damit verbundene Kollaboration wird als Mensch-Maschine-Interaktion bezeichnet. Es werden psychologische Auswirkungen auf den Menschen durch diese Interaktion erforscht sowie technische Systeme konzipiert, um die Kollaboration möglichst ergonomisch und psychisch positiv zu gestalten. Beispiele für Mensch-Maschine-Interaktionen sind kollaborative Roboter (KoBots) oder die Gestaltung von Nutzeroberflächen in Applikationen.³⁸

Assistenzsysteme in der Montage

In der Montage werden insbesondere im Maschinenbau oder in der Elektronikfertigung Baugruppen oder Produkte manuell gefertigt. Assistenzsysteme können diesen Montageprozess technisch unterstützen, bspw. durch Lichtsignale (Pick-by-Light), die Projektion von Montageanleitungen (Augmented Reality) oder das Tracking von Schrauben. Ziel des Einsatzes von Assistenzsystemen in der Montage ist oft die Optimierung der Qualität, die Erweiterung der Produktvarianz oder die Verkürzung der Anlernzeiten von neuen Mitarbeiter:innen.³⁸

Industrie 4.0 Retrofit

Da in der Industrie häufig noch ältere Bestandsanlagen eingesetzt werden und neue digitale Maschinen häufig teuer sind, bieten Retrofitkonzepte die Möglichkeiten, bestehende Systeme weiterzuentwickeln und anzubinden.³⁹ Dies geschieht häufig durch die Nachrüstung mit Sensorik in Verbindung mit einem IoT Gateway und einer Visualisierung der Daten über Open Source Dashboards. So können Unternehmen mit wenig Aufwand und Kosten ihre Anlagen digital anbinden und Transparenz über die Anlagendaten erlangen.³⁸



„Neben der Verbesserung der Qualität oder der Effizienz werden zunehmend Ziele verfolgt, die die Nachhaltigkeit und Widerstandsfähigkeit eines produzierenden Unternehmens stärken.“

Nissrin Perez - Fraunhofer IOSB-INA

© Fraunhofer IOSB-INA

3.5 KOMPETENZEN

Mitarbeiter:innen qualifizieren, Fachkräfte gewinnen

Qualifizierung und Kompetenzaufbau innerhalb der Industrie 4.0 kommen eine hohe Bedeutung zu, um Mitarbeiter:innen als Gestalter:innen der individuellen Digitalen Transformation zu befähigen. Es handelt sich um das Zeitalter der Mündigkeit, in der Arbeit mit einer hohen Selbstorganisation verknüpft wird und Mitarbeiter:innen einen deutlich höheren Gestaltungsfreiraum erhalten, um dynamische Innovations- und Veränderungsprozesse zu initiieren und umzusetzen.

Zum tradierten Tagesgeschäft hinzukommend, gewinnen Themen wie IT-Security, Risikomanagement, Innovationsmanagement sowie Nachhaltigkeit an Relevanz und sind als Kompetenzen im Unternehmen zu implementieren. Sie sind nicht nur als isolierte Kompetenzen einzelnen Abteilungen oder Funktionen zugeordnet, sondern einer heterogenen Schnittmenge im Unternehmen. Nicht mehr die Spezialisierung steht hier im Fokus, sondern breitgefächerte Skills für agiles Arbeiten, Innovationen und Change Management.

Home-Office-Plattformen

Home-Office und mobiles Arbeiten gewinnen als Bausteine von New Work zunehmend an Bedeutung und stellen durch geeignete Softwarelösungen – auch ohne den unmittelbaren Kontakt zu Kolleg:innen und Projektpartner:innen – sowohl Effizienz als auch Motivation der Mitarbeiter:innen sicher. Die Lösungen beinhalten modular zahlreiche Funktionen – von Projektmanagementtools, die die gewünschte Zielerreichung unterstützen, über Pausentools, die an Erholungspausen erinnern. Integrierte Cloud-Speicher-Lösungen stel-



len sicher, dass Mitarbeiter:innen auch außerhalb des Unternehmens Zugriff auf Unternehmensdaten haben und zeitgleich mit diesen arbeiten können.

Wissensmanagement

Das operative und strategische Wissensmanagement ist die wissensbasierte Wertschöpfung in Unternehmen, die Daten, Informationen und Wissen unter Nutzung digitaler Technologien beinhaltet.⁴⁰ Das umfasst vom kreativen Innovationsmanagement und der Organisation hierfür erforderlicher Kommunikationsprozesse bis zur Kopplung künstlicher Intelligenz mit dem Know How der Mitarbeiter:innen sehr unterschiedliche Ebenen.⁴¹ Der Begriff Wissensmanagement geht somit weit über das reine Management des im Unternehmen vorhandenen Wissens (Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Erwerb⁴²) hinaus.

Mixed Reality basierte Schulungen

Aus- und Fortbildungen sowie Spezialisierungen durch eine Mischung aus Augmented und Virtual Reality führen durch Gamification und eine hohen Individualisierbarkeit zu einer gesteigerten Motivation der Lernenden. Die Integration virtueller Objekte und Anweisungen im Sichtfeld der Mitarbeiter:innen auf reale Gegenstände (Augmented Reality)⁴³ oder das komplette Eintauchen in virtuelle Welten (Virtual Reality) bedingt ein vertiefendes Lernerlebnis ohne Eingriff auf die realen Prozesse.

Mensch-Maschine-Interaktion

Die innovative Gestaltung von Kommunikation und Interaktion zwischen Mensch und Maschine gelingt durch die drei Methodenbereiche Systemtechnik, Softwaretechnik sowie Ergonomie und kognitive Wissenschaften⁴⁴: Als soziotechnisches System vereint der Dreiklang aus Mensch, Technologie und Organisation die Stärken von Mitarbeiter:innen und Maschine. Der Mensch ist flexibel und ihm gelingen kreative Problemlösungen, die Maschine weist eine hohe Präzision und Leistung auf.⁴⁵

Cybersecurity

Cybersecurity ist bei zunehmender Digitalisierung und durch die hohe Dynamik der Informations- und Kommunikationstechnologie Querschnitts- und Schlüsseltechnologie für eine funktionierende Industrie. Durch die steigende Vernetzung gewinnt das Thema rasant an Bedeutung, da Angriffe und Inkonsistenzen weitreichende Auswirkungen haben. Sie ist nicht mehr nur Fachkompetenz von IT-Sicherheitsfachkräften, sondern betrifft bei nahezu alle Mitarbeiter:innen auf unterschiedlichen Ebenen, und dient dazu, Risiken für ein Unternehmen zu minimieren.

E-Learning

Als Alternative für Vor-Ort-Veranstaltungen erhalten bereits vorhandene Lösungen eine gestei-

gerter Beachtung und Akzeptanz. Sie weisen als synchrone Lernformen (ortsunabhängig zu einem definierten Zeitpunkt) ein hohes Potenzial auf, um Lerninhalte ohne Reiseaufwand auch für kurze Impulse und Austauschplattformen anzubieten und zugänglich zu machen. Zudem eignen sich asynchrone Bausteine (Erklärvideos o. ä.) für eine kontinuierliche Kompetenzerweiterung und Sensibilisierung und bieten eine hohe Flexibilität bzgl. der individuellen Ausrichtung und Kompetenz der Mitarbeiter:innen.

Service Oriented Leadership

Die Aufgabe und Rolle von Führungskräften verändert sich weg von Hierarchien hin zu Mentoring. Als Lerncoaches übernehmen sie die Verantwortung dafür, Mitarbeiter:innen so zu unterstützen, dass diese ihre Aufgaben selbstorganisiert und bestmöglich erbringen können.⁴⁶ Dieses Umdenken, dass die individuellen Potenziale und Fähigkeiten von Mitarbeiter:innen befördert, benötigt z. T. einen langanhaltenden Lernprozess. Er ist Grundlage für die Verteilung von Verantwortlichkeiten unabhängig von Funktionen im Unternehmen als Antwort auf eine steigende Komplexität und Dezentralisierung.

Digital Transformation Unit

Eine Digital Transformation Unit ist ein heterogenes Team aus dem Unternehmen und überblickt, betreut und verfolgt dauerhaft den Prozess der Digitalen Transformation. Für die Nachhaltigkeit dieser Transformation in einem Unternehmen ist die organisatorische Verankerung eine wesentliche Grundlage. Die Unit übernimmt die Verantwortung für den Prozess der Digitalen Transformation, jedoch nicht für die Durchführung der einzelnen Digitalisierungsprojekte (hierfür werden unabhängig und themenspezifisch dezentrale Teams aus der Belegschaft gebildet). Durch die Bildung einer Digital Transformation Unit werden unterschiedliche Ziele adressiert, u. a. als Teil einer tiefgreifenden Digitalisierungsstrategie die Implementierung der Digitalen Transformation im Tagesgeschäft.

3.6 KULTUR & ORGANISATION

Der Mensch im Mittelpunkt

Das Bewusstsein, dass eine rein technologisch getriebene Vorgehensweise bei der Digitalen Transformation unzulänglich ist, verbreitet sich in Unternehmen zunehmend. Ein technologischer Fokus reicht nicht aus, um die Vision der Industrie 4.0 zu verinnerlichen und ihre wahren Potenziale zu heben. Erst ein kultureller und zeitgleich organisationaler Wandel, Hand in Hand mit technologischen Veränderungen, stellt die nachhaltige Implementierung von Lösungen sicher. Im Sinne eines Paradigmenwechsels erreicht die Digitale Transformation weit darüber hinaus das Ziel, eine ständig fortschreitende Kultur voranzutragen, in der ein Unternehmen auf eine Reifegradstufe permanenter, intrinsisch motivierter Innovation gehoben wird. Es wird zur lernenden Organisation.

Agiles Arbeiten

Aufgrund steigender Komplexität durch die Dynamisierung des Unternehmensumfelds und einer höheren nutzenorientierten Entwicklung von Produkten und Services eng am Kunden bedarf es agiler Arbeitsweisen. Durch Dezentralisierung und Selbstorganisation von Mitarbeiter:innen und Teams werden geringere Reaktionszeiten und eine höhere Zielgenauigkeit durch schnelle Korrekturen und Anpassungen im Vorgehen gewährleistet. Das trägt gleichzeitig dem z. T. höheren Bedürfnis nach Sinnstiftung und Eigenverantwortlichkeit Rechnung. Durch die gesteigerte Mündigkeit und Selbstwirksamkeit der Mitarbeiter:innen wird gleichzeitig ihre Zufriedenheit gefördert.

Lern- und Beratungskultur

Die Fehlerkultur von Unternehmen ist für die Implementierung nachhaltiger Digitalisierungslösungen oftmals hinderlich, da die erreichbare Transparenz Ängste in der Belegschaft auslöst und folglich zu Akzeptanzproblemen führt. Im Unternehmen der Zukunft entwickelt sich Fehlerkultur weiter zu einer Lern- und Beratungskultur. Die Beratungskultur stellt sicher, dass Inhalte (und Fehler) objektiviert werden, Meinungen und Argumente frei und unabhängig von der Position im Unternehmen vorgetragen werden. So entstehen organische, beständige und nachhaltige Verbesserungsprozesse. Der Spagat zwischen Digitalisierungstechnologien, die für Transparenz sorgen, und einer Kultur, die in den Widerstand gegen die Transparenz geht, wird aufgehoben.

KULTUR & ORGANISATION

- 6.1 Agiles Arbeiten
- 6.2 Lern- und Beratungskultur
- 6.3 Diversity Management
- 6.4 Anywhere Operations
- 6.5 Total Employee Experience
- 6.6 Start-in



Die Potenziale der Digitalisierung werden ausgeschöpft.

Diversity Management

Steigende Komplexität und Selbstorganisation rücken das Thema Diversity Management in den Fokus. Der bewusste Umgang mit Vielfalt im Unternehmen setzt Potenziale frei, reduziert Konflikte und vermindert eine eingeschränkte Entfaltung von Kreativität und Effizienz. Erfolgt die Zusammensetzung von Teams im Sinne einer Einheit in Vielfalt (der Anerkennung von Unterschieden als Potenzial) werden die Vorteile von Diversität nutzbar. Voraussetzung ist ein zugrundeliegendes Menschenbild, das die Stärken der Einzelnen in den Fokus rückt, mit dem Ziel durch eine entsprechende Arbeitsumgebung und -organisation diese Stärken zu (be-)fördern. Unerslässlich ist hierfür eine Kultur der Toleranz und Wertschätzung. Vielfalt erstreckt sich neben Alter, Geschlecht, Religion und kulturellem Hintergrund über Know-How, Wertesystem und Persönlichkeit.⁴⁷

Anywhere Operations

Anywhere Operations beinhaltet über das mobile Arbeiten die konsequente Umsetzung einer dezentralen Unternehmensstrategie und umfasst auch operative Bereiche wie das Shopfloor Management und die Produktionsplanung. Die Digitalisierung muss in diesem Zuge vorangetrieben werden, um eine ortsunabhängige Erreichbarkeit sicherzustellen. Das ermöglichen vielfältige Technologien wie Augmented Reality, Edge und Cloud Computing, Plattformen etc., die kompatible Schnittstellen aufweisen und die erforderliche Vernetzung gewährleisten. Für Anywhere Operations ist ein Kulturwandel erforderlich, der Vertrauen und Achtsamkeit beinhaltet.⁴⁸

Total Employee Experience

Total Employee Experience bedeutet die Individualisierung von Arbeitsplätzen entsprechend

der Bedürfnisse von Mitarbeiter:innen über die gesamte Laufbahn von der Rekrutierung bis zum Verlassen des Unternehmens. Im Gegensatz zu einer abgegrenzten Betrachtung als Work-Life-Balance liegt eine holistische Denkweise zugrunde. Für Gesundheit, Mitarbeiterzufriedenheit, Flexibilität und nicht zuletzt die private und berufliche Ebene werden keine separierten Maßnahmen getroffen. Die unterschiedlichen Ebenen des Lebens werden vielmehr miteinander verbunden betrachtet, sodass zur Erhaltung von Zufriedenheit und Gesundheit Synergien erkannt und genutzt werden.⁴⁹

Start-In

Der Ansatz des Start-Ins ermöglicht es kleinen Gruppen aus bestehenden Unternehmen, sich abseits des Tagesgeschäfts mit Innovationen auseinanderzusetzen. Im Fokus stehen hierbei digitale Produkte und Services sowie Geschäftsfelder, die in agilen Prozessen bis zur Marktreife entwickelt und erprobt werden. Eine räumliche Trennung ist wichtig, damit Innovationsprozesse unabhängig vom Mutterunternehmen stattfinden und ausreichend Raum und Zeit erhalten. Start-Ins weisen aufgrund flacher Hierarchien eine hohe Flexibilität und Kreativität auf. Sie können im Unternehmen verbleiben oder aber in eine Ausgründung als eigene Gesellschaft münden.⁵⁰

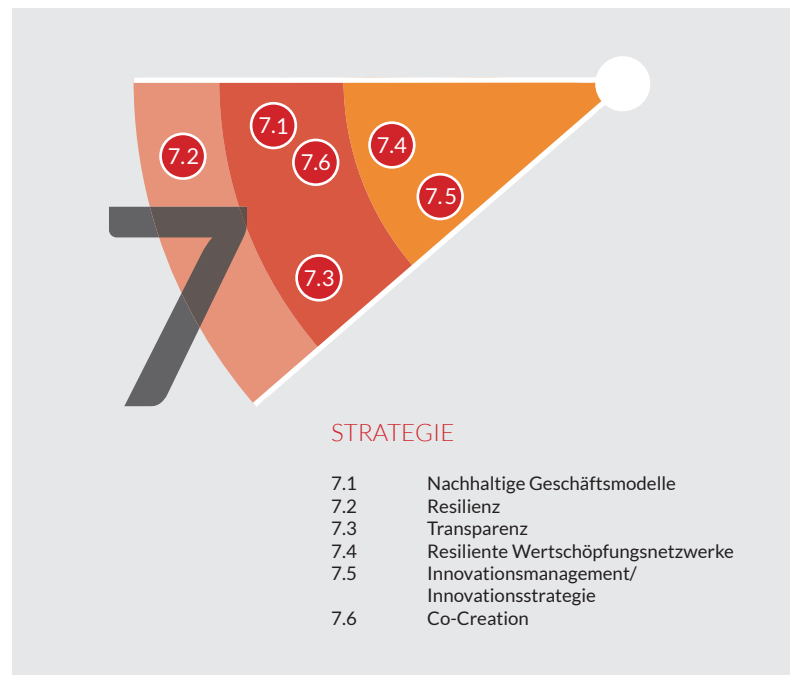
3.7 STRATEGIE

Leitlinien für die Zukunft gestalten

Unter einer Strategie wird die Planung und Umsetzung von Maßnahmen und Verhaltensweisen im Unternehmen verstanden. Diese dienen dazu, festgelegte Ziele langfristig zu erreichen.⁵¹ In einer Strategie werden Tätigkeitsbereiche, strategische Kompetenzen, Wettbewerbsvorteile und auch mögliche Verbindungen von Entscheidungen berücksichtigt.⁵² Im Rahmen einer Digitalisierungsstrategie steht daher die Wertschöpfung durch digitale Ressourcen und das Angebot von Dienstleistungen und Produkten im Fokus. Definiert werden kann diese als „ein geplantes und an einer Digitalen Vision ausgerichtetes Maßnahmenbündel zur Transformation eines Unternehmens, [welches dazu dient,] dieses zielgerichtet und fortlaufend an die Entwicklungen der Digitalisierung anzupassen“.⁵¹

Nachhaltige Geschäftsmodelle

Nachhaltige Geschäftsmodelle dienen ebenso wie andere Geschäftsmodelle der Wertschöpfung. Bei dieser Form soll zudem ein Beitrag für die Umwelt geleistet werden. Es wird zugleich der Nutzen von Geschäftspartner:innen und/oder Kunden in den Fokus gerückt. Allgemein sollen Ressourcen nur in notwendigem Maße verbraucht werden. So ist es bspw. möglich, den Materialbedarf und Energieverbrauch zu verringern. Ferner wird z. B. in der Planung und Produktion von Produkten darauf geachtet, dass diese repariert oder auch aufbereitet werden können. Durch neue Innovationen und Technologien ist es für Unternehmen möglich, neue Märkte zu erschließen und zusätzlich Wettbewerbsvorteile zu generieren.⁵³



Resilienz

Der Begriff digitale Resilienz wird zumeist auf die Flexibilität von Maschinen, Systemen, Organisationen und Unternehmen bezogen, auf sich verändernde Situationen mithilfe digitaler Technologien optimal zu reagieren.⁵⁴ Resilienz im eigentlichen Sinne bedeutet Widerstandsfähigkeit. Dieses Ziel sollten sich Unternehmen auch im Rahmen ihrer Strategie setzen: widerstandsfähig zu sein. Durch den gezielten Einsatz digitaler Technologien und Lösungen, schaffen Unternehmen es, ihre Resilienz zu stärken. Unternehmen sollten sich wandlungsfähig und anpassungsfähig

aufstellen, um schnell reagieren zu können und resilient zu sein, bspw. in Krisensituationen (z. B. der Corona-Pandemie).⁵⁵ Strategien zur Stärkung der unternehmerischen Resilienz müssen schon vor Eintritt einer Krisensituation entwickelt werden.

Transparenz

Eine wesentliche Grundlage, um zielführende Entscheidungen treffen zu können ist, Transparenz über die eigenen Geschäftsabläufe zu haben. Digitale Technologien können Unternehmen selbst, sowie deren Geschäftsprozesse transparenter machen. Durch einen genaueren Überblick können evidenzbasierte Entscheidungen getroffen werden. Zahlen und Daten verdrängen Entscheidungen nach Bauchgefühl. Ziel sollte es zum einen sein, für Kunden einen höheren Nutzen zu stiften. Im Unternehmen steht eine bessere Steuerung und Planung von Prozessen im Fokus.

Resiliente Wertschöpfungsnetzwerke

Die Welt und Weltwirtschaft entwickelt sich zunehmend zu einem global agierenden System. Es entstehen weltweite Märkte für Güter, Kapital und Dienstleistungen. Vorangetrieben wird der Globalisierungsprozess der Märkte vor allem durch neue Technologien im Kommunikations-, Informations- und Transportwesen sowie neu entwickelte Organisationsformen der betrieblichen Prozesse. Die globale Vernetzung hat in den vergangenen Jahren Fortschritt und Wachstum bedeutet. Wir merken aber auch, dass dieser Trend auch Herausforderungen mit sich bringt, wie z.B. Nachhaltigkeit oder Versorgungssicherheit. Resiliente Wertschöpfungsnetzwerke sind daher für ein zukunftsfähiges Unternehmen unabdingbar, um flexibel reagieren zu können, proaktiv Maßnahmen einleiten zu können und aus Krisen lernen zu können und sich kontinuierlich weiterentwickeln zu können.⁵⁶

Innovationsmanagement/ Innovationsstrategie

Das Ziel von Innovationsmanagement ist die Planung und Umsetzung von Ideen⁵⁷, um dadurch nachhaltig erfolgreich zu sein. Im Rahmen einer übergeordneten Unternehmensstrategie werden mittel- und langfristige Ziele definiert, um nachhaltig wettbewerbsfähig zu bleiben. Ein Baustein auf dem Weg zu diesem Ziel ist das Innovationsmanagement, weshalb im Rahmen der Strategieentwicklung auch Ziele und Maßnahmen für die Innovationsstrategie erarbeitet werden. So wird ein Gestaltungsspielraum entwickelt, um sich mit begrenzten Ressourcen auf ausgewählte Innovationsfelder zu konzentrieren.⁵⁸

Co-Creation

Im Sinne der Co-Creation-Strategie werden Kunden, Lieferanten und Partner an der Entwicklung von neuen Produkten beteiligt. Kunden sind nicht mehr „nur“ die endgültigen Nutzer eines Produktes, sondern können ihre eigenen Ideen und Wünsche mit in den Gestaltungsprozess einbringen.⁵⁹ Auf diesem Weg erhält ein Unternehmen Einblicke in die Wünsche der Kunden.⁶⁰ Die Kunden können z.B. bei Produkttests und Analysen sowie bei der weiteren Entwicklung Verbesserungsvorschläge und Wünsche einbringen. Für die Wertschöpfung der Unternehmen werden nicht nur die eigenen Ressourcen, sondern auch die der Kunden eingesetzt, um wiederum für diese einen Mehrwert zu erzeugen.⁴⁴ Eine engere Zusammenarbeit mit anderen ist durch die Digitalisierung auf einfachere Weise möglich.⁶¹



„Durch die Entwicklung und Nutzung gemeinsamer Wertschöpfungsmechanismen entstehen neue Geschäftsmodelle und Strukturen, die u.a. die Wettbewerbsfähigkeit aller Unternehmen einer Wertschöpfungskette steigern können.“

Simon Lechtenberg - Fraunhofer IML

© Pexels

3.8 WERTSCHÖPFUNGSKETTEN UND -NETZWERKE

Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinaus

Im Zuge zunehmender Vernetzung und Globalisierung spielt die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen der Wertschöpfungskette eine immer wichtigere Rolle. Dabei ist es für Unternehmen von zentraler Bedeutung, den nächsten Schritt zu machen und neben einer stärkeren innerbetrieblichen Vernetzung auch kooperative Ökosysteme über Unternehmensgrenzen hinweg aufzubauen. Wenn KMU gemeinsam vernetzte Wertschöpfungsmechanismen nutzen, entstehen neue Geschäftsmodelle und Strukturen, die für eine Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit sorgen können.

Digitale Plattformen/Plattformökonomie/Digitale Ökosysteme

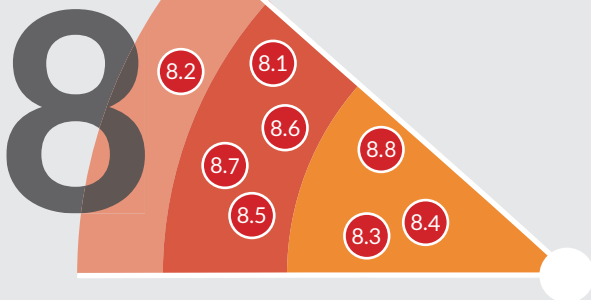
Digitale Ökosysteme sind sozio-technische Systeme und umfassen nicht nur digitale und technische Komponenten, sondern schließen explizit auch Organisationen und Menschen sowie deren Beziehungen zueinander ein. In einem gemeinsamen digitalen Ökosystem agieren verschiedene Akteure unabhängig voneinander, erzeugen jedoch durch Zusammenarbeit einen wechselseitigen Nutzen. Digitale Ökosysteme, die der Plattformökonomie folgen, bedienen mehrseitige Märkte und stellen direkte Geschäftsbeziehungen zwischen den Ökosystem-Teilnehmern der verschiedenen Seiten her, während zugehörige Transaktionen über sogenannte digitale Plattformen abgewickelt werden. Digitale Plattformen stellen die technische Umsetzung in einem IT-System dar und bilden den technischen Kernaspekt des digitalen Ökosystems, indem verschiedene Ökosystem-Services erzeugt werden. Diese Services bieten die Grundlage, Mehrwerte zu generieren und werden vollständig digital erbracht. Durch die Zusammenarbeit auf digitalen Plattformen bzw. in digitalen Ökosystemen ergeben sich für die Akteure verschiedenste Vorteile wie Netzwerkeffekte, Geschäftsmodellinnovationen und andere neue Services, die langfristig die Zukunftsfähigkeit sichern.⁶²

Blockchain

Die Blockchain-Technologie ist in den letzten Jahren von einer enormen Dynamik geprägt und vor allem der Bereich der Blockchain-basierten

WERTSCHÖPFUNGSKETTEN UND -NETZWERKE

- 8.1 Digitale Plattformen/Plattformökonomie/ Digitale Ökosysteme
- 8.2 Blockchain
- 8.3 Interoperabilität
- 8.4 Virtuelle Steuerung
- 8.5 Green Logistics
- 8.6 Künstliche Intelligenz in Wertschöpfungsketten
- 8.7 Automated Warehouse
- 8.8 Marketplace/E-Commerce



Kryptowährungen (Stichwort Bitcoin) erregt in der breiten Öffentlichkeit oftmals große mediale Aufmerksamkeit. Neben Kryptowährungen existieren auch Anwendungen für die Blockchain-Technologie, die über Transaktionen und den Einsatz bei digitalen Bezahlsystemen hinausgehen. Im industriellen Kontext kann die Blockchain-Technologie effiziente und sichere Wertschöpfungsnetzwerke ermöglichen. Technisch gesehen ist die Blockchain ein dezentralisierter, verteilter und kooperativ genutzter Datenspeicher, der einen sichereren Datenaustausch in Netzwerken ermöglicht, ohne dass ein Intermediär notwendig ist.

Der Blockchain-Technologie zugrunde liegt das sogenannte „Distributed Ledger“ als ein verteilt gespeichertes Logbuch, welches Einträge mit Informationen umfasst. Diese Einträge sind mit einem zeitlichen Stempel versehen und beinhalten darüber hinaus einen Verweis auf den jeweils vorangegangenen Eintrag. Diese Einträge, die auch Blöcke genannt werden, sind durch einen kryptografischen Schlüssel, dem sogenannten Hash, manipulationssicher. Aufgrund der Tatsache, dass jeder neue Block eine Referenz auf den vorherigen beinhaltet, entsteht eine Verkettung zwischen den einzelnen Blöcken – die Blockchain.⁶³

Interoperabilität

Die zunehmende Zusammenarbeit in Wertschöpfungsnetzwerken und die damit einhergehende Vernetzung von Maschinen und Unternehmen durch digitale Lösungen machen z.B. die Produktion effizienter und ermöglichen, dass die verschiedenen Akteure eines Wertschöpfungsnetzwerks reibungslos und mit geringem Aufwand miteinander kollaborieren können. Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist jedoch Interoperabilität, also die Fähigkeit, einen standardisierten und nahtlosen Austausch von Informationen zwischen allen Akteuren auf einheitliche Weise zu ermöglichen. Im Kontext von Industrie 4.0 bedeutet Interoperabilität, dass Produkte, Geräte und Dienste unabhängig von Hersteller, Betriebssystem

tem oder Hierarchie miteinander kommunizieren können.⁶⁴

Virtuelle Steuerung

Im Zuge gemeinsamer vernetzter Wertschöpfungsmechanismen in Wertschöpfungsnetzwerken können durch viele der in den vorherigen Bereichen genannten Trends und Technologien neben neuen Geschäftsmodellen auch andere Vorteile entstehen, wie z.B. eine optimierte Ressourcennutzung. Ein Beispiel hierfür ist die Verbindung von Plattformen mit virtualisierten Steuerungen: Durch das (Industrielle) Internet der Dinge und das Edge Computing können Datenplattformen für eine flexiblere und energiesparende Fertigung aufgebaut werden. Sie haben das Potenzial, bestehende dezentrale und oftmals dauerhaft eingeschaltete Steuerungstechnik zu virtualisieren und Steuerungsfunktionen auf ein Edge-Cluster zu verlagern.⁶⁵

Green Logistics

Wie alle anderen Sektoren muss auch die Logistik als ein zentraler Bestandteil von Wertschöpfungsketten und -netzwerken einen Beitrag zu einer nachhaltigen Veränderung unserer Wirtschaft sowie Gesellschaft leisten. Unter dem Begriff Green Logistics werden nachhaltige logistische Aufgaben und Aktivitäten beschrieben. Diese umfassen eine ganzheitliche Optimierung von logistischen Strategien, Strukturen etc. für umweltfreundliche und ressourceneffiziente Logistikprozesse. Im Fokus steht dabei häufig z.B. die Reduzierung umweltschädlicher Auswirkungen (Stichwort CO₂-Fußabdruck etc.).⁶⁶

Künstliche Intelligenz in Wertschöpfungsketten

Daten und vor allem deren Auswertung spielen auch in unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsketten bzw. -netzwerken eine zentrale Rolle. Der Einsatz Künstlicher Intelligenz wird hierbei als eines der wichtigen Werkzeuge zur Datenanalyse und der automatischen Verwertung

angesehen, um diese enormen Datenmengen zu verarbeiten und zu nutzen. Mittels KI können dann z.B. maßgeschneiderte Modelle entwickelt werden, die Unternehmen in der Planung ihrer Kapazitäten entlang der Wertschöpfungskette unterstützen.

Automated Warehouse

Die Mechanisierung und Automatisierung werden weiterhin als treibende Wachstumsfaktoren im Bereich der Lagerlogistik betrachtet. Dennoch ist es wichtig, individuell abzuwägen, wann, wo und warum eine Automatisierung eines Lagers Sinn ergibt. Zweifelsfrei bieten automatisierte Lösungen im Bereich der Intralogistik Potenzial, z.B. eine erhöhte Kommissionier-Qualität bei gleichzeitig größerer Prozesszuverlässigkeit. Wichtig ist dabei jedoch immer, das Zusammenspiel von Hard- und Software in den Vordergrund zu rücken und die Mitarbeiter:innen mitzuneh-

men.⁶⁷

Marketplaces/E-Commerce

Im privaten bzw. B2C-Bereich ist E-Commerce aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken. Von kleinen lokalen Händlern bis hin zu den großen Global Playern sind in direktem Endkundengeschäft fast alle Unternehmen im Bereich des Onlinehandels unterwegs. Im B2B-Bereich gelten jedoch andere Voraussetzungen und der Handel zwischen Unternehmen über Marketplace-Plattformen nimmt gerade erst richtig an Fahrt auf. Auch wenn der Bereich E-Commerce im Handel zwischen Unternehmen enorme Vorteile z.B. durch neue Geschäftsmöglichkeiten oder der Erschließung neuer Märkte bietet, sind die Besonderheiten des B2B-Handels (Preisverhandlungen, langfristige Kundenbeziehungen) auch in der Onlinewelt zu berücksichtigen.



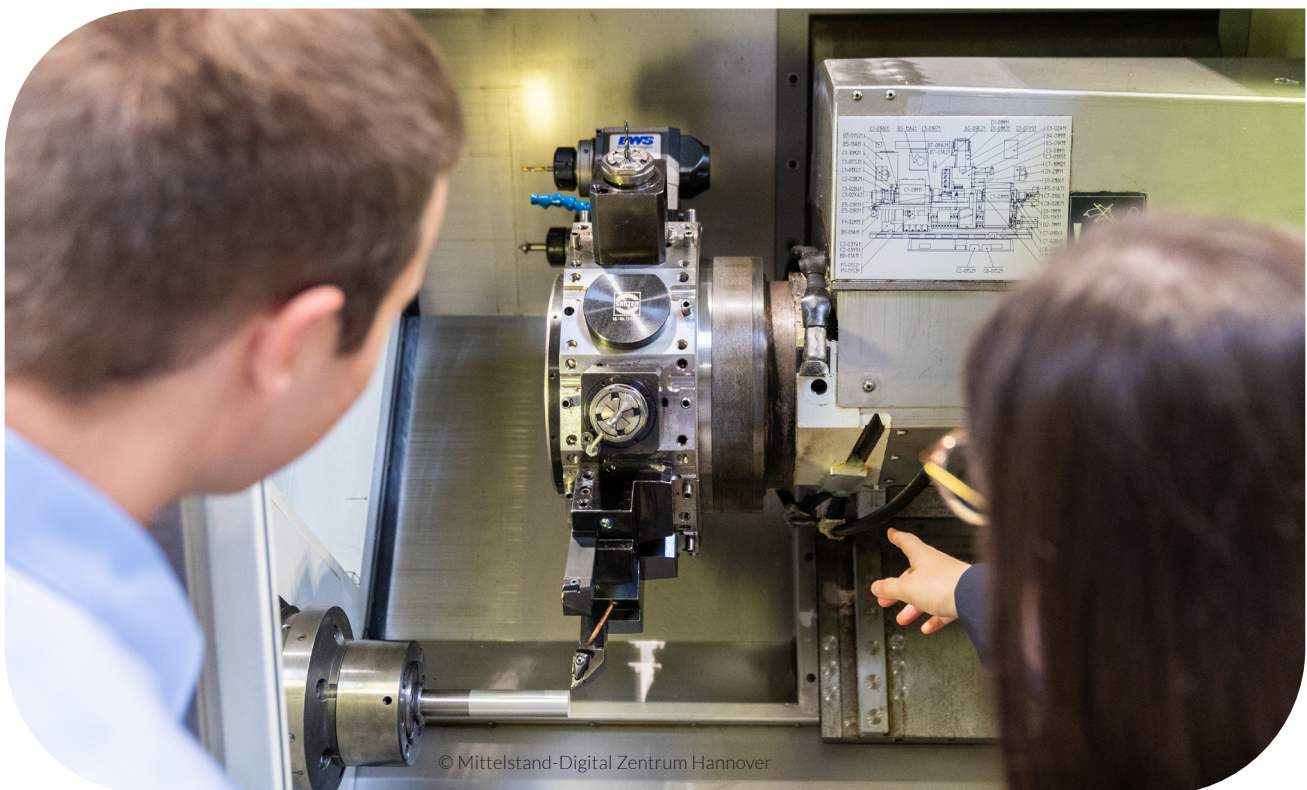
4 PRAXISBEISPIELE

Bei der Betrachtung der Trends ist ein ganzheitlicher und zugleich selektiver Blick von Vorteil. Nicht alle Trends sind für jedes Unternehmen gleichermaßen relevant und umsetzbar. Ein Versicherungsdienstleister kann wenige Trends aus dem produktiven Umfeld für sich verwerten.

Daher sind die Trends als Auswahl zu verstehen, die Unternehmen eine Anregung für eigene Umsetzungen geben sollen. Zudem sollte ein Unternehmen sowohl Kernaktivitäten als auch Querschnittsaktivitäten in die Transformation

einbeziehen. Selbst wenn ggf. nicht alle Bereiche zugleich transformiert werden können, ist eine ganzheitliche Strategie für den Transformationsprozess von entscheidender Bedeutung. Ein Unternehmen muss holistisch gesehen und entwickelt werden, um das volle Potenzial von Innovationen in den einzelnen Bereichen zu heben.

Im folgenden Kapitel zeigen Beispiele von KMU auf, wie sie sich erfolgreich mit Unterstützung des Mittelstand-Digital Zentrums Ruhr-OWL für die Zukunft aufgestellt haben.



© Mittelstand-Digital Zentrum Hannover

4.1 VERNETZUNG VON PRODUKTIONSANLAGEN IN DER KUNSTSTOFFFERTIGUNG

HADI-PLAST GMBH, HÖVELHOF

Die mittelständische Unternehmen Hadi-Plast GmbH ist ein seit 1977 existierender Spritzgussbetrieb in Familienbesitz im ostwestfälischen Hövelhof. Aktuell sind ca. 50 Mitarbeiter beschäftigt und im Jahr 2022 wird voraussichtlich ein Umsatz von 9 Mio. € generiert. Hadi-Plast ist auf die Fertigung technischer Präzisions-Spritzgussteile aus thermoplastischen Kunststoffen spezialisiert.

Aufbau der Datenbasis

Seit einigen Jahren steht das Thema Vernetzung und Digitalisierung im Mittelpunkt der Unternehmensentwicklungsstrategie. Aus diesem Grund wurde in den vergangenen Jahren in moderne, digitalisierte und energieeffiziente Produktionsanlagen investiert. Diese Investitionen umfassen neben vollelektrischen Spritzgussmaschinen auch besonders energieeffiziente Peripheriegeräte, wie etwa Trocknungsanlagen oder Kälteerzeuger. Für Hadi-Plast als Anlagenbetreiber ist es aktuell schwierig, sich Transparenz über die Daten der einzelnen Prozesse zu verschaffen. Da neben der Spritzgussanlage auch Peripheriegeräte (z.B. Granulattrocknung) einen Einfluss auf den Energieverbrauch sowie die Qualität von Prozess und Produkt haben, ist die genaue Ermittlung der einzelnen Daten pro Peripheriegerät notwendig. Die Herausforderung hierbei besteht in der einfachen (minimalinvasiven) Erfassung der benötigten Daten und Signale. Nur auf Grundlage dieser Erfassungen können Analysen durchgeführt werden, mit dem Ziel, die energieineffizienten Prozesse/ Verbraucher zu detektieren, die Prozesse zu stabilisieren und die Qualität zu optimieren. Durch den hohen Automatisierungsgrad ist eine

flexible Handhabung der Prozesse schwierig und eine hohe Komplexität der Anlagen gegeben.

Zunehmend gestaltet es sich für Hadi-Plast als Herausforderung geeignete Fachkräfte zu finden, die diese Komplexität beherrschen und die Anlagen souverän bedienen können. Hadi-Plast setzt auf eine zunehmende Vernetzung und Automatisierung, um die Produktion aufrecht erhalten zu können und die raren Fachkräfte für wenige ausgewählte Tätigkeiten einsetzen zu können. Produktionsleiter Dr. Christoph Lakemeyer verantwortet im KMU die Projekte rund um die Produktion und sieht die Situation kritisch: „Selbst für uns als Ausbildungsbetrieb wird es zunehmend schwieriger, geeignetes und interessiertes Personal zu finden. Aus diesem Grund nutzen wir die Themen Digitalisierung und Nachhaltigkeit als Triebkräfte für unser Unternehmen. Zum einen haben wir festgestellt, dass diese Themen von vielen jungen Menschen als sehr wichtig erachtet werden, zum anderen hilft es uns Menschen dazu zu befähigen, höchstkomplexe Aufgaben mit digitaler Unterstützung zu absolvieren.“



Der Transformationspfad

Enge Kooperationen mit der umliegenden Forschungslandschaft bilden hierbei einen weiteren strategischen Aspekt, um die seit Jahren zunehmenden qualitativen und energetischen Herausforderungen zu meistern. Das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL bildet hierbei einen wichtigen Baustein für die Entwicklung des Mit-

telständlers. Im Jahr 2017 nutzte Hadi-Plast erstmalig die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz geförderte Transferkette zur Digitalisierung und trat für ein Unternehmensgespräch mit dem Fraunhofer IOSB-INA in Lemgo in Kontakt. Es folgten eine Potenzialanalyse sowie ein Gestaltungsworkshop, in dem das Unternehmen und die Forschungseinrichtung gemeinsam eine Technologie Road Map für eine autonome und adaptive Spritzgussfabrik entwickelten. Diese Ergebnisse dienen seither Hadi-Plast als Leitplanken, über die sich eine Projektfamilie gebildet hat. So sind in den vergangenen Jahren neben diversen Förderprojekten auch bilaterale Kooperationen, sowie eine Realproduktion in der SmartFactoryOWL entstanden. Insbesondere Themen der Digitalisierung und intelligenten Vernetzung von Systemkomponenten stehen bei diesen Projekten im Vordergrund.



© Fraunhofer IOSB-INA

Mittlerweile hat Hadi-Plast Peripheriegeräte wie bspw. ältere Temperiergeräte ohne zeitgemäße Datenschnittstelle erfolgreich eingebunden und kann diese Daten auslesen. Eine AR basierte Anleitung mit Hilfe einer Brille nutzt das Unternehmen, um neue Fachkräfte remote durch eine ausgewanderte Fachkraft anzuleiten. Im Rahmen des Hadi Terminals kann das Unternehmen Daten aus unterschiedlichen Quellen und Peripheriegeräten zusammenführen und anschaulich visualisieren.

Nächster Schritt: Maschinenpark vernetzen

Gemeinsam mit dem Fraunhofer IOSB-INA führt das KMU aktuell ein Transferprojekt mit dem Namen „Kunststoff vernetzt“ durch. Darüber freut sich Dr. Lakemeyer: „Wir wollen uns mit „Kunststoff vernetzt“ für die nächsten Jahre im Markt klar positionieren. Hier ist eine der Schlüsselkomponenten in unserem Unternehmen die absolute Kontrolle aller Prozessdaten und die hiermit verbundene Datengenerierung. Dadurch werden wir unsere internen Abläufe zunehmend transparenter und effizienter gestalten, aber auch unseren Kunden eine absolute Transparenz ermöglichen können. Ferner versprechen wir uns einen qualitativen Anstieg unserer Fertigung, da wir in der Lage sein werden unsere Prozesse live zu monitoren.“

Was einfach klingt, ist aufgrund der unterschiedlichen Schnittstellen, der schwierigen Datenübertragung und der heterogenen Dateninfrastruktur hochgradig komplex. Denn ähnlich wie viele natürlich gewachsene Unternehmen verfügt auch Hadi-Plast über sehr heterogene Anlagen von unterschiedlichen Herstellern, die keine Kompatibilität miteinander aufweisen. Diese Kompatibilität in einem Retrofit Ansatz zu schaffen, ist nun Aufgabenstellung des Transferprojekts. Herr Lakemeyer ist optimistisch, dass sich seine vielen Projekte und Pläne rund um Digitalisierung und Vernetzung gut zusammenfügen: „Unsere Vision für die Zukunft ist es mit Hilfe der Werkzeuge der digitalen Revolution ein weiteres Wachstum am Standort Deutschland zu generieren und weiterhin als zukunftsfähiger und verlässlicher Partner im Bereich Kunststofffertigung zu fungieren.“

Nissrin Perez

Fraunhofer IOSB-INA

E-Mail: nissrin.perez@iosb-ina.fraunhofer.de



4.2 INTELLIGENTE KUNDENINTEGRATION PER APP

JOSEF SCHULTE GMBH, DELBRÜCK

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. Auch das mittelständische Familienunternehmen Josef Schulte GmbH stand vor den Herausforderungen, die dieser Prozess mit sich bringt. Es ergibt sich ein komplexes Netzwerk aus Kunden, Vertrieb, Entwicklung, Produktion sowie externen Lieferanten und Dienstleistern, welches das mit heterogenen Ressourcen und Werkzeugen (von der handgeschriebenen Notiz bis hin zum ERP System) gemanagt wurde. Der Einsatz neuer digitaler Dienste in Form digitaler Schnittstellen schafft hier Abhilfe: Sie sorgen für mehr Transparenz und ermöglichen die Automatisierung von Prozessschritten.



© Digital in NRW

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. Dazu wurden die Ist-Prozesse von der Kundenanfrage bis zur Auslieferung des Produktes aufgenommen, erkennbare Probleme identifiziert und daraus Potenziale für Soll-Prozesse abgeleitet. Diese beschreiben den möglichen Ablauf typischer Vertriebsvorgänge mit App-Unterstützung. Parallel wurden Anforderungen an die App gesammelt, die sich aus den aufgedeckten Schwachstellen und Potenzialen ergaben. Die zusammengetragenen Anforderungen wurden dann priorisiert.

Aus den priorisierten Anforderungen konnten nun konkrete Maßnahmen für technische Anpassungen und mögliche neue Systeme abgeleitet werden. Zur Komplettierung eines ganzheitlichen Konzepts wurden die abgeleiteten Funktionen sowie das Aussehen und die Bedienbarkeit der App in mehreren Versionen als Mock-ups dargestellt. Nach Diskussion und Bewertung durch die Vertriebsmitarbeiter stand am Ende ein funktionaler und visuell ansprechender Entwurf. Das Konzept diente als Grundlage für die Entwicklung eines funktionsfähigen Prototyps, der auf frei verfügbaren Bibliotheken und Schnittstellen aufbaut.

Magdalena Förster

Fraunhofer IEM

E-Mail: magdalena.foerster@iem.fraunhofer.de



4.3 INNOVATIONSKRAFT DURCH DIE AGILE ORGANISATION UND START-IN-MENTALITÄT

BEULCO GMBH & CO. KG, ATTENDORN

Bei der Digitalen Transformation werden gegenwärtig im deutschen Mittelstand zwei wichtige Aktivitäten weitestgehend vernachlässigt: der Wandel der Kultur und Organisation sowie die Weiter- und Neuentwicklung smarter Produkte und Services.⁶⁸ Wie die Initiierung und Umsetzung von Veränderungen aus dem Unternehmen heraus gestaltet werden können und die Innovation neuer Produkte gelingt, zeigt die BEULCO GmbH & Co. KG (BEULCO). Durch ihre organisationale (Weiter-)Entwicklung sowie das umfassende und anhaltende Umdenken in Belegschaft und Führung für den kulturellen Wandel gelingt dem Unternehmen eine holistische Transformation sowohl von Prozessen als auch Produkten.

Mitarbeiterbeteiligung als Teil der Unternehmens-DNA

Der Wandel der Unternehmenskultur und Organisation ist für eine nachhaltige Digitale Transformation essenziell und gehört in vielen Unternehmen zu den sogenannten blinden Flecken. Das modern geführte Familienunternehmen hat bereits in 2017 seinen Transformations- und Innovationsprozess durch die Entwicklung einer ganzheitlichen Unternehmensstrategie mit Fokus auf Digitalisierung auf den Weg gebracht und ab 2019 die gesamte Belegschaft in diesen Prozess einbezogen. Eine hohe Beteiligungsorientierung der Mitarbeiter:innen steht hier im Fokus und bedingt eine steigende Selbstverantwortung auf Seiten der Belegschaft. Zeitgleich geht hiermit ein Kontrollverlust auf Seiten der Geschäftsführung einher, da Mitarbeiter:innen Projekte

initiiieren dürfen. Der Wunsch ist, dass Projekte „bottom up“ durch die Mitarbeiter:innen sowohl ins Leben gerufen als auch umgesetzt werden. Teams zur Umsetzung der Projekte finden sich, orchestriert durch einen der ca. zwanzig sogenannten „CoPs“ (Community of Practice), immer wieder neu und selbstbestimmt. So sind eine große Motivation bei der Umsetzung und eine hohe Diversität bei der Zusammensetzung der Teams, heterogen über alle hierarchischen Ebenen, gewährleistet. Aktuell werden zusätzlich zu den CoPs Digital Guides ausgebildet, die den Gesamtüberblick über die digitale Transformation innehaben, um die Hauptverantwortung zur Schnittstelle zwischen Abteilungen und IT zu werden.

Externer Standort für Innovationen - abseits des Tagesgeschäftes

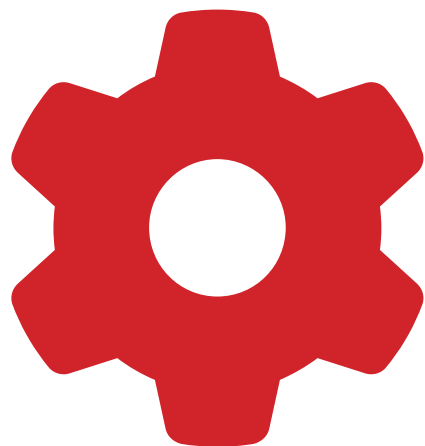
Die Frage nach Potenzialen der Digitalisierung für die eigenen Produkte und daraus resultierenden Services erhält in vielen Unternehmen im ausgelasteten Tagesgeschäft nicht ausreichend Raum. Neben der Erhöhung der Innovationskraft bei der Verbesserung interner Prozesse durch die agile Organisation ist BEULCO einen ungewöhnlichen Weg gegangen, um auch die Entwicklung neuer, smarter Produkte aktiv voranzutreiben. Seit März 2019 hat es die Produktentwicklung und -vermarktung von neuen Systemen an einen externen Standort verlagert. Ein unternehmens-eigenes Innovationsteam sitzt seitdem als so genanntes Start-In im Digital.Hub Logistics in Dortmund. Die örtlich getrennte Arbeit bewirkt, dass das Team sich auf seine Innovationstätigkeit



ten fokussieren kann, ohne vom Tagesgeschäft abgelenkt zu werden. Gleichzeitig profitiert das Unternehmen, eingebettet in das Ökosystem des Digital.Hub Logistics, von der facettenreichen methodischen und fachlichen Expertise zahlreicher Institutionen und universitärer Einrichtungen.

Auch das Thema Leadership hat das Unternehmen im Blick. Das notwendige Umdenken auf

Seiten der Geschäftsführung, um die für produzierende Unternehmen typischen hierarchischen Prägungen aufzubrechen, wurde von Beginn an neben Führungskräftebildungen zur Vermittlung moderner Führungsmethoden durch die Bereitschaft zur individuellen Persönlichkeitsentwicklung unterstützt. Dass agil nicht immer und überall Anwendung finden kann, ist dem innovativen Unternehmen von Anfang an klar gewesen: Die agile Organisation wurde parallel zur funktionalen, hierarchischen Organisation in der Produktion etabliert.



Nazanin Budeus

Fraunhofer IML

E-Mail: nazanin.budeus@iml.fraunhofer.de



5 FAZIT UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Ihre nächsten Schritte zum Unternehmen der Zukunft

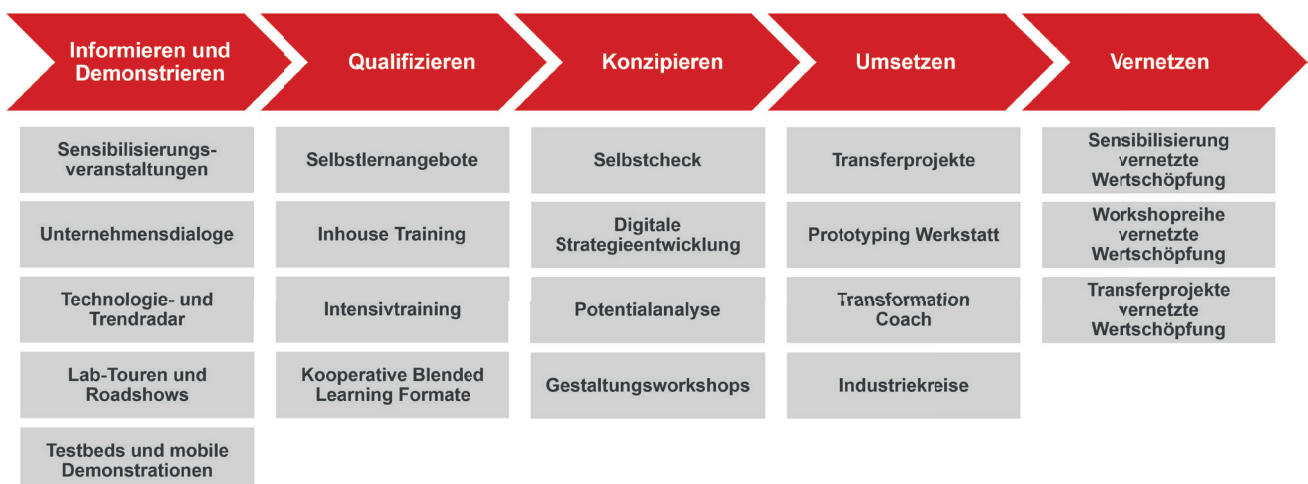
Ein Unternehmen muss ganzheitlich betrachtet und entwickelt werden, um in den einzelnen Bereichen das volle Potenzial im Sinne der Transformation zum Unternehmen der Zukunft zu heben. So sind es nicht unabhängige, in sich geschlossene Lösungen, die nur einzelne Bereiche adressieren, sondern eine umfassende Betrachtung des Unternehmens in Form einer Ist-Analyse mit anschließender Ableitung von Maßnahmen. Es ist nicht das Ziel, punktuell eine hohe Reife zu entwickeln. Vielmehr gilt es, eine langfristige und ganzheitliche Entwicklung sicherzustellen.

Um für das eigene Unternehmen einen Fahrplan zu entwickeln, bietet sich folgende Vorgehensweise an:

- Durchführung einer Ist- und Potenzialanalyse
- Strategie- und Visionsentwicklung, Zieldefinition
- Ableitung von Maßnahmen entlang der Bereiche
- Entwicklung einer Roadmap

Um die Nachhaltigkeit des Roadmappings sicherzustellen, ist ein organisatorisches Rahmenwerk zu schaffen, damit die Transformation einen angemessenen Raum im Unternehmen erhält. Erst genügend Ressourcen ermöglichen einen lebendigen Prozess, in dem die Roadmap iterativ kritisch hinterfragt, korrigiert und mit neuen Ideen und Maßnahmen angereichert wird. Mitarbeiter:innen des Unternehmens sind von Anfang an bei der Gestaltung miteinzubeziehen.

Das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL liefert auf dem Weg wertvolle Unterstützungsangebote: Im Rahmen des Unternehmensdialogs werden bereits erste Impulse gesetzt, indem in Gesprächen und Begehungen vor Ort die Expert:innen die Unternehmen kennenlernen und eine erste Einschätzung der Marschrichtung erfolgt. Durch den Selbstcheck und die Potenzialanalyse wird eine Methode zur Ist-Analyse dargebracht, in der bereits erste Handlungsfelder einer Roadmap abgeleitet werden können.



Beim Selbstcheck handelt es sich um eine effiziente Reifegradanalyse, die die Ist-Situation des Unternehmens auf sehr unterschiedlichen Unternehmensebenen, sowohl technologisch, als auch organisatorisch und kulturell, abbildet. Im Rahmen der digitalen Strategieentwicklung wird eine Vision entwickelt und ein umfassendes Roadmapping erarbeitet. Einzelne technologische wie auch methodische Themen hieraus können weitergehend in Gestaltungsworkshops beleuchtet werden. Wird in diesem Prozess ein innovatives Digitalisierungsprojekt identifiziert, besteht die Möglichkeit, sich für ein Transferprojekt zu bewerben und über einen längeren Zeitraum mit den Expert:innen das Projekt zu pilotieren und auszuarbeiten. Benötigt ein Unternehmen vielmehr die regelmäßige Impulsgabe eignet sich der Transformation Coach, um eine punktuelle Begleitung über einen längeren Zeitraum zu erhalten.

Zusätzlich ist es auch möglich qualifizierende Maßnahmen, wie Blended Learning oder Inhouse Schulungen in Anspruch zu nehmen.

Über die genannten Unterstützungsangebote hinaus gibt es zahlreiche weitere Services entlang der Befähigungskette, um Unternehmen bei ihrer individuellen Transformation zum Unternehmen der Zukunft zu begleiten.

Veranstaltungen, Workshops und Transferprojekte im Bereich der Vernetzten Wertschöpfung bieten darüber hinaus die Möglichkeit, gemeinsam mit Ihren Geschäftspartnern eine passende Digitalstrategie zu entwickeln und Übergänge zwischen Ihren Unternehmen möglichst reibungslos und effizient zu gestalten. Zahlreiche Unternehmen haben sich schon mit uns auf den Weg gemacht. Kontaktieren Sie uns - zusammen machen wir auch Ihren Betrieb zu einem Unternehmen der Zukunft!

AUTOR:INNEN



Nazanin Budeus
Fraunhofer IML

nazanin.budeus@iml.fraunhofer.de



Magdalena Förster
Fraunhofer IEM

magdalena.foerster@iem.fraunhofer.de



Simon Lechtenberg
Fraunhofer IML

simon.lechtenberg@iml.fraunhofer.de



Nissrin Perez
Fraunhofer IOSB-INA

nissrin.perez@iosb-ina.fraunhofer.de

LITERATURVERZEICHNIS

- 1 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019): Erfolgreich Smart Services entwickeln – Projektabschlussbroschüre der Smart Service Welt I, Bundesministerium für Energie und Wirtschaft, [online] https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/smart-service-welt-i.pdf?__blob=publicationFile&v=10 [abgerufen am 14.07.2022].
- 2 Fraunhofer IAO (o. J.): Kompetenzzentrum Smart Services, Fraunhofer IAO, [online] <https://www.dlpm.iao.fraunhofer.de/de/kompetenzzentrum-smart-services.html> [abgerufen am: 14.07.2022]
- 3 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (o. J.): Smart Service Welten, Bundesministerium für Energie und Wirtschaft, [online] <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Digitale-Welt/smart-service-welt.html> [abgerufen am 14.07.2022].
- 4 Fraunhofer IPA (o. J.): Everything-as-a-Service (XaaS), Fraunhofer IPA, [online] <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/Kompetenzen/kompetenzzentrum-digitale-werkzeuge-in-der-produktion/cloud-plattformen/everything-as-a-service--xaas.html> [abgerufen am 14.07.2022].
- 5 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (o. J.): Cloud-Anwendungen, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, [online] <https://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/Dossiers/A-Z/cloud.html> [abgerufen am: 14.07.2022].
- 6 Mittelstand Agentur Cloud 4.0 (2016): Auswahl und Einführung von Cloud-Lösungen, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, [online] https://www.cloud-mittelstand.digital/pdf_files/agentur-cloud-kurzleitfaden-auswahl-und-einfuehrung-von-clou_239_1.pdf [abgerufen am: 14.07.2022].
- 7 Riasanow, Tobias/Krcmar, Helmut (2020): Handbuch Digitale Wirtschaft, Tobias Kollmann (Hrsg.), 1. Auflage, Wiesbaden: Springer Gabler.
- 8 Höger, Beate (2018): Was macht modernen Remote Service aus?, ABB (Dialog), [online] <https://www.abb-conversations.com/DACH/2018/11/was-macht-modernen-remote-service-aus/> [abgerufen am 14.07.2022].
- 9 Zolonowski, Andreas/Schmidt, Ann Kristin/Böhmman, Tilo (2011): Understanding the impact of remote service technology on service business models in manufacturing: From improving after-sales services to building service ecosystems (Conference Paper), ResearchGate.
- 10 Bosch (2017): Augmented Reality-Applikationen beschleunigen Kfz-Reparaturen und unterstützen technische Trainings, Bosch, [online] <https://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/augmented-reality-applikationen-beschleunigen-kfz-reparaturen-und-unterstuetzen-technische-trainings-130688.html> [abgerufen am: 14.07.2022].
- 11 Fraunhofer IGD (2022): Automotive, Fraunhofer, [online] <https://www.igd.fraunhofer.de/kompetenzen/technologien/virtual-augmented-reality/augmented-reality-fuer-wartung-und-service-support> [abgerufen am: 14.07.2022].
- 12 acatech (2016): Smart Service Welt: Digitale Serviceplattformen – Praxiserfahrung aus der Industrie. Best Practices, acatech, [online] https://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/smart-service-welt-praxiserfahrungen.pdf;jsessionid=7A542AAD71D5038159BCC10ACDFEF6A0?__blob=publicationFile&v=3 [abgerufen am: 14.07.2022].
- 13 Pula, Edith N./Stone, Merlin/Foss, Bryan (2003): Customer data management in practice: An insurance case study, in: Journal of Database Marketing, Vol. 10, 4, (327-341).
- 14 Kenning, Peter (2018): Kundendatenmanagement, Gabler Wirtschaftslexikon, [online] <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/kundendatenmanagement-38177> [abgerufen am 14.07.2022].
- 15 Krah, Eva-Susanne (2020): Kundendatenmanagement in Unternehmen könnte besser sein, Springer Professional, [online] <https://www.springerprofessional.de/datenmanagement/crm/datenmanagement-in-unternehmen-koennte-besser-sein/18236768> [abgerufen am 14.07.2022].
- 16 Graw, Michael (2022): The 10 Best Fleet Management Software Tools of 2022, Connectteam, [online] <https://connectteam.com/10-best-fleet-management-software/> [abgerufen am: 14.07.2022].
- 17 Smith, Jada (2022): Was ist ein Over-the-Air-Update?, Computerwoche, [online] <https://www.computerwoche.de/a/was-ist-ein-over-the-air-update,3551551> [abgerufen am:14.07.2022].
- 18 Fraunhofer IOSB-INA (2022), [online] <https://www.iosb-ina.fraunhofer.de/de/geschaeftsbereiche/big-data-plattformen.html> [abgerufen am: 25.08.2022]
- 19 Plattform Industrie 4.0 (2019): Die Verwaltungsschale im Detail [online] <https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/verwaltungsschale-im-detail-pr%C3%A4sentation.html> [abgerufen am: 25.08.2022]
- 20 Industrial Internet Consortium, & Plattform Industrie 4.0 (2020): Digital Twin and Asset Administration Shell Concepts and Application in the Industrial Internet and Industrie 4.0, [online] <https://www.iiconsortium.org/pdf/Digital-Twin-and-Asset-Administration-Shell-Concepts-and-Application-Joint-Whitepaper.pdf> [abgerufen am: 25.08.2022]
- 21 Wikipedia (2022): Scrum [online] <https://de.wikipedia.org/wiki/Scrum> [zuletzt abgerufen am: 25.08.2022]
- 22 INCOSE (2007): Systems Engineering Vision 2020. INCOSE-TP-2004-004-02-September, 2007

- 23 Dumitrescu, R.; Albers, A.; Riedel, O.; Stark, R.; Gausemeier, J. (2021): Engineering in Deutschland – Status quo in Wirtschaft und Wissenschaft, Ein Beitrag zum Advanced Systems Engineering, Paderborn, 2021.
- 24 Weilkiens, Tim (2014): Systems engineering mit SysML/UML: Anforderungen, Analyse, Architektur. 3., überarbeitet und aktualisierte Auflage. Heidelberg: dpunkt.verl.
- 25 Lünemann, Pascal (o.J.): Was ist modellbasiertes Systems Engineering? [online] <https://www.ipk.fraunhofer.de/de/kompetenzen/digital-engineering/modellbasiertes-systems-engineering/was-ist-model-based-systems-engineering.html> [abgerufen am 14.07.2022].
- 26 Fraunhofer IIS (2022): Die Technologie Energy Harvesting [online] <https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/lv/iot-system/tech/energy-harvesting.html> [abgerufen am: 25.08.2022]
- 27 Wikipedia (2022): Dynamic Pricing [online] https://de.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Pricing [zuletzt abgerufen am: 25.08.2022]
- 28 Aachener Stiftung (2015): Recycling und Wiederverwertung [online] https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/recycling_und_wiederverwertung_1656.htm [zuletzt abgerufen am: 25.08.2022]
- 29 M.A. Shaharuzaman, ... Muhd Ridzuan Mansor (2021): Sustainable materials selection: principles and applications [online] <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/design-for-sustainability> [abgerufen am 25.08.2022]
- 30 Andreas Deuter, Technische Hochschule OWL (2022): Interview zum Thema PLM/ ALM am 22.03.2022
- 31 Schuh, Günther / Anderl, Reiner / Dumitrescu, Roman / Krüger, Antonio / ten Hompel, Michael (2020): Der Industrie 4.0 Maturity Index in der betrieblichen Anwendung: Aktuelle Herausforderungen, Fallbeispiele und Entwicklungstrends (acatech KOOPERATION), München: o.V.
- 32 Lyczkowski, Eike / Wanjek, Andreas / Sauer, Christian (2021): Drahtlose Kommunikation: Ist 5G genug?, Digital Manufacturing, [online] <https://www.digital-manufacturing-magazin.de/drahtlose-kommunikation-ist-5g-genug/> [abgerufen am 06.07.2022]
- 33 Fraunhofer-Allianz Cloud Computing (o. J.): Was ist die Cloud?, Fraunhofer CLOUD, [online] <https://www.cloud.fraunhofer.de/de/faq/cloud.html> [abgerufen am 12.07.2022].
- 34 Fraunhofer IIS (o. J.): Sichere Kommunikation für Industrie 4.0: Plattform für Edge Computing und individueller Produktion, Fraunhofer IIS, [online] <https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/lv/iot-system/anwproj/sichere-kommunikation-fuer-industrie-4-0.html> [abgerufen am 12.07.2022].
- 35 Boehm, Ellen (2020): The Top IoT Authentication Methods and Options, Keyfactor, [online] <https://www.keyfactor.com/blog/the-top-iot-authentication-methods-and-options/> [abgerufen am 12.07.2022].
- 36 Fraunhofer IPM (2019): Echtzeit-Visualisierung von Messdaten, Fraunhofer IPM, [online] <https://www.ipm.fraunhofer.de/de/presse/publikationen/Presseinformationen/echtzeit-visualisierung-von-messdaten.html> [abgerufen am 12.07.2022].
- 37 Lucid Software Inc. (o. J.): Das Potenzial der Echtzeit-Datenvisualisierung, Lucidchart, [online] <https://www.lucidchart.com/blog/de/echtzeit-datenvisualisierung> [abgerufen am 12.07.2022].
- 38 Fraunhofer IOSB-INA (2022): Demonstration in der SmartFactoryOWL, Lemgo
- 39 VDMA, Fraunhofer IOSB-INA (2020): Leitfaden Retrofit für Industrie 4.0 [online] https://www.vdma.org/documents/34570/15610928/Leitfaden_I40_Retrofit_DE_FINAL.pdf/214a2929-315d-a4f0-677f-c0221627b23c?t=1642160194829 [zuletzt abgerufen am 25.08.2022]
- 40 North, Klaus/ Maier, Ronald (2018): Wissen 4.0 – Wissensmanagement im digitalen Wandel, in: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Bd.55, S. 665-681.
- 41 North, Klaus/ Maier, Ronald (2018): Wissen 4.0 – Wissensmanagement im digitalen Wandel, in: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Bd.55, S. 665-681.
- 42 Orth, Ronald/ Voigt, Stefan / Kohl, Ina (2011): Praxisleitfaden Wissensmanagement. Prozessorientiertes Wissensmanagement nach dem ProWis-Ansatz einführen, Kai Mertins/Holger Seidel (Hrsg.), Stuttgart: FRAUNHOFER VERLAG.
- 43 Jost, Jana/ Kirks, Thomas (2017): Herausforderungen der Mensch-Technik-Interaktion in der Intralogistik, in: Michael ten Hompel/Michael Henke/Uwe Clausen (Hrsg.), Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management, 3. Bd., Dortmund: o. V.
- 44 Jost, Jana/ Kirks, Thomas (2017): Herausforderungen der Mensch-Technik-Interaktion in der Intralogistik, in: Michael ten Hompel/Michael Henke/Uwe Clausen (Hrsg.), Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management, 3. Bd., Dortmund: o. V.
- 45 Jost, Jana/ Kirks, Thomas (2017): Herausforderungen der Mensch-Technik-Interaktion in der Intralogistik, in: Michael ten Hompel/Michael Henke/Uwe Clausen (Hrsg.), Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management, 3. Bd., Dortmund: o. V.
- 46 Schuh, Günther/ Anderl, Reiner / Dumitrescu, Roman / Krüger, Antonio / ten Hompel, Michael (2020): Der Industrie 4.0 Maturity Index in der betrieblichen Anwendung: Aktuelle Herausforderungen, Fallbeispiele und Entwicklungstrends (acatech KOOPERATION), München: o.V.
- 47 Ladwig, Désirée H. (2020): Team Diversity Management – die Führung gemischter Teams, in: Lutz von Rosenstiel/Erika Regnet/Michael E. Domsch (Hrsg.), Führung von Mitarbeitern: Handbuch für erfolgreiches Personalmanagement, 8. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, S.469-483.

- 48 Gieza, Moritz/ Tran, Lisa / Ischebeck, Benjamin / Koller, Daniel (2021): Anywhere Operations – mehr als Homeoffice während der Krise?, Digital Hub Nordschwarzwald/Hochschule Pforzheim (Hrsg.), Pforzheim: o.V.
- 49 Harrington, Brad (2016): The Total Employee Experience: Boston College Center for Work & Family Spring Roundtable Meeting, o.O.: o.V.
- 50 Beck, Maria / Kramer, Darja / Stemmer, Johannes / Hermanski, Phil / Prasse, Christian (2020): Digitale Transformation im Mittelstand – Wie Start-Ins den Innovationsprozess verändern, in: Michael ten Hompel/Michael Henke/Uwe Clausen (Hrsg.), Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management, 13. Bd., Dortmund: o.V.
- 51 Lipsmeier, André (2021): Systematik zur Entwicklung von Digitalisierungsstrategien für Industrieunternehmen, Dissertation, Universität Paderborn.
- 52 Müller-Stewens, Günter/Gillenkirch, Robert (2018): Strategie, Gabler Wirtschaftslexikon, [online] <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/strategie-43591> [abgerufen am: 14.07.2022].
- 53 Start green (o. J.): Im Fokus: Nachhaltige Geschäftsmodelle, start green, [online] <https://start-green.net/aktuelles/nachrichten/im-fokus-nachhaltige-geschaeftsmodelle/> [abgerufen am: 14.07.2022].
- 54 Wirtschaft digital Baden-Württemberg (o. J.): Digitale Resilienz – Wie KMU durch digitale Technologien widerstandsfähiger und innovativer werden, Wirtschaft digital Baden-Württemberg, [online] <https://www.wirtschaft-digital-bw.de/aktuelles/thema-des-monats/digitale-resilienz> [abgerufen am: 14.07.2022].
- 55 Steibich, Karl-Heinz (2020): Resilient durch Digitalisierung: Wie wir die aktuelle und künftige Krisen besser bewältigen. Ein Beitrag von Karl-Heinz Streibich, acatech, [online] <https://www.acatech.de/allgemein/resilient-durch-digitalisierung-wie-wir-die-aktuelle-und-kuenftige-krisen-besser-bewaeltigen-ein-beitrag-von-karl-heinz-streibich/> [abgerufen am: 14.07.2022].
- 56 Hiermaier, S., Hiller, D., Edler, J., Roth, F., Arlinghaus, J. C., & Clausen, U. (2021). Resilienz. Ein Fraunhofer-Konzept für die Anwendung.
- 57 Bundesministerium für Klimaschutz und Wirtschaft (2022): G20 – Digitalisierung global gestalten, Bundesministerium für Klimaschutz und Wirtschaft, [online] <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Digitale-Welt/g20-digitalisierung-global-gestalten.html> [abgerufen am: 14.07.2022].
- 58 Blaeser-Benfer, Andreas/Trillig, Elisabeth (2014): Erfolgsfaktoren 1: Die Innovationsstrategie, RKW Kompetenzzentrum, [online] <https://www.rkw-kompetenzzentrum.de/publikationen/faktenblatt/erfolgssfaktor-1-die-innovationsstrategie/einfuehrung/#:~:text=Die%20Innovationsstrategie%20zeigt%20den%20Raum,den%20Fortbestand%20des%20Unternehmens%20sichern> [abgerufen am:14.07.2022].
- 59 RWTH (2019): Customer Co-Creation: Der Kreative Kunde als Innovationstreiber: RWTH Aachen, [online] <https://www.time.rwth-aachen.de/cms/TIME/Wirtschaft/inhalt/Weiterbildungsformate/~ehf/Customer-Co-Creation/> [abgerufen am: 14.07.2022]. Saunila, Minna/Ukko, Juhani/Rantala, Tero (2018): Value co-creation through digital service capabilities: the role of human factors, [online] <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ITP-10-2016-0224/full/html> [abgerufen am: 14.07.2022].
- 60 Mütterlein, Joschka/Berger, Benedikt/ Matt, Christian/Stirner, Anne/Hess, Thomas (2021): Creation in Virtual Reality: Immersion als Treiber des Kundenerlebnisses, in HDM Praxis der Wirtschaftsinformatik, Ausgabe 1/2022, Springer Fachmedien Wiesbaden.
- 61 Franken, Swetlana (2016): Arbeitswelt der Zukunft als Herausforderung für die Führung, Springer Link, [online] https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-11613-2_1 [abgerufen am: 14.07.2022].
- 62 Fraunhofer IESE (o. J.): Digitale Ökosysteme und digitale Plattformen: Made in Germany, Fraunhofer IESE, [online] <https://www.iese.fraunhofer.de/de/leistungen/digitale-oekosysteme.html> [abgerufen am 12.07.2022].
- 63 Fraunhofer IML (o. J.): Blockchain & Smart Contracts, Fraunhofer IML, [online] https://www.iml.fraunhofer.de/de/abteilungen/b2/einkauf_finanzen_supply_chain_management/dienstleistungen/blockchain_smart-contracts.html [abgerufen am 12.07.2022].
- 64 Fraunhofer IPA (o. J.): Einheitliche Standards für die Industrie 4.0, Fraunhofer IPA, [online] <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/einheitliche-standards-fuer-die-industrie40.html> [abgerufen am 12.07.2022].
- 65 Pethig, Florian/ Maier, Georg (2020): CrossTEP-VirtualPLC – Offene Plattform für die industrielle Datenanalyse mit virtualisierten Steuerungen, in: Jürgen Beyerer (Hrsg.), visIT: Industrial IoT und Edge Computing, 21. Bd., Karlsruhe: o.V.
- 66 Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. (BME): Nachhaltigkeit in Supply Chains - BME-Logistikstudie 2021, [online] <https://assets.bme.de/public/uploads/993a3f157ee7e86612540a1c9072e609350a50ad97ab58f64415e74b8e90> [abgerufen am 14.07.2022]
- 67 Wings, Linda Maria/ Schmeltzpfenning, Kira / Krämer, Björn / Meisner, Alena / Düssel, Gregor / Dietze, Günter / Grünewald, Norman / Ljucovic, Mirko / Murrenhoff, Anike / Napierala, Mauro (2020): WMS Marktreport Kompakt 2020: Trends und Entwicklungen auf dem Markt für Warehouse Management Systeme, Fraunhofer IML (Hrsg.), Dortmund: o.V.
- 68 ebd., die Kernaktivitäten Produkte und Services

Das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL gehört zu Mittelstand-Digital. Mit dem Mittelstand-Digital Netzwerk unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz die Digitalisierung in kleinen und mittleren Unternehmen und dem Handwerk.

Das Mittelstand-Digital Netzwerk bietet mit den Mittelstand-Digital Zentren, der Initiative IT-Sicherheit in der Wirtschaft und Digital Jetzt umfassende Unterstützung bei der Digitalisierung. Kleine und mittlere Unternehmen profitieren von konkreten Praxisbeispielen und passgenauen, anbieterneutralen Angeboten zur Qualifikation und IT-Sicherheit. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz ermöglicht die kostenfreie Nutzung und stellt finanzielle Zuschüsse bereit.

Weitere Informationen finden Sie unter **www.mittelstand-digital.de**.

Mittelstand-
Digital



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages