

BME-Logistikumfrage

# Digitalisierung in Supply Chains

Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. (BME)

1. Auflage

BME-Logistikumfrage

Digitalisierung in Supply Chains

Herausgeber: Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V.

Durchführung: Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V./Hochschule Fulda

Autoren: Michael Huth, Carsten Knauer, Tobias Ruf

Quelle Titelbild: pixabay.com

Eschborn, März 2019

---

**BME-Logistikumfrage: Digitalisierung in Supply Chains**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	9
1.1 Ausgangssituation und Zielsetzung der Umfrage	9
1.2 Vorgehensweise und Struktur des Dokuments	10
<b>2 Berücksichtigte Digitalisierungstechnologien</b>	10
2.1 Auswahl der Digitalisierungstechnologien	10
2.2 Kurzdarstellung der ausgewählten Digitalisierungstechnologien	12
2.2.1 Übersicht	12
2.2.2 Blockchain	12
2.2.3 Cloud Computing	13
2.2.4 Digital Identifiers (Smart Sensor Tags and Biometrics)	14
2.2.5 Internet of Things (IoT)	15
2.2.6 Low-cost Sensor Technology	15
2.2.7 Uberization of freight	16
2.2.8 3D-Druck	16
2.2.9 Drohnen	16
2.2.10 Roboter und Automatisierung	17
2.2.11 Selbstfahrende Fahrzeuge	17
2.2.12 Bionic Enhancement („Wearables“)	18
2.2.13 Virtual Reality (VR)/Augmented Reality (AR)	18
2.2.14 Big Data Analytics	19
2.2.15 Digitaler Zwilling	19
2.2.16 Künstliche Intelligenz (KI)/Artificial Intelligence (AI)	20
<b>3 Erhebungsdesign und Erhebungsumfang</b>	21
3.1 Erhebungsdesign	21
3.2 Erhebungsumfang	22
<b>4 Ergebnisse</b>	24
4.1 Bekanntheit von Digitalisierungstechnologien	24
4.2 Einsatz von Digitalisierungstechnologien	27
4.3 Prozessbezogener Einsatz von Digitalisierungstechnologien	31
4.4 Erfahrungen mit Digitalisierungstechnologien	33
4.5 Zukünftige Anwendung von Digitalisierungstechnologien	35
4.6 Treiber und Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien	41
4.6.1 Treiber des Einsatzes von Digitalisierungstechnologien	41
4.6.2 Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien	42
<b>5 Fazit und Schlussfolgerungen</b>	45
<b>6 Literatur- und Quellenverzeichnis</b>	47
<b>7 Über uns</b>	50
<b>8 Impressum</b>	51

## Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1: Entwicklung der Suchanfragen nach den Begriffen „Digitalisierung“ und „Industrie 4.0“ von 2004 bis 2018 .....	9
Abbildung 2: Logistics Trend Radar mit ausgewählten Digitalisierungstechnologien.....	11
Abbildung 3: Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies .....	11
Abbildung 4: Übersicht über berücksichtigte Digitalisierungstechnologien.....	12
Abbildung 5: Top-Level-Prozesse des SCOR-Modells.....	22
Abbildung 6: Teilnehmerstruktur nach Branchen .....	23
Abbildung 7: Teilnehmerstruktur nach Umsatz .....	23
Abbildung 8: Bekanntheit von Digitalisierungstechnologien .....	24
Abbildung 9: Ergänzende Informationen zu den einzelnen Digitalisierungstechnologien .....	25
Abbildung 10: Kenntnisse zu Digitalisierungstechnologien .....	26
Abbildung 11: Einsatz von Digitalisierungstechnologien .....	27
Abbildung 12: Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien im Regelbetrieb nach Branche (Anteil an der Gesamtzahl an Unternehmen, die eine Digitalisierungstechnologie im Regelbetrieb anwenden).....	29
Abbildung 13: Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien im Regelbetrieb nach Unternehmensgröße (Anteil an der Gesamtzahl an Unternehmen, die eine Digitalisierungstechnologie im Regelbetrieb anwenden).....	30
Abbildung 14: Zeitlicher Horizont des zukünftigen Einsatzes von Digitalisierungstechnologien ...	36
Abbildung 15: Zukünftiger Einsatz von Digitalisierungstechnologien nach Unternehmensgröße (Einsatz geplant innerhalb von maximal fünf Jahren, nur Technologien mit 25 oder mehr geplanten Anwendungen) .....	38
Abbildung 16: Zukünftiger Einsatz von Digitalisierungstechnologien nach Unternehmensgröße (aggregiert) (Einsatz geplant innerhalb von maximal fünf Jahren, nur Technologien mit 25 oder mehr geplanten Anwendungen).....	38
Abbildung 17: Einsatzbreite ausgewählter Digitalisierungstechnologien (durchschnittliche Anzahl an SCOR-Prozessen, in denen eine Digitalisierungstechnologie eingesetzt wird, nur Technologien mit 15 oder mehr geplanten Anwendungen) .....	40
Abbildung 18: Treiber für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien.....	41
Abbildung 19: Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien .....	43

## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1:	Durchschnittliche Anzahl gut bekannter Technologien nach Unternehmensgröße (bezogen auf den Umsatz) .....	27
Tabelle 2:	Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien in SCOR-Prozessen (Einsatz im Regel- oder Testbetrieb; nur Technologien mit 10 oder mehr Anwendungen).....	31
Tabelle 3:	Erfahrungen mit ausgewählten Digitalisierungstechnologien (Einsatz im Regel- oder Testbetrieb; nur Technologien mit 10 oder mehr Anwendungen).....	33
Tabelle 4:	Zukünftige Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien in SCOR-Prozessen (nur Technologien mit 15 oder mehr geplanten Anwendungen) .....	39

## Grußworte

---

Sehr geehrte Damen und Herren,

Die digitale Transformation ist für Einkauf, Logistik und Supply Chain Management Chance und Herausforderung zugleich. Denn: Sie erfasst alle Glieder der Wertschöpfungs- und Lieferketten. Es herrscht großer Informationsbedarf zu diesem wichtigen Megatrend, der ebenso wie Globalisierung und War for Talents nachhaltige Lösungen zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen erfordert. Der BME trägt dem seit Langem Rechnung und unterstützt seine Mitglieder durch eine Vielzahl von Veranstaltungen.

Es freut uns sehr, dass wir dem Zukunftsthema Industrie 4.0 mit der jetzt von BME und Hochschule Fulda gemeinsam veröffentlichten Logistik-Umfrage „Digitalisierung in Supply Chains“ ein weiteres Kapitel hinzufügen können. Anlass für unsere Studie war die Suche nach Antworten auf wichtige Fragen, die Einkauf, Logistik und SCM gleichermaßen bewegen: Nutzen diese Entscheidungsträger bereits die ganze Bandbreite neuester Technologien zur Digitalisierung ihrer Lieferketten? Sind Sie fit genug für das Internet of Things?

Ich kann Ihnen versichern, liebe Leserinnen und Leser, dass unsere Befragung unter den 251 Supply Chain Managern und Führungskräften angrenzender Bereiche wie IT, Logistik, Produktion oder Materialfluss Erstaunliches und Überraschendes zutage gefördert hat. So sind viele der aktuellen Digitalisierungstechnologien wie Roboter und Automatisierung oder Selbstfahrende Fahrzeuge den befragten Supply Chain Managern zwar bekannt; dennoch gibt es auch elektronische Lösungen wie Digitaler Zwilling, Uberization of freight oder Low-cost Sensor Technology, die von ihnen kaum oder gar nicht genutzt werden. Daher unsere dringende Empfehlung an die Entscheidungsträger, bestehende Wissenslücken schnell zu schließen. Ansonsten besteht insbesondere für KMU die reale Gefahr, den Digitalisierungszug zu verpassen.

Jetzt aber wünsche ich Ihnen viel Vergnügen beim Lesen dieser – hoffentlich für Sie spannenden und zugleich informativen Fachlektüre sowie viel Erfolg bei der Digitalisierung Ihrer Supply Chains.



Dr. Silvius Grobosch

Hauptgeschäftsführer des BME

## Grußworte

Sehr geehrte Damen und Herren,

die BME-Logistikumfrage zur Digitalisierung in Supply Chains ist das erste gemeinsame Projekt des Bundesverbands Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. und der Hochschule Fulda. Wir freuen uns sehr, dass diese Kooperation zustande gekommen ist und die Hochschule Fulda mit ihrer Kompetenz im Fachgebiet Logistik dazu beitragen kann, zu einem so hochaktuellen Thema eine Bestandsaufnahme vorzulegen. Und genauso freut uns, dass unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf Basis der Studienergebnisse Empfehlungen mit dem Ziel formulieren können, gerade auch mittleren und kleineren Unternehmen Anhaltspunkte für ihre jeweilige Digitalisierungsstrategie zu liefern.

Auch für uns als Hochschule sind die Studienergebnisse wertvoll: Sie zeigen auf, wo Optimierungsbedarf besteht und liefern damit wichtige Hinweise für einen bestmöglichen Wissenstransfer von der Wissenschaft in die Praxis.

Dass es noch Potenzial gibt, diesen Transfer zu optimieren, zeigt die Studie deutlich. Nicht selten, so führen die Ergebnisse der Umfrage vor Augen, kommen Lösungen noch gar nicht in der Praxis an. Vor allem gilt dies mit Blick auf die kleineren und mittleren Unternehmen. Verwundern kann das kaum. Denn um Digitalisierungsstrategien umzusetzen, bedarf es personeller Ressourcen – in quantitativer wie qualitativer Hinsicht. Die Unternehmen sind gefordert, verstärkt Know-how im Bereich Digitalisierung aufzubauen.

Keine leichte Aufgabe, stehen doch viele Mittelständler vor dem Problem, dass sie kaum noch Nachwuchskräfte finden. Hier bietet sich gerade für KMU eine Zusammenarbeit mit Hochschulen für Angewandte Wissenschaften an. So können sie frühzeitig Kontakt zu Absolventinnen und Absolventen aufnehmen – etwa über die Vergabe von Bachelor- und Masterarbeiten – und sich damit den Nachwuchs und das erforderliche Know-how sichern.

Übrigens: Auch an der vorliegenden Studie hat ein Masterstudent der Hochschule Fulda mitgearbeitet und auf dieser Basis seine Abschlussarbeit verfasst.

Eine anregende Lektüre wünscht Ihnen



Prof. Dr. Steven Lambeck

Vizepräsident für Forschung und Entwicklung an der Hochschule Fulda

## Vorwort

Digitalisierung scheint überall zu sein: Ob es im Privatleben um das „Smart Home“ oder intelligente Lautsprecher mit Sprachassistenten geht oder ob an Produktionslinien scheinbar durch Geisterhand ausgewählte Bauteile automatisch angeliefert werden, um dann durch Roboter verbaut zu werden – Deutschland spielt bei der Digitalisierung in der ersten Liga mit. Das zumindest lässt sich vermuten, denn angesichts der Vielzahl an Publikationen in der Wissenschaft, aber auch durch Beratungsgesellschaften, die auf die Potenziale der Digitalisierung und zukünftige Geschäftsmodelle hinweisen, scheint es für den Einsatz moderner Technologien kaum Grenzen zu geben.

Viele der Potenziale und „Business Cases“ betreffen die Logistik oder – weiter gefasst – das Supply Chain Management, also das Management ganzer Wertschöpfungsketten. Damit stellt sich unweigerlich die Frage: Ist die Digitalisierung in Supply Chains bereits vollumfänglich „angekommen“? Wie stark nutzen Unternehmen in ihren Supply Chains bereits Digitalisierungstechnologien? Wird die Blockchain bereits in Wertschöpfungsketten eingesetzt, welche Erfahrungen sind damit verbunden? Nutzen Unternehmen Low-Cost Sensor Technology, und welche Treiber haben zu ihrem Einsatz geführt? Wenden Akteure in Supply Chains künstliche Intelligenz ein, und welche Hemmnisse verzögern den Einsatz?

All diese Fragen interessierten uns, zumal zwar ausreichend „Best-Practice- Beispiele“ beschrieben werden, es aber nur wenig Informationen darüber gab, wie der Status Quo aussieht. Im Rahmen der BME-Fachgruppe „Supply Chain Management“, bei denen neben einzelnen Vertretern der Wissenschaft vor allem Unternehmen aller Couleur vertreten sind, führten wir Gespräche zum Thema Digitalisierung und stellten fest, dass auf der einen Seite wenig Transparenz über den Einsatz von Digitalisierungstechnologien in Supply Chain vorhanden war, dass auf der anderen Seite aber das Interesse an derartigen Informationen groß war.

Diese Lücke zwischen Informationsbedürfnis und Informationsangebot führte dazu, eine erste BME-Logistikumfrage zur „Digitalisierung in Supply Chains“ zu planen und durchzuführen. Unser Ziel war dabei aber nicht nur, unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten das Informationsdefizit zu beheben. Vielmehr ging es uns auch darum, Unternehmen einen Benchmark dafür zu liefern, wie weit ihre eigenen Digitalisierungsumsetzungen in Supply Chains im Vergleich zu anderen gediehen sind, welche Technologien mit welchem Zeithorizont umgesetzt werden und welche Treiber und Hemmnisse bei der Umsetzung zu beachten sind. Mit anderen Worten: Mit den Ergebnissen der BME-Logistikumfrage möchten wir Unternehmen hilfreiche Informationen an die Hand geben, um die eigene Digitalisierungsstrategie zielgerichtet vorantreiben zu können. Dazu haben wir 15 Technologien untersucht, die uns wesentlich erschienen. Die Spanne der Technologien reicht von Automatisierung und Robotern über Big Data Analytics und künstliche Intelligenz bis hin zu Uberization of Freight und damit einem Konzept der Sharing Economy. In dieser Auswahl, die auf der Analyse gängiger Trendreports basiert, sind mit Sicherheit auch Technologien enthalten, die für Ihre Supply Chain relevant ist.

Steigen Sie also ein in die Ergebnisse der BME-Logistikumfrage und nutzen Sie die Informationen für die digitale Ausgestaltung Ihres Unternehmens. Natürlich bleiben auch wir am Ball: Wir werden die Entwicklungen der nächsten Jahre aufmerksam beobachten und untersuchen, ob die untersuchten Technologien tatsächlich wie in der Umfrage erhoben in der nahen und mittleren Zukunft in Supply Chains eingesetzt werden.

Ihnen eine spannende Lektüre wünschen



Carsten Knauer  
Leiter Sektion Logistik  
BME e.V.



Prof. Dr. Michael Huth  
Fachbereich Wirtschaft, insbesondere Logistik

## 1. Einleitung

### 1.1 Ausgangsituation und Zielsetzung der Umfrage

Digitalisierung und Industrie 4.0 sind Begriffe, die derzeit – sowohl im IT-Umfeld als auch in der Wirtschaft – beinahe allgegenwärtig sind. Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der Suchanfragen bei Google nach den Begriffen „Digitalisierung“ und „Industrie 4.0“. Die Abbildung verdeutlicht, dass der Begriff der Digitalisierung nicht neu ist, sondern bereits seit den

frühen 2000er Jahren immer wieder gesucht wurde. Dennoch ist seit Beginn 2014 ein starker Anstieg in den Suchanfragen zu finden. Der Begriff „Industrie 4.0“ war bis etwa 2011 nicht bekannt; die Suchanfragen nach diesem Begriff beginnen ab Ende 2011 und steigen ab 2013 deutlich an.

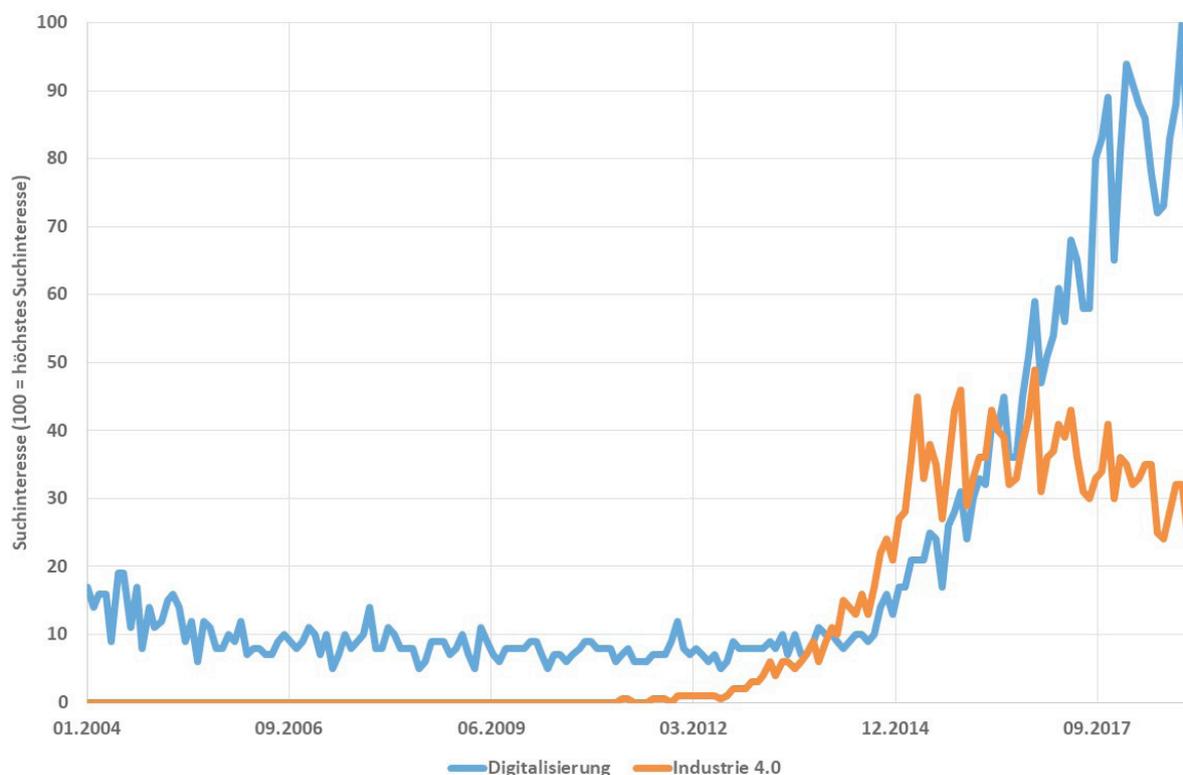


Abbildung 1: Entwicklung der Suchanfragen nach den Begriffen „Digitalisierung“ und „Industrie 4.0“ von 2004 bis 2018<sup>1</sup>

Abbildung 1 visualisiert die Bedeutung, die die Begriffe „Digitalisierung“ und „Industrie 4.0“ seit etwa 2013 erlangt haben – zumindest in den Suchanfragen bei Google. Gleichzeitig stellt sich die Frage, ob die Digitalisierung auch in der Wirtschaft „angekommen“ ist, das heißt, ob Unternehmen Digitalisierungstechnologien im Sinne von Industrie 4.0 um- und einsetzen. Zwar weisen Anbieter von Digi-

talisierungstechnologien sowie Unternehmensberatungen auf Anwendungspotenziale und den Nutzen der Digitalisierung hin. Dennoch ist unklar, inwieweit Unternehmen diesen Nutzen bereits realisieren können und wollen. Diese Frage stellt sich umso mehr im Bereich des Supply Chain Managements, also des Managements von unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsketten.

<sup>1</sup> Der Wert 100 steht für die höchste Beliebtheit dieses Suchbegriffs. Der Wert 50 bedeutet, dass der Begriff halb so beliebt ist, und der Wert 0 bedeutet, dass für diesen Begriff nicht genügend Daten vorlagen. Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Google Trend, URL: <https://trends.google.de/trends/explore?date=all&geo=DE&q=digitalisierung,Industrie%204.0>.

## 2

Mit der BME-Logistikumfrage „Digitalisierung in Supply Chains“ ist vor diesem Hintergrund die übergeordnete Zielsetzung verbunden, Transparenz in die aktuelle und geplante Umsetzung von Digitalisierungstechnologien in Supply Chains zu bringen. Unternehmen sollen dadurch Informationen erhalten, die für ihre eigene Digitalisierungsentwicklung im Bereich des Supply Chain Managements wertvoll sein können. Unterhalb dieser Zielsetzung sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Zunächst soll der Umsetzungsstand von Digitalisierungstechnologien in Supply Chains ermittelt und dokumentiert werden. Dabei werden auch die Erfahrungen erfasst, die Unternehmen mit dem Technologieeinsatz gemacht haben. Dieses aktuelle Bild der Digitalisierung kann Unternehmens als Vergleichsmaßstab für ihren eigenen Umsetzungsstand bieten.
- Weiterhin soll die zukünftige Entwicklung hinsichtlich der Digitalisierung in Supply Chains aufgezeigt werden. Unternehmen erhalten damit Indikatoren und eine „Road Map“, welche Technologien in welchen Zeiträumen implementiert werden sollen.
- Letztendlich ist es für Unternehmen auch wichtig, Treiber und Hemmnisse für die Umsetzung von Digitalisierung zu kennen, um diese zielgerichtet aktivieren oder abbauen zu können.

### 1.2 Vorgehensweise und Struktur des Dokuments

Um die im vorherigen Abschnitt genannten Ziele zu erreichen, wurde folgende Vorgehensweise gewählt:

- 1) Eine erste und standardisierte Erfassung von Primärdaten erfolgt im Rahmen einer Online-Erhebung.
- 2) Anschließend werden mit ausgewählten Teilnehmern<sup>2</sup> der Online-Erhebung telefonische Experteninterviews geführt, um Einzelaspekte ausführlicher zu diskutieren.

Die Ergebnisse der Online-Erhebung und der Experteninterviews werden in der vorliegenden Studie dokumentiert. Bevor sie dargestellt und diskutiert

werden, sollen zunächst diejenigen Digitalisierungstechnologien vorgestellt werden, die im Rahmen der BME-Logistikumfrage berücksichtigt wurden. Diese Übersicht, die für das weitere Verständnis hilfreich ist, findet sich in Kapitel 2. In Kapitel 3 werden das Erhebungsdesign und der Erhebungsumfang dokumentiert, um den Rahmen der Erhebung zu verstehen. Kern des vorliegenden Dokuments ist Kapitel 4, in dem die detaillierten Ergebnisse der Erhebung grafisch dargestellt und ausführlich dokumentiert und diskutiert werden. Die Studie schließt in Kapitel 5 mit einem Fazit und Schlussfolgerungen.

## 2 Berücksichtigte Digitalisierungstechnologien

### 2.1 Auswahl der Digitalisierungstechnologien

Wie lässt sich Digitalisierung greifbar machen, sodass letztendlich der Umsetzungsstand der Digitalisierung in Supply Chains möglichst gut abgebildet wird? Eine Umfrage kann – allein schon aus Akzeptanzgründen – nicht alle Digitalisierungstechnologien mit sämtlichen Varianten aufführen und abfragen. Für die BME-Logistikumfrage wurden daher 15 verschiedene Technologien und Konzepte herangezogen, die im Rahmen der Digitalisierungsentwicklung für Supply Chains eine besondere Relevanz aufweisen. Um die Handhabung sowohl in der Online-Erhebung und den Experteninterviews als auch in der vorliegenden Studie zu

erleichtern, wird grundsätzlich von „Digitalisierungstechnologien“ gesprochen.

Grundlage für die Entscheidung, welche Digitalisierungstechnologien in der BME-Umfrage berücksichtigt werden, waren

- das „Logistics Trend Radar“ von DHL Customer Solutions & Innovation in der Version von 2016 (siehe Abbildung 2) und
- der „Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies“ von 2017 (vgl. dazu Abbildung 3).

<sup>2</sup> In der vorliegenden Studie wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit ausschließlich die männliche Form verwendet. Diese Form bezieht sich auf Personen jeden Geschlechts.

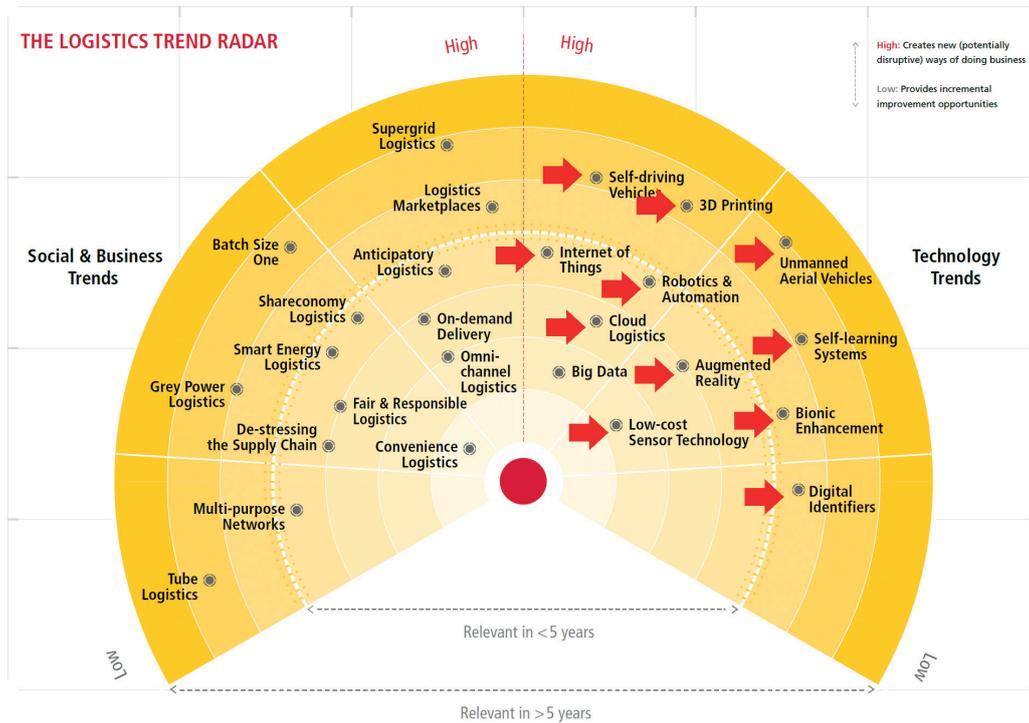


Abbildung 2: Logistics Trend Radar mit ausgewählten Digitalisierungstechnologien<sup>3</sup>

Basierend auf den dort aufgeführten Digitalisierungstechnologien wurde – unter der Maßgabe, maximal 15 Technologien auszuwählen – mit der Fachgruppe

„Supply Chain Management“ des BME die finale Auswahl diskutiert und abgestimmt.

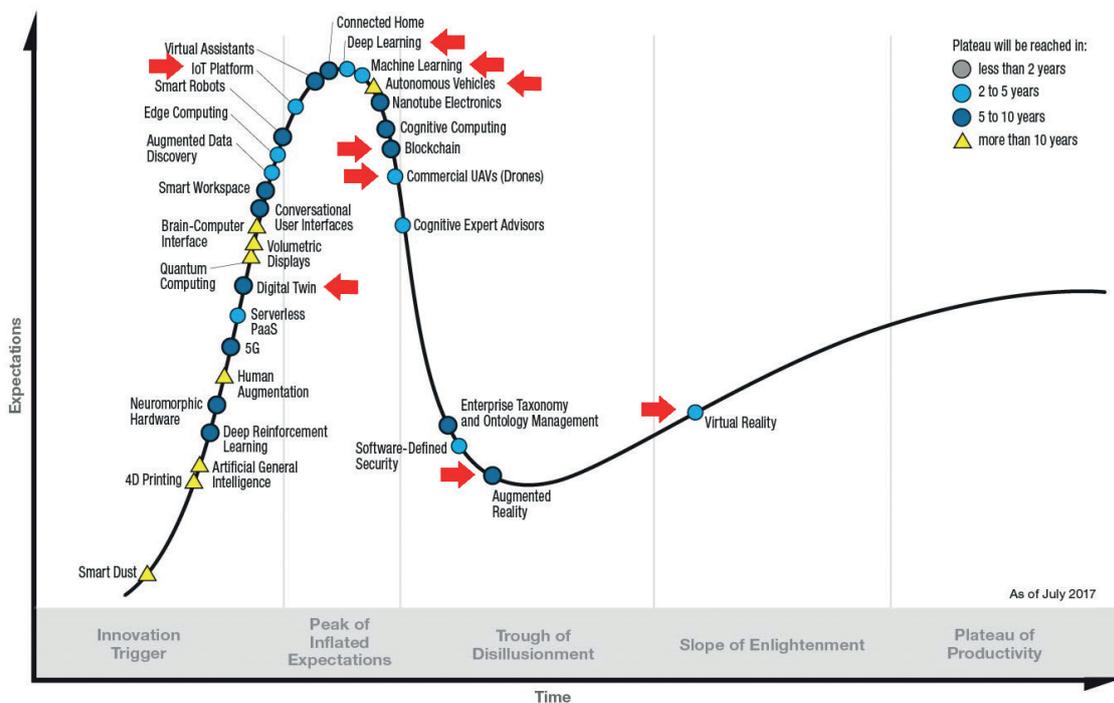


Abbildung 3: Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Quelle: mit eigenen Ergänzungen übernommen von DHL Customer Solutions & Innovation (2016), S. 14–15.

<sup>4</sup> Quelle: mit eigenen Ergänzungen übernommen von Panetta, K. (2017).

# 2

## 2.2 Kurzdarstellung der ausgewählten Digitalisierungstechnologien

### 2.2.1 Übersicht

Die ausgewählten Digitalisierungstechnologien, die im folgenden Abschnitt beschrieben werden, lassen sich in vier Bereiche gruppieren, die in Abbildung 4 dargestellt werden. Dabei wird unterschieden zwischen:

- Erfassung, Austausch und Vorhaltung von Daten
- Automatisierung
- Interaktion zwischen Mensch und Maschine
- Analyse von Daten und Systemen

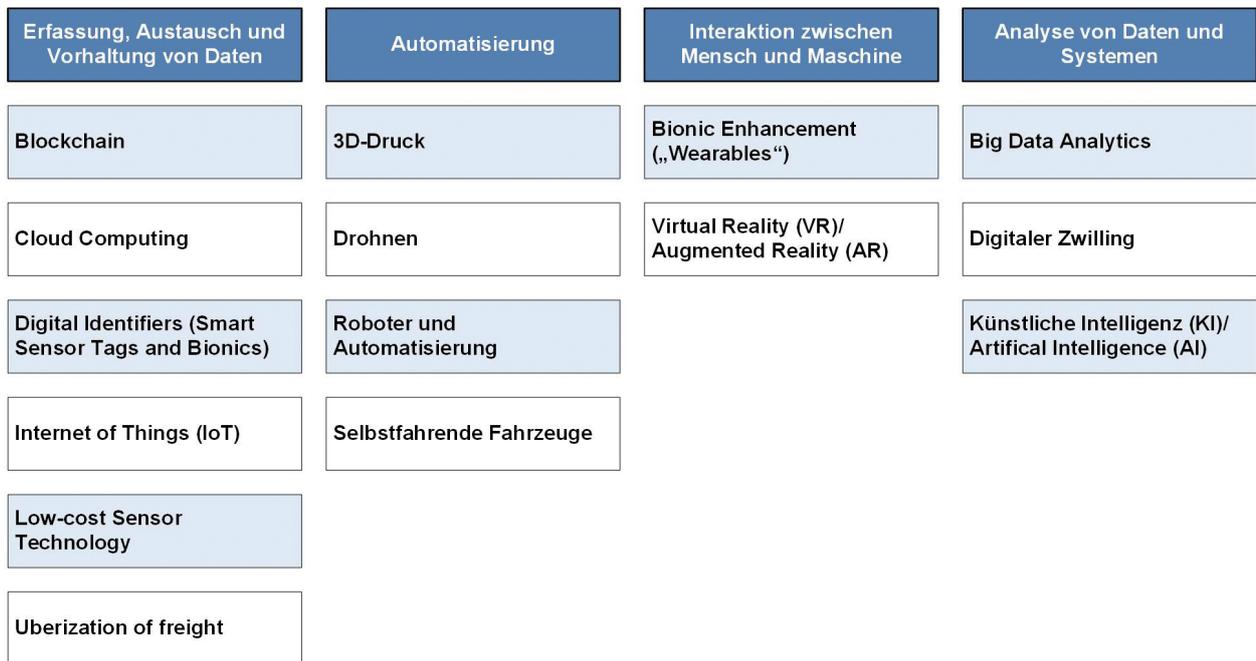


Abbildung 4: Übersicht über berücksichtigte Digitalisierungstechnologien<sup>5</sup>

### 2.2.2 Blockchain

Die Blockchain-Technologie ist besonders im Zusammenhang mit Geldgeschäften bekannt geworden. Im Jahr 2008 wurde die Technologie mit der digitalen Währung Bitcoin von Satoshi Nakamoto entwickelt. Das Konzept ermöglicht es, Zahlungstransaktionen ohne einen Intermediär, zum Beispiel eine Bank, abzuwickeln.<sup>6</sup> Daneben kann die Technologie auch für den Transfer allgemeiner digitaler Daten genutzt werden. Statt einer zentralen Speicherung der Daten beim Inter-

mediär sichert das gesamte Teilnehmernetzwerk die Informationen auf den eigenen Servern, damit also dezentral.<sup>7</sup> Die Blockchain ist eine Datenreihe bestehend aus Blöcken. Jeder Block hängt dabei vom vorangegangenen ab, wobei diese Verbindungen mathematisch belegbar sind und so die Kette vor Manipulation geschützt ist.<sup>8</sup> Jeder Block besteht wiederum aus Transaktionen und enthält die Prüfsumme (den sogenannten Hash), mit der der vorherige Block versiegelt wurde. Für die Erstellung eines neuen Blocks muss

<sup>5</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Szozda (2017), S. 403.

<sup>6</sup> Vgl. Pfohl (2018), S. 377 und Nakamoto (2008), S. 2.

<sup>7</sup> Vgl. Stölzle, Schmidt, Kille et al.(2018), S. 12, und Bader (2018).

<sup>8</sup> Vgl. Kurz, Rehak (2018).

eine mathematische Rechnung gelöst werden. Hierfür stellen bestimmte Teilnehmer (die Miner) ihre Rechenleistung zur Verfügung. Wurde die Aufgabe gelöst, darf der betreffende Miner den Block erstellen und wird dafür belohnt (zum Beispiel in Form von Bitcoins). Alle anderen Miner und Teilnehmer übernehmen nach eigener Prüfung (Konsensmechanismus) den Block für die neue Blockchain.<sup>9</sup>

Für das Supply Chain Management könnte das Blockchain-Konzept insbesondere für den Austausch von standardisierten Dokumenten oder die Schaffung transparenter Warenflüsse interessant sein. Zudem könnten „Smart Contracts“, die auf einem ereignisgesteuerten Algorithmus beruhen, realisiert werden. Dabei wird automatisch ein Vertrag geschlossen, wenn ein festgelegtes Ereignis eintritt.<sup>10</sup> Dennoch bestehen noch rechtliche und technische Hürden. So sind die Auditierung und die Zertifizierung der Technologie durch staatliche Einrichtungen noch nicht möglich. Da alle Teilnehmer die gleichen Datenblöcke speichern und mit jeder Transaktion die „Blockkette“ zunimmt, vergrößert sich das Speichervolumen an Blockchain-Daten für alle Nutzer. Des Weiteren gibt es keine verbindlichen Standards für Geschäftsprozesse oder Businessdokumente.<sup>11</sup>

### 2.2.3 Cloud Computing

Der Begriff Cloud Computing umschreibt die Möglichkeit, zeit- und ortsunabhängig Daten auf externen und über das Internet erreichbaren Servern zu speichern oder zu verarbeiten.<sup>12</sup> Da aus Sicht der Nutzer die Daten auf einem externen System gespeichert werden, spricht man von ei-

ner Cloud. Der Zugriff auf die Daten bedarf einer Internetverbindung und einer Autorisierung.<sup>13</sup>

Eine Cloud lässt sich durch fünf Eigenschaften charakterisieren: on-demand self-service, broad network access, resource pooling, rapid elasticity sowie measured service. Gemäß dem ersten Merkmal können die Nutzer jederzeit und ohne menschliche Interaktion mit dem Cloud-Betreiber auf die Serverleistungen zugreifen. Des Weiteren bestehen verschiedene Zugangsmöglichkeiten zu den Daten, ohne über ein bestimmtes Computerprogramm verfügen zu müssen. Die Ressourcen (zum Beispiel Speicherplatz, aber auch Anwendungsprogramme) des Serveranbieters werden unter den Nutzern geteilt. Die Leistungen können dabei flexibel bereitgestellt und beansprucht werden. Als fünfte Eigenschaft lässt sich die Messung gebrauchter Dienstleistungen nennen, wodurch der Serviceanbieter und der Nutzer die Inanspruchnahme der Services nachvollziehen können.<sup>14</sup>

Die Serviceleistungen der Dienstleister können in Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) und Software as a Service (SaaS) unterschieden werden: Bei IaaS stellt der Serverbetreiber lediglich die Speicherkapazität und Rechenleistungen zur Verfügung. Stellt der Anbieter dem Nutzer Ressourcen zur Entwicklung einer individuellen Software zur Verfügung, handelt es sich um eine PaaS. Bei einer Cloud mit SaaS wird den Anwendern Software (zum Beispiel ein ERP-System) zur Verfügung gestellt, mit der direkt gearbeitet werden kann. Der Cloud-Betreiber verantwortet dabei die Wartung und Aktualisierung der Software. Aufgrund anfallender Nutzungsentgelte entstehen den Kunden keine zusätzlichen Investitionskosten.<sup>15</sup>

<sup>9</sup> Vgl. Flossbachvonstorck.de (2018).

<sup>10</sup> Vgl. Pfohl (2018), S. 378.

<sup>11</sup> Vgl. Gmür, Göbel (2018), online.

<sup>12</sup> Vgl. Mertens, Bodendorf, König et al. (2017), S. 23f.

<sup>13</sup> Vgl. Schulte (2017), S. 100f.

<sup>14</sup> Vgl. Mell, Grance (2011), S. 2.

<sup>15</sup> Vgl. ten Hompel, Wolf, Daniluk et al. (2012), S. 130f.

## 2

Es lassen sich vier unterschiedliche Formen von Clouds unterscheiden: Handelt es sich um eine öffentliche Cloud, werden die Systemressourcen unter mehreren Anwendern (Unternehmen) geteilt. Bei einer privaten Cloud werden beispielsweise Daten innerhalb eines Unternehmens zwischen verschiedenen Niederlassungen geteilt, wobei der Zugang meist via Intranet oder das Virtual Privat Network (VPN) erfolgt. Eine hybride Cloud vermischt beide genannten Typen, um die Sicherheit der privaten Cloud und die hohe Anpassungsfähigkeit der öffentlichen Cloud hinsichtlich Speichergrößen (Skalierbarkeit) zu kombinieren. So können sensible Daten im privaten Serverbereich und unkritische Informationen im öffentlichen Teilbereich gespeichert werden. Eine weitere Form stellt die Community Cloud dar, nach der mehrere private Clouds zu einer verbunden werden und alle Unternehmen Zugriff auf die geteilte Cloud haben.<sup>16</sup>

#### 2.2.4 Digital Identifiers (Smart Sensor Tags and Biometrics)

Digital Identifiers (deutsch: digitale Identifizierungstechnologien) sind Systeme, die in der Lage sind, einzelne Objekte wie Güter oder Güterbündel (zum Beispiel Paletten), aber auch Personen zu identifizieren und zu erfassen.<sup>17</sup> Eine Möglichkeit der automatisierten Identifikation und Sendungsverfolgung von Produkten bietet die RFID-Technologie (Radio Frequency Identification). Hierbei werden die Produkte mit Transpondern (Tags), Mikrochips mit integrierter Antenne, bestückt. Dabei gibt es unterschiedliche Typen von Transpondern, die sich nach Frequenzbereichen, dem Weg der Datenübertragung und Preisen unterscheiden. Im Vergleich zum gedruckten Barcode lassen sich die gespeicherten Informa-

tion verändern.<sup>18</sup> Zum Auslesen der Datei wird ein RFID-Lesegerät (oftmals mit Schreibfunktion) benötigt, das mit magnetischen oder elektromagnetischen Feldern das Tag auslesen kann.<sup>19</sup> Wenn der Transponder eine eigene Stromquelle besitzt, werden kontinuierlich Daten ausgesendet – man spricht dann von einem aktiven Tag. Passive Transponder haben hingegen keine Energiequelle und übermitteln daher erst Informationen, wenn das Lesegeräte Radiowellen aussendet, die der Transponder als Energie zur Rückmeldung der gespeicherten Informationen nutzt.<sup>20</sup>

Die Technologie der Near Field Communication (NFC) ermöglicht, ähnlich der RFID, einen physisch-kontaktfreien Datenaustausch zwischen zwei elektronischen Apparaten. Geräte mit NFC-Funktion können zudem mit RFID-Tags interagieren, das heißt, diese auslesen oder Daten ändern.<sup>21</sup> In Abgrenzung zur RFID-Technologie können jedoch die NFC-Geräte abwechselnd als „Transponder“ oder „Lesegerät“ fungieren.<sup>22</sup> Für die Datenübertragung dürfen beide Geräte einen Abstand von maximal 20 Zentimetern voneinander haben, weshalb man vom Near Field spricht. Für die Kommunikationsdurchführung nehmen die Geräte unterschiedliche Rollen wie den NFC-Initiator (Einleitung der Kommunikation) und NFC-Targets (Kommunikationspartner) ein.<sup>23</sup> Als NFC-Gerät lassen sich beispielsweise Mobiltelefone nutzen, um RFID-Etiketten auszulesen oder elektronische Tickets zu buchen.<sup>24</sup>

Bei der biometrischen Identifikation steht nicht das Logistikobjekt im Vordergrund, sondern die ausführende Person. Daher wird Biometrie vor allem im Sicherheitsbereich eingesetzt, um nur berechtigten Personen Zugang zu bestimmten Räumlichkeiten zu gewähren.<sup>25</sup> Zur Identifikati-

<sup>16</sup> Vgl. Leimeister (2015), S. 54.

<sup>17</sup> Vgl. Hausladen (2016), S. 55 und 61.

<sup>18</sup> Vgl. Piontek (2016), S. 245.

<sup>19</sup> Vgl. Finkenzeller (2015), S. 9 und 11.

<sup>20</sup> Vgl. Piontek (2016), S. 245.

<sup>21</sup> Vgl. Finkenzeller (2015), S. 516.

<sup>22</sup> Vgl. Langer, Roland (2010), S. 6.

<sup>23</sup> Vgl. Finkenzeller (2015), S. 73f.

<sup>24</sup> Vgl. Kern (2011), S. 187.

<sup>25</sup> Vgl. Hausladen (2016), S. 61.

on können Fingerabdrücke, Handabdrücke, die Sprachidentifizierung sowie die Netzhauterkennung angewandt werden. So wird zum Beispiel bei der Fingerabdruckprüfung die Fingerspitze auf ein Lesegerät gedrückt, das aus dem Abdruckmuster versucht, die Person zu identifizieren. Bei der Spracherkennung muss die Person zur Identifizierung auf die Fragen eines Computers antworten. Die gesagten Worte werden über ein Mikrofon in Daten umgewandelt und versucht, dem Sprachmuster der richtigen Person zuzuordnen.<sup>26</sup>

### 2.2.5 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (kurz: IoT, deutsch: Internet der Dinge) beschreibt die Vernetzung von verschiedenen Objekten (zum Beispiel Maschinen, Smartphones, Computer und Fahrzeuge) durch Informations- und Kommunikationstechnologien. Dies wird durch die Miniaturisierung elektrischer Bauteile wie Antennen oder RFID-Tags ermöglicht. Sind die Objekte mit elektronischen Bauteilen ausgerüstet, können diese untereinander kommunizieren. Dadurch kann beispielsweise das Einkaufen zukünftig ohne Kassierer ermöglicht werden, indem jedes Produkt über ein RFID-Tag verfügt, das automatisch am Lesegerät der Kasse erfasst wird. Die Bezahlung kann dann durch das Mobiltelefon per NFC-Technologie stattfinden.<sup>27</sup>

In der Intralogistik kann das Internet der Dinge dazu beitragen, die Materialfluss-Steuerung zu dezentralisieren und modular aufzubauen, wodurch die Komplexität bestehender zentralgesteuerter Systeme reduziert werden kann. Als Vorbild dient dabei das Internet selbst, das durch seine Dezentralität als besonders robust gilt. Autonome Behälter und Ladungsgüter können sich selbstständig in Interaktion mit intelligenten Fahrzeugen zum Zielort lotsen. Alle Objekte kön-

nen sich in diesem hierarchielosen System an eine wechselnde Nachfrage oder Maschinenausfälle eigenständig anpassen.<sup>28</sup>

### 2.2.6 Low-cost Sensor Technology

Die Preise für Sensoren haben sich in den vergangenen Jahren durch den massenhaften Einbau in Smartphones deutlich vergünstigt. Durchschnittlich befinden sich in einem Mobiltelefon 14 Sensoren, die verschiedene Zustände (Beschleunigung, Luftfeuchtigkeit, Temperatur usw.) messen. Durch die reduzierten Preise wird die Sensortechnologie auch für andere Einsatzbereiche interessant, in denen sie zuvor nicht wirtschaftlich gewesen wäre. So lassen sich Sensoren zur Datenerfassung beispielsweise zur Abmessung von Ladegütern einsetzen.<sup>29</sup>

Im Allgemeinen ist es mit Sensoren möglich, den Zustand eines Leistungssystems zu messen. Dabei wird die Barriere zwischen physischem Zustand und digitalen Vorgaben überwunden, indem Sensoren beispielsweise Temperatur, Druck oder Energieverbrauch eines Gegenstands messen und an ein Informationssystem weiterleiten.<sup>30</sup> Aktoren können in Abgrenzung zu Sensoren den Systemzustand an den Zielzustand anpassen, zum Beispiel über eine elektrische Ventilsteuerung zur Druckanpassung.<sup>31</sup>

Als Beispiel lassen sich Lkw mit Tür-, Brems- und Temperatursensoren bestücken, um die Ladegüter vor Diebstahl, Verderb oder Verlust zu schützen. Die Türsensoren dokumentieren über einen Magnetschalter, ob die Tür richtig geschlossen ist, während die Bremssensoren den Verschleiß überwachen. Für wärmeempfindliche Güter lassen sich Temperatursensoren installieren, die rechtzeitig Hinweise auf eine Überschreitung der Mindesttemperatur oder ungenügende Kühlmittelvorräte geben.<sup>32</sup>

<sup>26</sup> Vgl. Finkenzeller (2015), S. 5f.

<sup>27</sup> Vgl. Andelfinger, Hänisch (2015), S. 10.

<sup>28</sup> Vgl. Günthner, Chisu, Kuzmany (2010), S. 43f.

<sup>29</sup> Vgl. DHL (2018), S. 44.

<sup>30</sup> Vgl. Ferstl (2008), S. 186 und Bousonville (2017), S. 19.

<sup>31</sup> Vgl. Schulte (2017), S. 193.

<sup>32</sup> Vgl. Schöpker (2015), S. 59f.

## 2

### 2.2.7 Uberization of freight

„Uberization of freight“ ist eine neuartige Bezeichnung, die den Unternehmensnamen Uber mit logistischen Aufgaben in Verbindung bringt.<sup>33</sup> Das Geschäftsmodell des amerikanischen Unternehmens Uber basiert auf der Vermittlung von Fahrgästen an private Fahrer mit eigenem Auto oder Mietwagen sowie an Taxis. Die Nachfrage und die Angebote werden durch eine Mobiltelefon-App oder via Internetseite zusammengeführt.<sup>34</sup> Diese Geschäftsstrategie lässt sich auf die Logistik abstrahieren, indem mittels internetfähiger Mobiltelefone vorhandene Ladekapazitäten über eine Internetplattform angeboten oder nachgefragt werden könnten. Durch die dann gesteigerte Transparenz über Angebot und Nachfrage sowie durch den Einsatz mathematischer Verfahren soll sich so die Auslastung der Verkehrsmittel verbessern.<sup>35</sup>

### 2.2.8 3D-Druck

Unter dem Begriff 3D-Druck wird eine additive (das heißt auftragende), schichtweise Fertigung von Werkstücken verstanden werden. (Gegenteilige Verfahren sind subtraktiv, zum Beispiel Bohren, Schleifen und Fräßen, hierbei wird Material der Grundform abgetragen, um das fertige Produkt zu erstellen.<sup>36</sup>) Dem eigentlichen Fertigungsprozess des 3D-Drucks gehen jedoch einige Arbeitsschritte voraus. Ausgangslage ist eine dreidimensionale CAD-Zeichnung (CAD: Computer-Aided Design), die die Körperoberflächen des zu druckenden Gegenstands darstellt. Im nächsten Schritt wird die Zeichnung in ein Netz mit dreieckigen Flächen umgewandelt, bevor die Datei in ein bestimmtes Format (STL: Standard Triangulation Language) gebracht wird.<sup>37</sup> Dieses Format ermöglicht es der 3D-Druck-Software,

die Zeichnung in dünne Schichten zu zerlegen. Anschließend werden diese Schichten einzeln gedruckt und ergeben zusammen den fertigen Gegenstand.<sup>38</sup>

Unter dem Begriff 3D-Druck werden oftmals sämtliche additiven Verfahren subsumiert, obwohl dieser nach der VDI-Richtlinie 3405 ein einziges Verfahren darstellt.<sup>39</sup> Demnach funktioniert der 3D-Drucker ähnlich einem Tintenstrahldrucker, wobei ein Druckkopf Bindemittel auf Pulver aufträgt und dieses schichtweise zu einer ersten Produktschicht verklebt.<sup>40</sup> Die erste gedruckte Schicht liegt dabei auf einer Plattform, die im nächsten Schritt abgesenkt wird, um so frisches Pulver mittels Walzen auf die erste Produktschicht zu bewegen und die nächste Schicht drucken zu können. Nach dem Fertigstellen des Produkts kann dieses imprägniert werden, um die Robustheit zu erhöhen.<sup>41</sup>

Im Logistikbereich ist die Technologie besonders für das Ersatzteilmanagement interessant, da hierdurch die Kapitalbindung und die Lagerflächennutzung reduziert werden können. Durch die digitale Vorhaltung der Produkte können zudem Verbesserungen vorgenommen werden, ohne dass physischer Lagerbestand veraltet, da erst bei Bedarf gedruckt wird.<sup>42</sup>

### 2.2.9 Drohnen

Bei einer Drohne handelt es sich um einen unbemannten Flugkörper (englisch: unmanned aerial vehicle, kurz: UAV). Die Lenkung der Drohne erfolgt dabei entweder ferngesteuert durch eine Person oder automatisiert durch die Nutzung von Sensoren und GPS-Daten.<sup>43</sup>

Drohnen wurden ursprünglich für militärische Zwecke entwickelt. Für den zivilen Gebrauch ist

<sup>33</sup> Vgl. Smith, Lewis, Menzies (2017), S. 1.

<sup>34</sup> Vgl. Kreuzer (2017), S. 54.

<sup>35</sup> Vgl. McKinnon (2018), S. 141f.

<sup>36</sup> Vgl. Schulte (2017), S. 751.

<sup>37</sup> Vgl. Fastermann (2012), S. 7.

<sup>38</sup> Vgl. Westkämper, Warnecke (2010), S. 262f.

<sup>39</sup> Vgl. Fritz, Schulze (2015), S. 120.

<sup>40</sup> Vgl. Westkämper Warnecke (2010), S. 265.

<sup>41</sup> Vgl. Fastermann (2012), S. 117f.

<sup>42</sup> Vgl. Schulte (2017), S. 751f.

<sup>43</sup> Vgl. Ivanov, Tspoulanis, Schönberger (2018), S. 508.

die Technologie vor allem für schwer zugängliche Bereiche interessant. So können Drohnen bei Inspektionen von Windkraftanlagen oder Stromleitungen die Kontrollen beschleunigen.

Es gibt verschiedene Drohnenarten, wobei die sogenannten Quadcopter mit vier Rotoren sehr verbreitet sind. Eine Drohne mit einem einzigen Rotor wird dabei über die Rotorblätter gesteuert, wohingegen Multicopter die einzelnen Rotoren unterschiedlich ansteuern, um die Drohne zu manövrieren.<sup>44</sup> Eine Drohne mit starren Flügeln kann lange Flüge durch deren aerodynamischen Aufbau absolvieren und dabei schwere Lasten transportieren. Ein Multicopter mit mehreren Rotoren hingegen ist für den Kraftflug ausgerichtet und erfüllt ab sechs Rotoren bestimmte Sicherheitsaspekte: So kann beim Ausfall eines Rotors die Drohne noch sicher gelandet werden.<sup>45</sup>

Für die Logistik bieten sich Einsatzgebiete in der Zustellung von Paketen oder Gütern sowie zur Überwachung des Lagerbestands oder zur Durchführung einer Inventur mittels RFID-Lesegerät.<sup>46</sup> Führende Logistikdienstleister und Online-Handelsunternehmen wie DHL oder Amazon testen dabei den Einsatz von Drohnen für die Zustellung von Sendungen in entlegenen Regionen.<sup>47</sup>

### 2.2.10 Roboter und Automatisierung

Roboter sind Maschinen, die automatisiert mit der physischen Welt interagieren, um so die Effizienz von monotonen oder sich wiederholenden Tätigkeit zu erhöhen. Roboter weisen folgende drei typische Merkmale auf: Sie nutzen Sensoren wie Kameras oder Temperatursensoren, um die Umgebung zu erfassen. Mittels Aktoren können die Roboter auf die Umwelt einwirken. Des Weiteren gibt es ein Kontrollsystem, über das der

Roboter Handlungsanweisungen (beispielsweise durch künstliche Intelligenz) erhält.<sup>48</sup>

Für die Logistik ergeben sich vielfältige Einsatzbereiche vom Kommissionieren über das Assistieren der Lagermitarbeiter bis hin zur Entladung von Lkw.<sup>49</sup> Die meisten Roboter in der Logistik werden aktuell zur Kommissionierung, Palettierung und Depalettierung, Sortierung und Verpackung eingesetzt.<sup>50</sup>

### 2.2.11 Selbstfahrende Fahrzeuge

Selbstfahrende Fahrzeuge können sich selbst ohne menschliches Zutun vom Startpunkt zu einem Ziel manövrieren. Dies kann zum einen außerbetrieblich für den Güterverkehr auf allen Verkehrsträgern und zum anderen innerbetrieblich für den Materialfluss genutzt werden. Innerbetrieblich-selbstfahrende Fahrzeuge oder fahrerlose Transportsysteme (FTS) sind im Vergleich zu anderen Technologien bereits gut etabliert. So wurden zum Beispiel Bandanlagen als automatische Fördersysteme bereits unter Henry Ford eingesetzt. Als fahrerlose Transportsysteme in der Intralogistik können die oben erwähnten Kommissionier- und Transportroboter aufgeführt werden, was die schwache Trennschärfe zwischen den Digitalisierungstechnologien zeigt.<sup>51</sup> Die Orientierung und die Positionsbestimmung erfolgen durch Bodenmarker (Transponder, Metalle) sowie mit Lasertechnologie oder per GPS-Ortung. Die Kontaktaufnahme zwischen mobilem und stationärem Gerät wird durch Breitbandtechnologien (WLAN) gewährleistet, über die die Transportaufträge an die Systeme übermittelt werden.<sup>52</sup>

Für außerbetriebliche Transporte wird ebenfalls an automatisierten Fahrzeugen wie Lkw

<sup>44</sup> Vgl. Andelfinger, Hänisch (2017), S. 23–25.

<sup>45</sup> Vgl. Landrock, Baumgärtel (2018), S. 1–4.

<sup>46</sup> Vgl. Ivanov, Tsipoulaidis, Schönberger (2018), S. 508.

<sup>47</sup> Vgl. Andelfinger, Hänisch (2017), S. 25.

<sup>48</sup> Vgl. Ivanov, Tsipoulaidis, Schönberger (2018), S. 505f.

<sup>49</sup> Vgl. DHL (2018), S. 46.

<sup>50</sup> Vgl. Rhode (2016), S. 36.

<sup>51</sup> Vgl. Flämig (2015), S. 378f.

<sup>52</sup> Vgl. Flämig (2015), S. 380f.

## 2

geforscht. Dabei lassen sich die Systeme nach Automatisierungsgraden unterscheiden, die die notwendige Aufmerksamkeit des Fahrers festlegen. Die höchste Automatisierungsstufe stellen dabei fahrerlose Lkw dar, die keine Lenk- und Ruhezeiten einhalten müssen und dadurch Transportkosten senken.<sup>53</sup> Da neben technischen vor allem auch schwierige rechtliche Fragen geklärt sein müssen, sind autonome Lkw in naher Zukunft nicht zu erwarten.<sup>54</sup>

Im Zusammenhang mit selbstfahrenden Lkw wird häufig der Begriff Platooning verwendet. Dabei bilden mehrere Lkws eine Kolonne, wobei der Sicherheitsabstand zum vorgelagerten Lkw automatisch eingehalten wird und durch das Fahren im Windschatten Kosteneinsparungen erzielt werden können.<sup>55</sup> Zu den selbststeuernden Systemen kann auch die Nutzung von Drohnen als autonomer Flugkörper gezählt werden.<sup>56</sup> Im Werkverkehr, das heißt auf dem unternehmens-eigenen Gelände, werden auch autonome Fahrzeuge eingesetzt, beispielsweise beim Containertransport innerhalb eines Containerterminals.<sup>57</sup>

### 2.2.12 Bionic Enhancement („Wearables“)

Der Fachbegriff Bionik setzt sich aus den Wörtern Biologie und Technik zusammen. Das Ziel der Bionik ist es dabei, biologische Verfahrensweisen zur Lösung technischer Herausforderungen zu nutzen. Die Einsatzbereiche der Bionik sind dabei vielfältig.<sup>58</sup> Einen dieser Bereiche stellen produktionsbezogene robotische Systeme dar, die in Interaktion zum Menschen stehen. Hierbei benötigen die Systeme menschliche Motorik, um die notwendige Sicherheit der Schnittstelle Mensch-Maschine gewährleisten zu können.<sup>59</sup> In Bezug auf die Logistik stellen vor allem Wearables das

heißt tragbare Geräte oder Systeme, die die Logistiker bei ihrer Arbeit unterstützen, ein aktuelles Thema dar.<sup>60</sup> So können Außenskelette (Exoskelette) die Tragkraft der Mitarbeiter für schwere Gegenstände enorm erhöhen.<sup>61</sup> Des Weiteren können kognitive Fähigkeiten erweitert werden, indem durch intelligente Kontaktlinsen – ähnlich den Datenbrillen (vgl. den Abschnitt zu Virtual Reality (VR)/Augmented Reality (AR) – dem Träger mehr Informationen als in der realen Welt vorliegen. Zudem können Chipimplantate für Zugangskontrollen oder Sicherheitsverfahren des Personals genutzt werden.<sup>62</sup>

### 2.2.13 Virtual Reality (VR)/ Augmented Reality (AR)

Unter Virtual Reality und Augmented Reality werden computerbasierte Erweiterungen der Realitätswahrnehmung verstanden. Augmented Reality (AR, deutsch: erweiterte Realität) knüpft an reale Gegenstände virtuelle Informationen. Diese Informationen können die Anwender mittels Datenbrille wahrnehmen.<sup>63</sup> Neben einer Datenbrille werden eine portable Computereinheit und eine an der Brille befestigte Kamera zur Erfassung der physischen Umgebung benötigt. Um die richtigen Informationen darzustellen, müssen kontinuierlich Abgleiche zwischen realen und virtuellen Objekten stattfinden. Des Weiteren kann es notwendig sein, Nutzer im Sinne einer Ortung über Bewegungsdaten zu tracken, um das Zielobjekt richtig zu identifizieren und den Anwendern die passenden Informationen zu liefern. In räumlich kleinen Umgebungen kann die Identifizierung durch Kameras erfolgen, indem Markierungen der realen Welt erkannt werden und sich somit die Ortung der Anwender erübrigt.<sup>64</sup> Augmented Reality wird oftmals auch als

<sup>53</sup> Vgl. Ritz (2018), S. 85–88.

<sup>54</sup> Vgl. Flämig (2015), S. 394.

<sup>55</sup> Vgl. Lehmacher (2017), S. 85.

<sup>56</sup> Vgl. Flämig (2015), S. 379.

<sup>57</sup> Vgl. Ritz (2018), S. 94f.

<sup>58</sup> Vgl. Nachtigall (1998), S.5.

<sup>59</sup> Vgl. Wischmann, Hartmann (2018), 240.

<sup>60</sup> Vgl. DHL (2018), S. 40.

<sup>61</sup> Vgl. Lehmacher (2013), S. 90

<sup>62</sup> Vgl. DHL (2018), S. 40.

<sup>63</sup> Vgl. Zijm, Heragu, Klumpp et al. (2018), S. 22.

<sup>64</sup> Vgl. Bracht, Geckler, Wenzel (2018), S.146–148.

Mixed Reality bezeichnet.<sup>65</sup> Das System eignet sich in der Logistik besonders für Kommissionierungsaufgaben, zum Beispiel im Rahmen eines „Pick-by-Vision“.<sup>66</sup>

In Abgrenzung zu Augmented Reality bietet Virtual Reality (VR, deutsch: virtuelle Realität) die Möglichkeit, als Nutzer in eine vollständig virtuelle Welt einzutauchen und mit deren Inhalten zu interagieren. Um die virtuelle Realität darzustellen, bedarf es einer Datenbrille und einer Großbildleinwand oder eines Raumes zur Projektion einer dreidimensionalen Welt auf den Wänden (CAVE-Umgebung). Für die Interaktion innerhalb der VR sind spezielle Eingabegeräte wie Spacemouse, Flystick oder Datenhandschuh nötig.<sup>67</sup> Diese Systemlösung wurde anfangs für Übungen eingesetzt, die im realen Betrieb zu teuer, gefährlich und zeitintensiv gewesen wären. In Bezug auf das Supply Chain Management kann die Nutzung dieser Technologie insbesondere für die Simulation logistischer Prozesse, zur Schulung von Technikern oder zur Organisation von Arbeitsplätzen interessant sein.<sup>68</sup>

#### 2.2.14 Big Data Analytics

Ein Phänomen der Digitalisierung ist die kontinuierliche Erzeugung von riesigen Datenmengen. Diese wachsende Menge an Daten wird von Menschen, Maschinen, Prozessen oder Produkten erzeugt. Aus unternehmerischer Sicht ist es ein Anliegen, aus diesen Daten Erkenntnisse zu gewinnen, um unter anderem den Ressourceneinsatz und damit die wirtschaftliche Effizienz zu verbessern.<sup>69</sup> Da die Daten aus unterschiedlichen Quellen stammen, sind sie oft unstrukturiert. Die Auswertung nach herkömmlichen Verfahren ist dadurch sehr aufwendig.<sup>70</sup> Daher werden zunehmend spezifische Technologiebündel (Big

Data Analytics) zur Auswertung eingesetzt, die die Verarbeitung schneller durchführen können. Diese Bündel bestehen aus statistischen Modellen und Methoden des maschinellen Lernens. Zudem beschleunigt sich die Antwortzeiten durch In-Memory-Lösungen, wobei die Verarbeitung der Daten hauptsächlich im Arbeitsspeicher statt auf der Festplatte erfolgt.<sup>71</sup>

Als Kriterien für den Einsatz von Big Data Anwendungen werden meist die 5 V geprüft: volume, variety, velocity, veracity und value.<sup>72</sup> Volume (Menge) zielt dabei auf die großen Datenmengen, die erst den Einsatz von Big Data Analytics lohnenswert machen. Variety (Struktur) bezieht sich die unterschiedlichen Datenformate und deren Struktur. Daten aus der Kommunikation zwischen Menschen sind unstrukturiert, während Daten aus relationalen Datenbanken strukturiert sind. Velocity bezeichnet die Geschwindigkeit, in der Daten erzeugt werden oder verarbeitet sein sollen. Veracity (Genauigkeit) adressiert die Genauigkeit der Daten. Da die Werte aus unterschiedlichen Quellen stammen, können sie eine heterogene Struktur aufweisen und somit zunächst eine Bereinigung notwendig sein. Value (Wert) fokussiert auf den wirtschaftlichen Nutzen, der durch die Daten erzeugt werden kann. Zum Beispiel können Datenanalysen auf Wachstumspotenziale oder neue Geschäftsfelder aufmerksam machen.<sup>73</sup>

#### 2.2.15 Digitaler Zwilling

Der digitale Zwilling ist ein computergestütztes Abbild eines materiellen oder immateriellen Objekts, beispielsweise eines Produkts. Dabei findet ein Datenaustausch zwischen Objekt und Abbild statt. Des Weiteren lassen sich mit dem digitalen Abbild Veränderungen des physischen Objekts

<sup>65</sup> Vgl. Wannenwetsch (2014), S. 325 und Bracht, Geckler, Wenzel (2018), S. 148.

<sup>66</sup> Vgl. Wannenwetsch (2014), S.325.

<sup>67</sup> Vgl. Berndt, Gohla, Seidel et al.(2015), S. 188.

<sup>68</sup> Vgl. Liebetruh (2016), S. 135.

<sup>69</sup> Vgl. Fallenbeck, Eckert (2014), S. 399.

<sup>70</sup> Vgl. Ivanov, Tsipoulanis, Schönberger (2018), S. 494.

<sup>71</sup> Vgl. Huber (2018), 22f.

<sup>72</sup> Vgl. Ivanov, Tsipoulanis, Schönberger, (2018), S. 58.

<sup>73</sup> Vgl. Mertens, Bodendorf, König, et al. (2017), S. 57f.

## 2

simulieren, um so Fehlkonstruktionen zu vermeiden.<sup>74</sup> Es lassen sich mehrere Typen unterscheiden: Neben dem oben beschriebenen Produkt-Zwilling werden noch der Produktions-Zwilling und der Leistungs-Zwilling unterschieden. Beim Produktions-Zwilling wird ein Infrastrukturmodell mit einer Materialfluss-Simulation und Produktionsprozessen digital dargestellt. Der Leistungs-Zwilling misst hingegen Qualität, Fertigungszeiten und Durchlaufzeiten des Systems. Durch die Integration von digitaler Planung oder Simulation und realem Unternehmen wird eine erhöhte Prozesssicherheit realisiert.<sup>75</sup> Im Hinblick auf das Supply Chain Management ist es zukünftig denkbar, den gesamten Wertschöpfungsprozess durch einen digitalen Zwilling darzustellen. Dabei könnten die Maschinen und Transportmittel selbstständig Entscheidungen treffen, die programmiert oder selbst angelernt sind.<sup>76</sup>

### 2.2.16 Künstliche Intelligenz (KI)/ Artificial Intelligence (AI)

Künstliche Intelligenz (kurz: KI, englisch: Artificial Intelligence, kurz: AI) besitzen Systeme, die die Fähigkeit haben, aufgrund der analysierten Umgebung und gemachter Erfahrungen selbstständig handeln zu können.<sup>77</sup> KI lässt sich in folgende vier Felder untergliedern: Assisted Intelligence, Automated Intelligence, Augmented Intelligence und Autonomous Intelligence. Assisted Intelligence (deutsch: assistierende Intelligenz) hilft beispielsweise Führungskräften bei der Entscheidungsfindung, während durch Automated Intelligence (deutsch: automatisierte Intelligenz) wiederholende Aufgaben automatisiert erledigt werden.<sup>78</sup> Beide Ausprägungsformen sind dabei nicht lernfähig, bilden aber die Grundlage für intelligente Systeme und können daher der

KI zugerechnet werden. Augmented Intelligence (deutsch: erweiterte Intelligenz) baut auf Assisted Intelligence auf, wobei das System auch beim Entscheidungsprozess unterstützt und durch die Zusammenarbeit mit Menschen lernfähig ist.<sup>79</sup> Für Autonomous Intelligence (deutsch: autonome Intelligenz) bildet Automated Intelligence die Basis, wonach die KI-Systeme in unterschiedlichen Situationen handlungsfähig sind und keiner menschlichen Hilfe bedürfen.<sup>80</sup>

Computer mit künstlicher Intelligenz lernen neue Dinge ähnlich wie neuronale Netze, wie sie im Gehirn eines Menschen vorzufinden sind. Dabei lassen sich Unterformen des KI-Lernens unterscheiden. Grundsätzlich passen die Systeme auf Basis der gewonnenen Erfahrungen ihre Parameter an und modifizieren sich durch eigene Richtlinien selbst. Ein wesentlicher Faktor sind zudem die Trainingsdatensätze, in denen beispielsweise Bilder durch Menschen beschrieben und so ein Zusammenhang zwischen Bild und Beschreibung aufgebaut werden kann. Das maschinelle Lernen kann in den Untertypen überwacht, bestärkend oder selbstorganisiert stattfinden. Beim überwachten Lernen überprüft ein Lehrer die Maschinen und zeigt die Differenzen zwischen falscher und richtiger Antwort auf. Das bestärkende Lernen hingegen kommt zum Einsatz, wenn dem System die Ausgaben nur als richtig oder falsch angezeigt werden sollen. Beim selbstorganisierten Lernen erfolgt keine Unterstützung durch einen Lehrer, weshalb sich das System selbst kontrolliert. Beim sogenannten Deep Learning werden nur noch Informationen durch den Menschen bereitgestellt, woraufhin Analyse, Prognose und Entscheidung vom System autonom ausgeführt werden.<sup>81</sup>

<sup>74</sup> Vgl. Ivanov, Tsipoulaniadis, Schönberger (2018), S. 495f.

<sup>75</sup> Vgl. Huber (2018), S. 91-93.

<sup>76</sup> Vgl. Göpfert (2019), S. 250.

<sup>77</sup> Vgl. PwC (2018), S. 6.

<sup>78</sup> Vgl. Göpfert (2019), S. 249.

<sup>79</sup> Vgl. PwC (2018), S. 6.

<sup>80</sup> Vgl. Göpfert (2019), S. 249.

<sup>81</sup> Vgl. Heinrich, Stühler (2018), S. 79–81.

## 3 Erhebungsdesign und Erhebungsumfang

### 3.1 Erhebungsdesign

Um die in der Einleitung festgelegten Ziele zu erreichen, wurde folgendes Erhebungsdesign entwickelt:

- Eine internetbasierte Erhebung dient dazu, in standardisierter Form von einer Vielzahl von Teilnehmern den Status quo, die Bewertung und den zukünftigen Einsatz von Digitalisierungstechnologien zu erfassen.
- Expertengespräche im Nachgang zu der Online-Erhebung geben die Möglichkeit, bestimmte Themen oder Auffälligkeiten der Internetbefragung zu diskutieren.

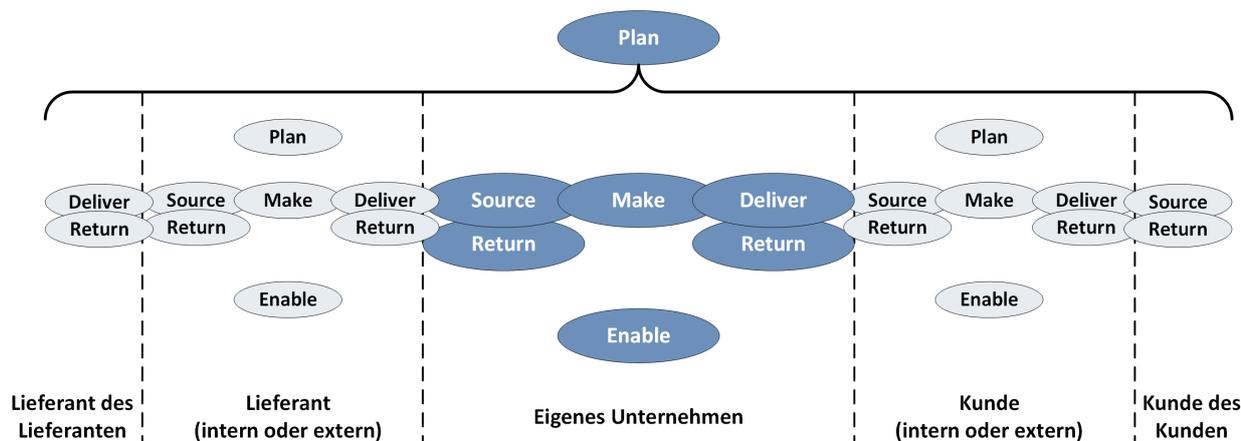
Die Online-Erhebung wurde mit questback EFS Fall 2018 unter Berücksichtigung der DSGVO durchgeführt. Dabei wurden fünf Fragenbereiche abgedeckt:

- 1) Der erste Fragenkomplex betraf den Status quo des Einsatzes von Digitalisierungstechnologien in den befragten Unternehmen. Abgefragt wurden dabei
  - der Kenntnisstand zu den ausgewählten Digitalisierungstechnologien,
  - die Art des Einsatzes der Digitalisierungstechnologien sowie
  - die Nutzung der Technologien in Supply-Chain-Prozessen.
- 2) Im zweiten Fragenbereich ging es um die positiven und möglicherweise auch negativen Erfahrungen, die aufgrund des Technologieeinsatzes gemacht wurden.
- 3) Der dritte Fragenbereich fokussierte auf den zukünftigen Einsatz von Digitalisierungstechnologien. Dabei ging es
  - um die zeitliche Planung für die Anwendung der Technologien sowie
  - um die Supply-Chain-Prozesse, die für einen Technologieeinsatz infrage kommen.
- 4) Im vierten Fragenkomplex sollten Treiber und Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien erfasst werden.
- 5) Statistische Angaben zu den Unternehmen sowie zu den Teilnehmern waren Kern des fünften und abschließenden Fragenbereichs.

Da sich BME-Logistikumfrage auf Supply Chains bezieht, sollten – wie oben skizziert – der derzeitige und der zukünftige Einsatz von Digitalisierungstechnologien auch anhand von Supply-Chain-Prozessen erhoben werden. Um eine einheitliche Basis für die Supply-Chain-Prozesse zu erhalten, wurde das Supply Chain Operations Reference Model, kurz: SCOR-Modell, verwendet, das von Supply-Chain Council entwickelt und gepflegt wird. Das SCOR-Modell eignet sich zur Darstellung verschiedenster Prozesse auf unterschiedlichen, hierarchisch-angeordneten Detaillierungsstufen.

Auf der obersten Ebene bildet das SCOR-Modell die elementaren Wertschöpfungsprozesse Plan (Planen), Source (Beschaffen), Make (Herstellen), Deliver (Liefen), Return (Zurückgeben) und Enable (Ermöglichen) ab. Im Prozess „Plan“ werden die zukünftige Nachfrage und das Angebot bestimmt. Daraus ergeben sich die nachgelagerten Kapazitäts-, Produktions- und Vertriebs- oder Bestandsplanungen. Der Vergleich von Lieferquellen, die Warenannahme, die Eingangsprüfung, die Lieferantenbezahlung sowie der Abschluss von Rahmenverträgen mit Lieferanten können dem Hauptprozess „Source“ zugeordnet werden. Neben den eigentlichen Produktionsaktivitäten ist es die Aufgabe des „Make“-Prozesses, die Fertigungsschnittstellen abzustimmen. Anschließend Tätigkeiten wie die Angebotserstellung, die Kundenstammdatenpflege, die Zusammenstellung der Bestellung und der Warenversand lassen sich dem Prozess „Deliver“ zuordnen. Der Prozess „Return“ umfasst die Ersatzteilversorgung, die Kontrolle defekter Produkte und die Festlegung von Gewährleistungsregeln. Dem Prozess „Enable“ sind Aufgaben wie die Datenaufbereitung, die Regelung der Zusammenarbeit innerhalb der Wertschöpfungskette und das Informationsmanagement zugeordnet.

## 3

Abbildung 5: Top-Level-Prozesse des SCOR-Modells<sup>82</sup>

Wie Abbildung 5 darstellt, können durch das SCOR-Modell sowohl sämtliche unternehmensbezogenen relevanten Supply-Chain-Prozesse als auch die gesamte unternehmensübergreifende Supply Chain abgebildet werden.

Innerhalb des Fragebogens wurden Technologien, die nicht bekannt waren oder nicht genutzt wurden, je nach Fragestellung ausgeblendet, damit die Teilnehmer nur Fragen der für sie relevanten Technologien beantworten mussten. Ebenfalls wurden Filter für einzelne Fragestellungen festgelegt.

## 3.2 Erhebungsumfang

Die Online-Erhebung wurde im Zeitraum vom 17. September 2018 bis 31. Oktober 2018 durchgeführt. Zur Teilnahme an der Erhebung wurde auf unterschiedliche Weise eingeladen:

- E-Mail-Newsletter des BME und des BMÖ
- Pressemitteilung des BME
- Nachrichten auf den Internetseiten des BME und der Hochschule Fulda
- Beiträge in Gruppen in den sozialen Netzwerken XING und LinkedIn
- persönliche Kontaktlisten der Beteiligten
- E-Mail an die Mitglieder der Sektion Logistik im BME e.V.

Angesprochen wurden vornehmlich Supply Chain Manager, aber auch Führungskräfte in angrenzenden Funktionen, wie zum Beispiel IT, Logistik, Produktion oder Materialfluss.

An der Erhebung haben 251 Personen teilgenommen. 143 der Teilnehmer haben den Fragebogen vollständig beantwortet (Weitere 108 Personen haben die Beantwortung des Fragebogens an unterschiedlichen Stellen innerhalb der Erhebung abgebrochen; ihre Antworten wurden jedoch zum Zeitpunkt des Abbruchs gespeichert und flossen ebenfalls in die Auswertung ein).

Abbildung 6 zeigt, in welchen Branchen die Teilnehmer beheimatet sind. Dabei dominieren die Lager- und Transportbranche, die Automobil- und Automobilzulieferbranche, der Maschinenbau sowie die Pharma- und Chemiebranche. Diese vier Branchen decken mit 46 % knapp die Hälfte der Teilnehmer ab.

Mit Blick auf die Unternehmensgröße, die im Rahmen der Erhebung durch den Jahresumsatz repräsentiert wird, stellen Großunternehmen mit

<sup>82</sup> Quelle: Eigene Darstellung.

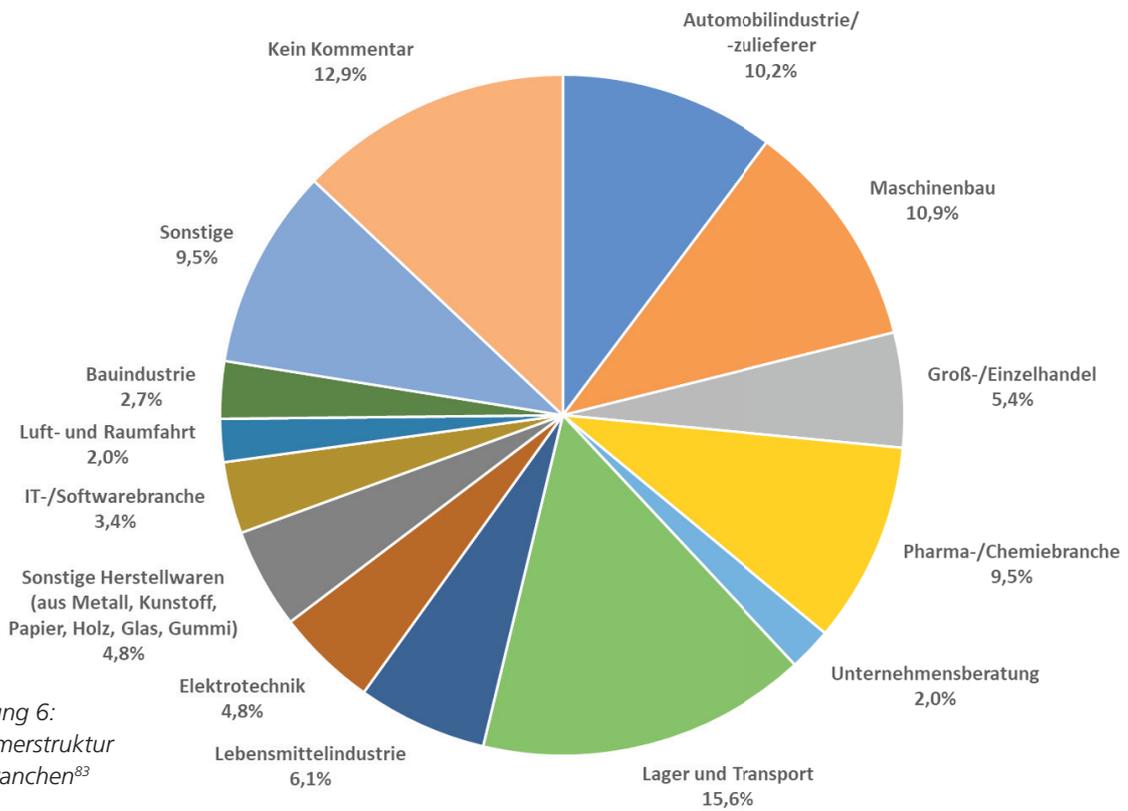


Abbildung 6:  
Teilnehmerstruktur  
nach Branchen<sup>83</sup>

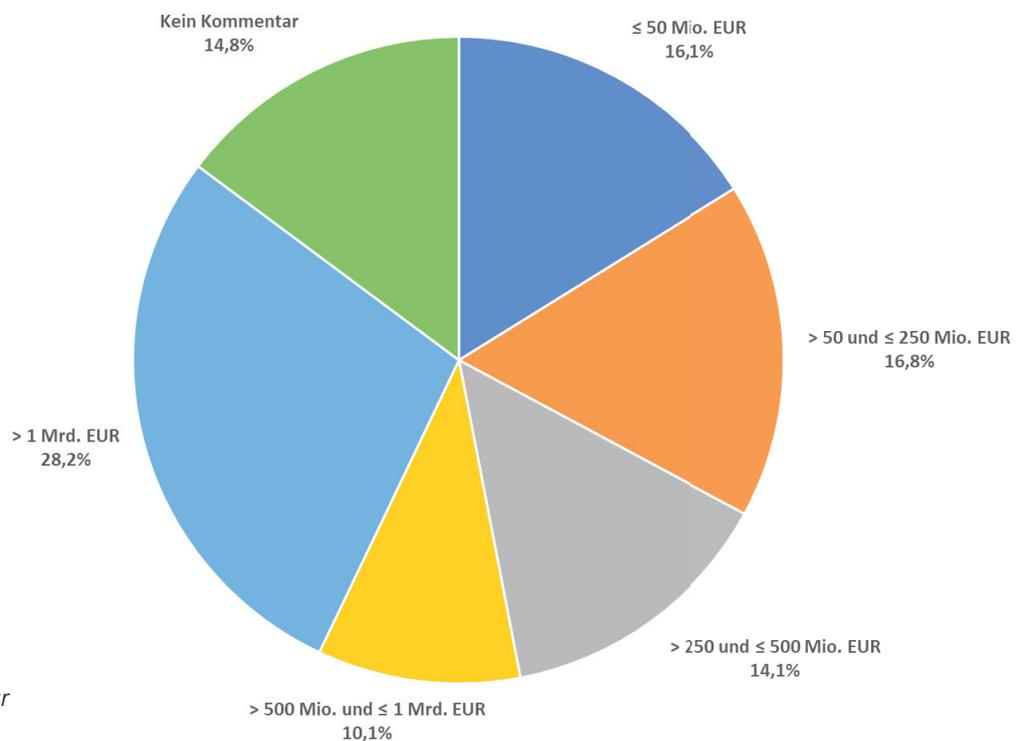


Abbildung 7:  
Teilnehmerstruktur  
nach Umsatz<sup>84</sup>

<sup>83</sup> Quelle: Eigene Darstellung. n = 147. Abweichung der Summe zu 100 % durch Runden

<sup>84</sup> Quelle: Eigene Darstellung. n = 149. Abweichung der Summe zu 100 % durch Runden.

## 3

einem Jahresumsatz von mehr als einer Milliarde Euro die stärkste Gruppe (vgl. Abbildung 7). Alle anderen Unternehmensgrößen sind mit Anteilen von 10 % bis knapp 17 % vertreten.

Für die Experteninterviews wurden zwölf Experten ausgewählt, die sowohl an der Online-Erhe-

bung teilgenommen als auch sich bereit erklärt hatten, an den Expertengesprächen teilzunehmen. 11 Experteninterviews wurden telefonisch geführt. Ein Experteninterview kam nicht zustande; der Gesprächspartner beantwortete die Fragen via E-Mail.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Bekanntheit von Digitalisierungstechnologien

Ein erster Indikator, der den Stand der Digitalisierung in Supply Chains beschreibt, ist die Bekanntheit von Digitalisierungstechnologien. Die

Bekanntheit wurde durch die Frage „Welche der folgenden ausgewählten Digitalisierungstechnologien kennen Sie?“ abgedeckt.

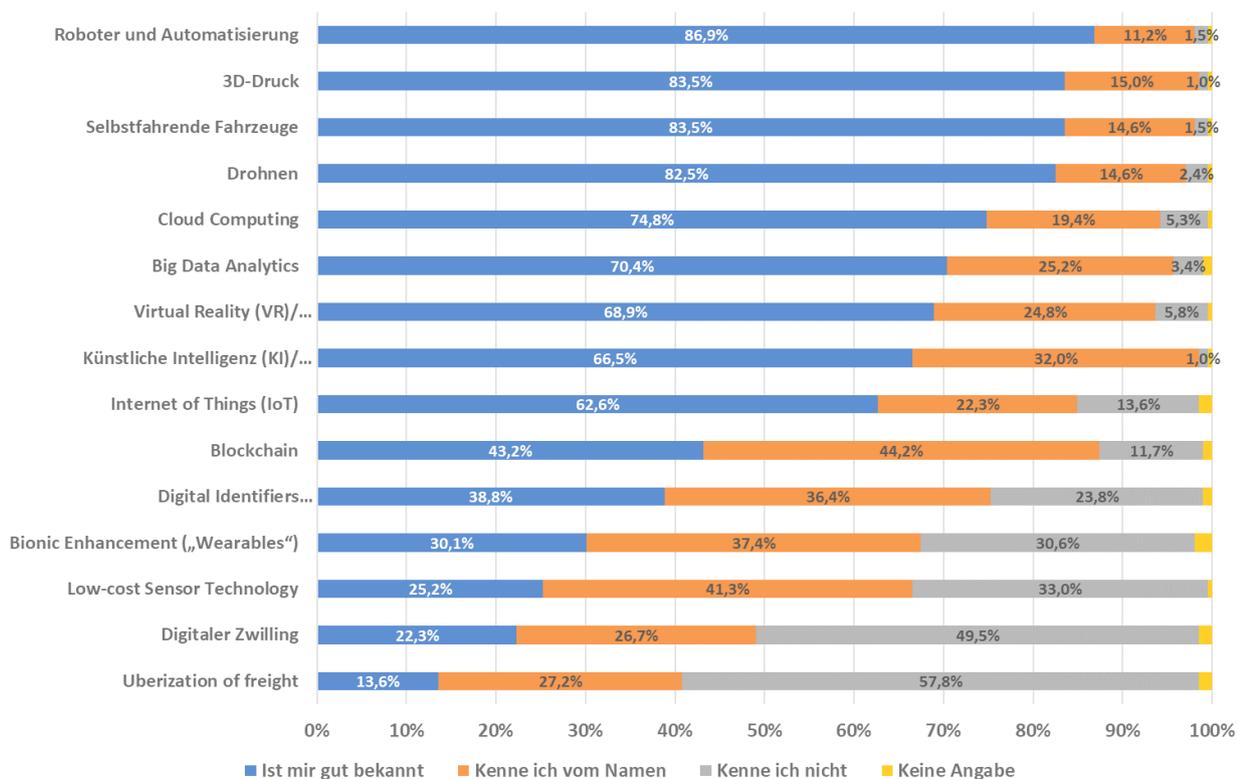


Abbildung 8: Bekanntheit von Digitalisierungstechnologien<sup>85</sup>

<sup>85</sup> Quelle: Eigene Darstellung. n = 206.

Abbildung 8 verdeutlicht, welche Digitalisierungstechnologien besser und welche weniger bekannt sind.

Mit Robotern und Automatisierung ist eine Technologie am besten bekannt, die nicht zu den „emerging technologies“ zählt, also nicht zu den Technologien, die derzeit erst am Beginn ihrer Entwicklung und ihres Einsatzes stehen. Diese Technologie lässt sich bereits der dritten industriellen Revolution („Industrie 3.0“) zuordnen, die in den 1970er Jahren begann.

Weitere Digitalisierungstechnologien, die von mehr als 80 % der Teilnehmer als gut bekannt angesehen werden, sind 3D-Druck, selbstfahrende Fahrzeuge und Drohnen.

Ein deutlicher Bruch im Bekanntheitsgrad ist zwischen Internet of Things und Blockchain auszumachen: Während das Internet of Things noch für knapp zwei Drittel der Teilnehmer gut bekannt ist, kennen sich nur 43 % der Befragten gut mit dem Thema Blockchain aus. Immerhin weitere 44 % der Teilnehmer kennen Blockchain zumindest vom Namen her. Die Berichterstattung in den Medien – und zwar sowohl in den Fachmedien als auch in Tages- und Wochenzeitungen sowie Magazinen – ist einer der wesentlichen Gründe für diese insgesamt hohe Bekanntheit. Blockchain ist damit die Technologie mit dem höchsten Anteil an Teilnehmern, die zwar die Technologie vom Namen her und damit oberflächlich kennen, jedoch

wenig über Funktion, technische Hintergründe oder Verwendungszweck wissen.

*„Die Blockchain-Technologie verbinden die Unternehmen noch zu häufig mit der digitalen Währung Bitcoin, ohne die technischen Möglichkeiten und deren Sicherheitsaspekte für das Supply Chain Management zu berücksichtigen.“ (Prof. Dr.-Ing. Volker Bräutigam, Professor, Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt)*

Bei einigen Digitalisierungstechnologien mag der geringe Bekanntheitsgrad auch mit unbekanntem und/oder missverständlichen Bezeichnungen zusammenhängen. In der Online-Erhebung bestand die Möglichkeit, ein Informationssymbol mit der Maus zu berühren und dadurch eine kurze Erklärung sowie teilweise auch Beispiele zu erhalten (vgl. Abbildung 9). Dennoch ergaben sich auch in den Experteninterviews Situationen, in denen Missverständnisse hinsichtlich der Bezeichnungen deutlich wurden. RFID oder Temperatursensoren sollten als Begrifflichkeiten durchaus bekannt – und oftmals auch genutzt – sein; trotzdem weisen die entsprechenden Technologien, die durch die Oberbegriffe „Digital Identifiers“ beziehungsweise „Low-cost Sensor Technology“ bezeichnet sind, relativ geringe Bekanntheitsgrade auf.

Frage 1:

Welche der folgenden ausgewählten Digitalisierungstechnologien kennen Sie?

Fahren Sie mit der Maus über das Informationssymbol, um eine kurze Erklärung zu erhalten.

	Ist mir gut bekannt	Kenne ich vom Namen	Kenne ich nicht
Digitaler Zwilling	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Virtual Reality (VR)/ Augmented Reality (AR)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Internet of Things (IoT)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cloud Computing	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Die erweiterte Realität (augmented reality, AR) zeigt dem Lagerarbeiter mittels AR-Brille Zusatzinformation in realer Welt z. B. den Bestimmungsort eines Lagerguts. Die Nutzer von virtueller Realität (virtual reality, VR) tauchen mittels VR-Brille gänzlich in eine digitale Welt ab z. B. zur architektonischen Lagerplanung.

Abbildung 9: Ergänzende Informationen zu den einzelnen Digitalisierungstechnologien

## 4

Wenig überraschend ist dagegen, dass „Uberization of freight“ – ein App-basierter Abgleich von Angebot an und Nachfrage nach Laderaum, um eine bessere Nutzung verfügbarer Kapazitäten zu erreichen – einen geringen Bekanntheitsgrad aufweist. Diese Technologie ist nur für maximal zwei der untersuchten Prozesse („Source“, „Deliver“) und in der Regel eher für Logistikunternehmen, und damit für Spediteure und Transporteure, von Bedeutung. Dennoch spielt

auch in dieser Teilbranche die Digitalisierung eine zunehmend wichtige Rolle.

*„Eine höhere Auslastung von Lkw lässt sich vor allem durch horizontale Kooperationen der Verlager erreichen. Die Digitalisierung spielt dafür eine wichtige Rolle.“ (Jacek Tarkowski, Sales Director, Alpega Group)*

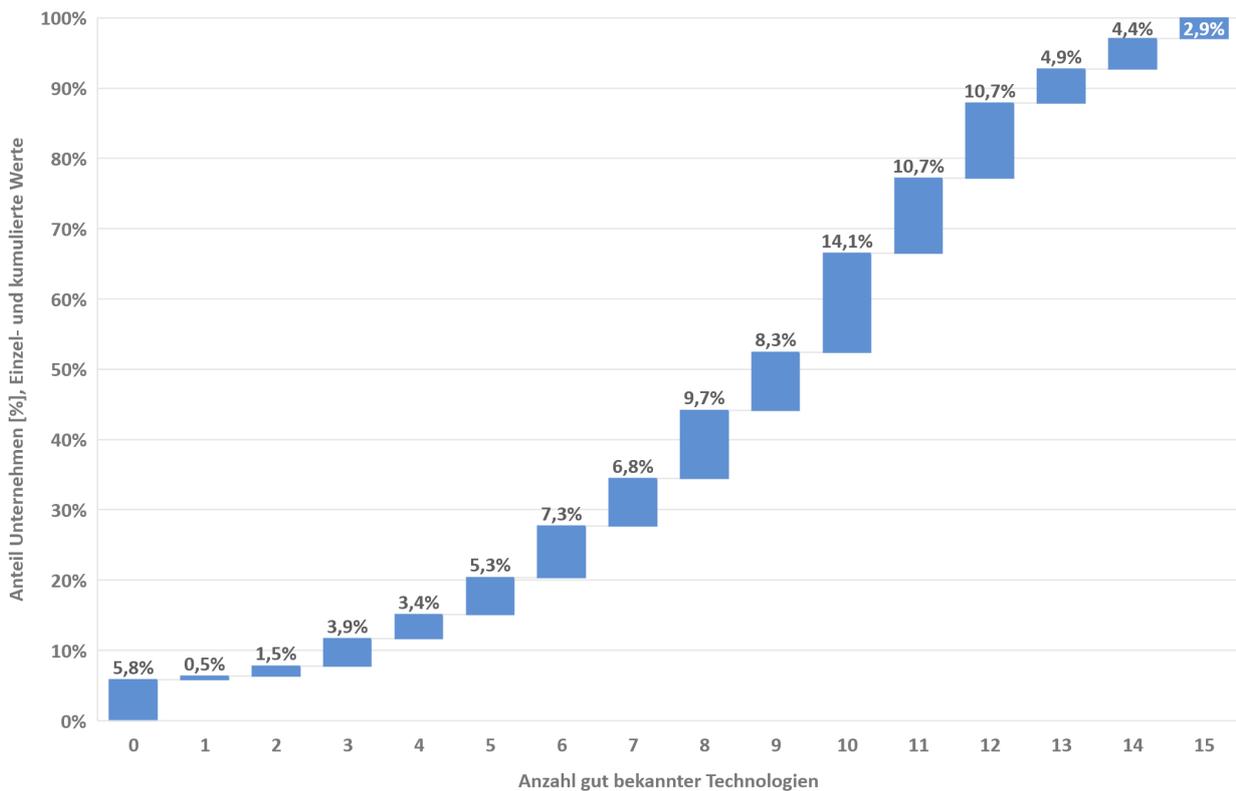


Abbildung 10: Kenntnisse zu Digitalisierungstechnologien<sup>86</sup>

Durchschnittlich kennen Unternehmen knapp neun Digitalisierungstechnologien gut. Abbildung 10 zeigt die Verteilung, wie viele Digitalisierungstechnologien als gut bekannt eingeschätzt werden. Jede Säule repräsentiert den Anteil der Unternehmen, der genau x Technologien gut kennt. Beispielsweise gaben 5,8 % der Unternehmen an, mit keiner der aufgeführten Technologien gut vertraut zu sein. Durch die grafische Darstellung als Wasserfall-Diagramm lässt sich anhand der Y-Achse ablesen, wie viele Unternehmen x oder weniger Technologien gut kennen. Die Verteilung zeigt beispielsweise, dass rund 20 % der

Befragten maximal fünf Digitalisierungstechnologien gut kennen. Immerhin knapp die Hälfte der Teilnehmer kennt zehn oder mehr Technologien gut. Knapp 3 % kennen sämtliche 15 Digitalisierungstechnologien gut.

Tabelle 1 verdeutlicht, dass die Kenntnisse mit der Unternehmensgröße zunehmen. Während Großunternehmen durchschnittlich neun Technologien gut kennen, können kleine Unternehmen deutlich geringere Kenntnisse vorweisen.

<sup>86</sup> Quelle: Eigene Darstellung. n = 206.

	Durchschnittliche Anzahl gut bekannter Technologien
≤ 50 Mio. EUR	7,5
> 50 und ≤ 250 Mio. EUR	8,0
> 250 und ≤ 500 Mio. EUR	8,5
> 500 Mio. und ≤ 1 Mrd. EUR	8,5
> 1 Mrd. EUR	9,0

Tabelle 1: Durchschnittliche Anzahl gut bekannter Technologien nach Unternehmensgröße (bezogen auf den Umsatz)<sup>87</sup>

## 4.2 Einsatz von Digitalisierungstechnologien

Die Bekanntheit von Digitalisierungstechnologien gibt einen ersten Hinweis darauf, wie weit die Digitalisierung von Supply Chains fortgeschritten ist. Einen konkreten Anhaltspunkt liefern dagegen die Antworten auf die Frage: „Welche der folgenden Digitalisierungstechnologien haben Sie in Ihrem Unternehmen im Einsatz?“

Dazu wurden den Befragten jeweils nur diejenigen Technologien angezeigt, die sie in der vorherigen Frage mit „Kenne ich vom Namen“ oder „Ist mir gut bekannt“ gekennzeichnet hatten. Die Anzahl der Befragten variiert damit von Technologie zu Technologie. Abbildung 11 zeigt die Ergebnisse, wobei die Digitalisierungstechnologien absteigend nach der Summe

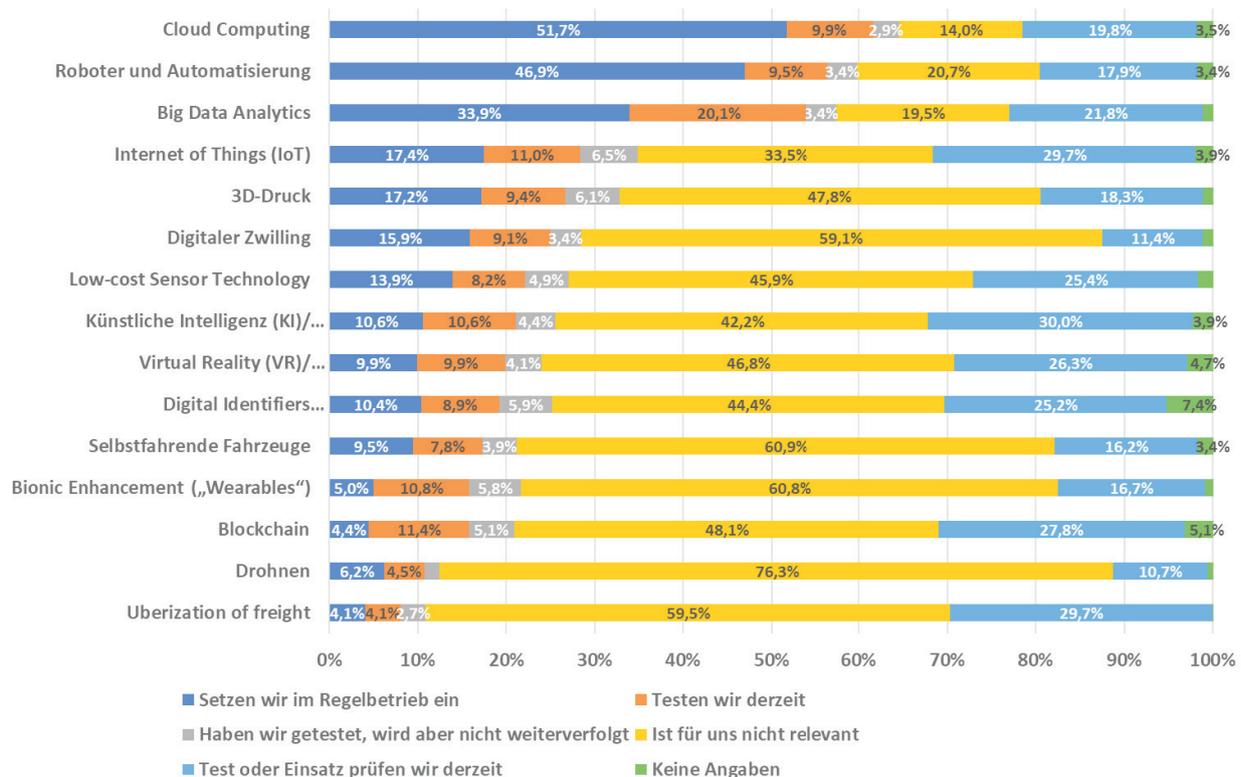


Abbildung 11: Einsatz von Digitalisierungstechnologien<sup>88</sup>

<sup>87</sup> Quelle: Eigene Darstellung. n = 206.

<sup>88</sup> Quelle: Eigene Darstellung. 74 ≤ n ≤ 180, durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 1 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

## 4

aus den Prozentwerten für den Einsatz im Regelbetrieb und den derzeitigen Testbetrieb sortiert sind.

Abbildung 11 liefert ein ernüchterndes Bild zum Stand der Anwendung von Digitalisierungstechnologien in Supply Chains.

Derzeit werden mit Cloud Computing, Robotern und Automatisierung sowie Big Data Analytics nur drei der ausgewählten 15 Digitalisierungstechnologien in einem nennenswerten Umfang von denjenigen Befragten, die die entsprechende Technologie kennen, entweder im Regelbetrieb oder im Testbetrieb in Supply Chains eingesetzt. Mit beinahe 62 % liegt Cloud Computing an der Spitze der Umsetzung, wobei weitere knapp 20 % der Teilnehmer einen Test oder Einsatz derzeit prüfen. Damit ist Cloud Computing nur für weniger als 20 % der Befragten nicht relevant oder wurde zwar getestet, dann aber nicht weiterverfolgt. Ähnlich, mit etwas niedrigeren Werten, sieht das Bild beim Einsatz von Robotern und Automatisierung aus. Bei Big Data Analytics ist die Nutzung im Regelbetrieb geringer als bei den beiden anderen Top-Technologien. Allerdings ist der Anteil der Befragten, die diese Technologie derzeit testen oder einen Test prüfen, mit knapp 42 % deutlich höher.

*„Big Data ist einer der wichtigsten Trends. Gleichzeitig erscheint Big Data nach Rücksprache mit Software-Herstellern aufgrund hoher Anfangsinvestitionen erst für Unternehmen mit einer bestimmten Größe rentabel.“ (Christopher Pflaum, Teamleiter Einkauf/Produktionsmaterial, Walter Speck GmbH & Co. KG)*

*„Für uns als mittelständisches Unternehmen spielt Big Data keine Rolle, obwohl der Gedanke, mittels Analysetools Nachfrage zu strukturieren und besser vorherzusagen, einleuchtend ist. Jedoch ist die Datenmenge bei uns zu gering, um daraus Rückschlüsse ziehen zu können.“ (Geschäftsführer, Unternehmen der Lager- und Transportbranche)*

Alle anderen Digitalisierungstechnologien spielen in der derzeitigen Situation (noch) keine wesentliche Rolle: So liegt der Anteil der Unternehmen, die diese Technologien im Regelbetrieb einsetzen, zwischen 4 % und 17 %. Auch im Testbetrieb sieht das Bild ähnlich aus: Nur zwischen 4 % und 11 % der Unternehmen testen die Digitalisierungstechnologien aktuell. Immerhin ist der Ausblick positiv: Einen Test oder Einsatz prüfen derzeit bis zu 30 % der Unternehmen.

Technologien, für die ein Test oder Einsatz geprüft werden soll, sind: künstliche Intelligenz, Internet of Things, Uberization of freight, Blockchain, Virtual Reality/Augmented Reality, Low-cost Sensor Technology sowie Digital Identifiers.

*„Datenbrillen sind derzeit noch nicht im Einsatz. Es gibt aber schon Überlegungen, wie man mit derartigen Brillen in unsere Anlagen ‚einsteigen‘ kann. Wir gehen davon aus, dass der Bedarf für derartige Anwendungen – auch aufgrund des Fachkräftemangels – zunehmen wird.“ (Michael Fichtel, Leiter Produktmanagement, b+m surface systems GmbH)*

Selbst bei RFID, einer inzwischen etablierten Technologie, bestehen oftmals Grenzen für einen flächendeckenden Einsatz, die in diesem Fall weniger technischer Natur sind, sondern vielmehr wirtschaftliche Gründe haben: So ist ein Einsatz von RFID auf Produktebene in vielen Bereichen immer noch nicht lohnenswert. Andererseits gibt es auch Anwendungsbereiche, in denen nachweislich ein wirtschaftlicher Einsatz machbar und sinnvoll ist. Auch kann RFID zu Prozessverbesserungen beitragen.

*„RFID-Tags auf Produktebene in der Bekleidungsbranche rechnen sich, abhängig von der zu beschaffenden Stückzahl und der durch den Einsatz erzielten Prozessverbesserung, heute schon.“ (Mathias Schenk, Managing Consultant SCM & Logistics, encube GmbH)*

*„In unserem Unternehmen haben wir die RFID-Technologie mit dem KANBAN-Prinzip gekoppelt. Dabei werden KANBAN-Karten durch einen RFID-Drucker erzeugt und mit dem Ladungsträger verbunden. Die Waren können so via RFID-Lesegerät erfasst werden. Es entfällt zudem die Umetikettierung, da werksübergreifend dieselben Nummernkreise angewandt werden.“ (Projektleiter, Unternehmen der Automobil- und Automobilzulieferindustrie)*

Gleichzeitig gibt es bei den zwölf Digitalisierungstechnologien, die im Gegensatz zu den Top-3-Technologien nur einen geringen aktuellen Anwendungsgrad zeigen, auch einen jeweils hohen Anteil der Unternehmen, die in den Technologien keine Relevanz für die eigene Supply Chain erkennen können: Diese Werte bewegen sich in einer Bandbreite von 34 % für Internet of Things über 61 % für selbstfahrende Fahrzeuge und Bionic Enhancement bis hin zu 76 % für

den Einsatz von Drohnen. Dass das Einsatzpotenzial bei Drohnen als sehr niedrig angesehen wird, obwohl diese zu den bekanntesten Technologien gehören, dürfte vor allem an der unklaren rechtlichen Situation sowie an Sicherheitsbedenken liegen.

Eine wichtige Voraussetzung für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien kann die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen sein. Dies betrifft sowohl

Kunden als auch Lieferanten und Lohnfertiger oder Netzwerkpartner.

„Die Nutzung unternehmensübergreifender IT-Architektur wie Cloud-Lösungen hängt oftmals von der Aufgeschlossenheit des Partnerunternehmens ab.“ (Peter Stelter, Bereichsleiter EDV/Organisation, Zentis GmbH & Co. KG)

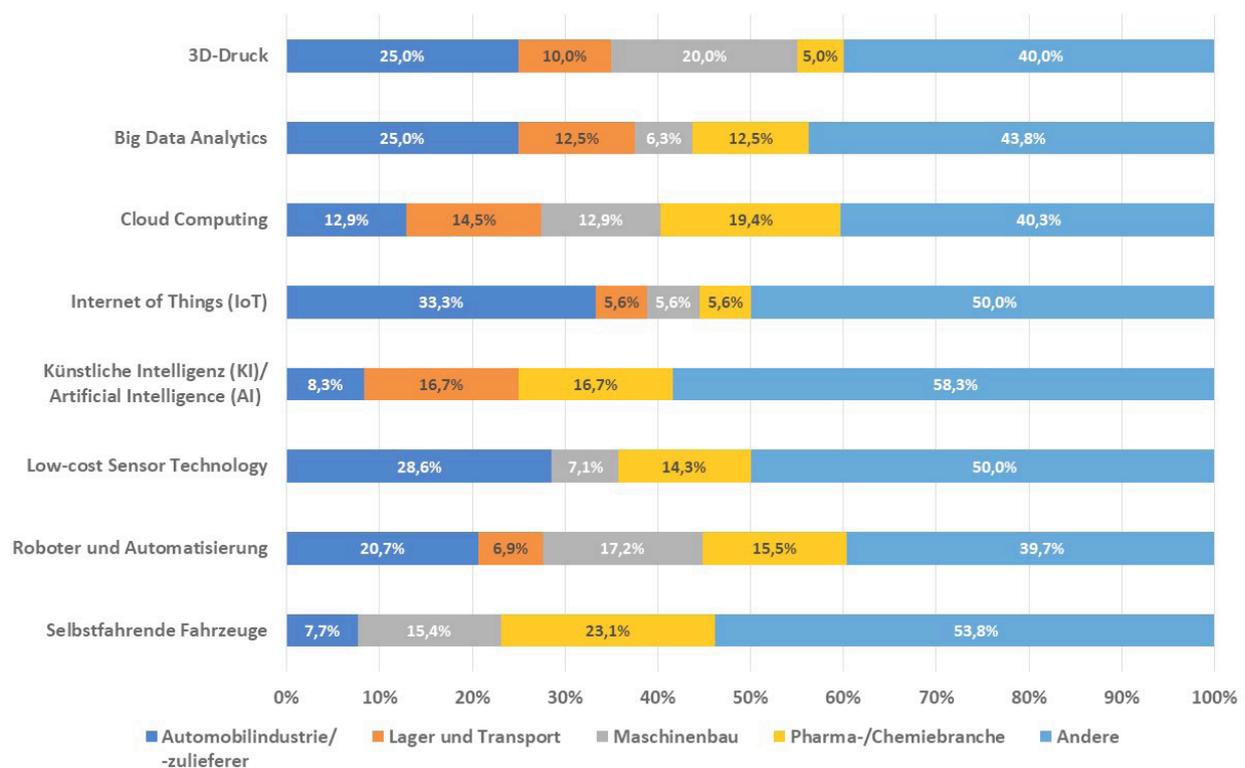


Abbildung 12: Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien im Regelbetrieb nach Branche (Anteil an der Gesamtzahl an Unternehmen, die eine Digitalisierungstechnologie im Regelbetrieb anwenden)<sup>89</sup>

Eine derartige Voraussetzung kann auch dann erforderlich sein, wenn es um den Austausch von – möglicherweise sensiblen – Daten geht.

„Um Predictive Maintenance im Anlagenbau umzusetzen, benötigt man die Maschinendaten von Kunden, weshalb die Datenfreigabe vom Nutzer erfolgen muss.“ (Michael Fichtel, Leiter Produktmanagement, b+m surface systems GmbH)

Abbildung 12 zeigt die Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien im Regelbetrieb. Dabei werden die Werte für die vier Branchen ausgewiesen, die den größten Anteil an Teilnehmern an der Erhebung aufweisen. Deutlich wird die teilweise überproportional starke Anwendung von Technologien in einzelnen Branchen:

<sup>89</sup> Quelle: Eigene Darstellung.  $74 \leq n \leq 180$ , durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 1 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

## 4

- Die Automobil- und Automobilzulieferindustrie zeichnet sich durch einen insgesamt deutlichen Einsatz von Digitalisierungstechnologien aus. Dies gilt vor allem für die Umsetzung und Anwendung von 3D-Druck, Big Data Analytics, dem Internet of Things, Low-cost Sensor Technology sowie den Einsatz von Robotern und Automatisierung.

„Unter IoT, welches in unserem Unternehmen zum Einsatz kommt, verstehe ich die digitale Vernetzung von Sensoren, Anwendung von Digital Twins mit übergreifendem Datenaustausch und die Cloudnutzung.“ (Guido Roßbach, Global Supply Chain Director, Walterscheid Powertrain Group)

„Wir nutzen bereits Big Data Analytics, um mit genaueren Prognosedaten schneller auf Nachfrageschwankungen reagieren zu können. Die Schwierigkeit bei der Implementierung der Technologie lag darin, die relevanten Informationsquellen zu identifizieren und die enthaltenen

Daten konsistent und kompatibel aufzubereiten.“ (Projektleiter, Unternehmen der Automobil- und Automobilzulieferindustrie)

- Unternehmen der Lager- und Transportbranche sind bei der Anwendung von Digitalisierungstechnologien eher zurückhaltend: Einzig bei dem Einsatz von Cloud Computing und künstlicher Intelligenz entspricht der Anteil dem durchschnittlichen Anteil dieser Branche an den Befragten. Einzelne Technologien werden gar nicht genutzt.
- Im Maschinenbau werden vor allem der 3D-Druck, Roboter und Automatisierung sowie selbstfahrende Fahrzeuge eingesetzt.
- Auch die Pharma- und Chemiebranche ist bezüglich des Einsatzes von Digitalisierungstechnologien im Regelbetrieb recht weit: So werden vor allem Cloud Computing, künstliche Intelligenz, Low-cost Sensor Technology, Roboter und Automatisierung sowie in starkem Maße selbstfahrende Fahrzeuge eingesetzt.

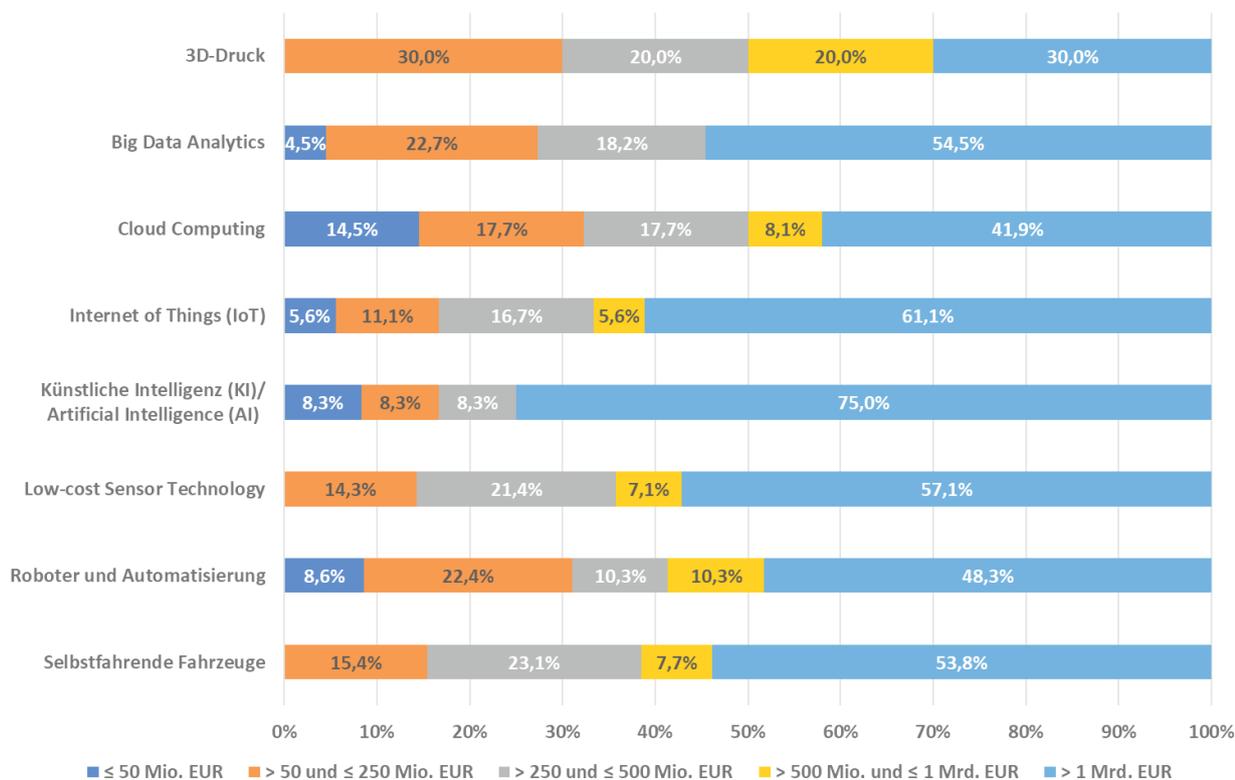


Abbildung 13: Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien im Regelbetrieb nach Unternehmensgröße (Anteil an der Gesamtzahl an Unternehmen, die eine Digitalisierungstechnologie im Regelbetrieb anwenden)<sup>90</sup>

<sup>90</sup> Quelle: Eigene Darstellung: 74 ≤ n ≤ 180, durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 1 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

Weiterhin stellt sich die Frage, ob die Umsetzung von Digitalisierungstechnologien eine Frage der Unternehmensgröße ist. Abbildung 13 zeigt die Verteilung für ausgewählte Technologien.

Abbildung 13 verdeutlicht, dass bei der Umsetzung und Anwendung aktueller Digitalisierungstechnologien große Unternehmen die Nase vorn haben. Auch wenn Unternehmen mit einem Umsatz von mindestens 1 Milliarde Euro nur knapp 30 % der Teilnehmer

ausmachen, beträgt ihr Anteil an den Teilnehmern, die viele der aufgeführten Technologien nutzen, rund 50 % und mehr. Bei künstlicher Intelligenz und beim Internet of Things ist der Anteil der Großunternehmen mit 75 % respektive 61 % sogar noch größer.

*„Die Aufklärung über die Möglichkeiten der Digitalisierung sollte gerade für den Mittelstand verstärkt werden.“ (Teilnehmer der Online-Erhebung)*

### 4.3 Prozessbezogener Einsatz von Digitalisierungstechnologien

Neben der grundsätzlichen Anwendung von Digitalisierungstechnologien in Unternehmen interessiert im Besonderen, ob und in welchen Supply-Chain-Prozessen ausgewählte Technologien verstärkt eingesetzt werden.

Basis für diese Untersuchung ist das in Kapitel 3 erläuterte SCOR-Modell. Auf Ebene 1 des SCOR-Modells

werden die Prozesse Plan (Planen), Source (Beschaffen), Make (Herstellen), Deliver (Lieferten), Return (Zurückgeben) und Enable (Ermöglichen) definiert. Die Prozesse auf dieser obersten Ebene fungieren als Grundlage für die Erfassung des derzeitigen prozessbezogenen Technologieeinsatzes.

	Plan	Source	Make	Deliver	Return	Enable
3D-Druck	16,7%	21,4%	59,5%	2,4%	2,4%	4,8%
Big Data Analytics	59,7%	40,3%	31,2%	33,8%	18,2%	27,3%
Bionic Enhancement („Wearables“)	14,3%	21,4%	57,1%	35,7%	7,1%	14,3%
Blockchain	40,9%	18,2%	22,7%	27,3%	9,1%	18,2%
Cloud Computing	51,7%	40,4%	32,6%	37,1%	19,1%	30,3%
Digital Identifiers (Smart Sensor Tags and Biometrics)	15,4%	19,2%	26,9%	30,8%	19,2%	3,8%
Digitaler Zwilling	44,4%	5,6%	44,4%	11,1%	11,1%	22,2%
Drohnen	27,8%	16,7%	38,9%	38,9%	5,6%	5,6%
Internet of Things (IoT)	30,6%	33,3%	41,7%	30,6%	8,3%	19,4%
Künstliche Intelligenz (KI)/Artificial Intelligence (AI)	39,4%	27,3%	24,2%	18,2%	9,1%	24,2%
Low-cost Sensor Technology	17,4%	21,7%	39,1%	34,8%	13,0%	17,4%
Roboter und Automatisierung	17,4%	17,4%	65,1%	18,6%	4,7%	5,8%
Selbstfahrende Fahrzeuge	16,7%	6,7%	53,3%	30,0%	13,3%	3,3%
Virtual Reality (VR)/Augmented Reality (AR)	35,5%	9,7%	22,6%	12,9%	6,5%	16,1%

Tabelle 2: Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien in SCOR-Prozessen (Einsatz im Regel- oder Testbetrieb; nur Technologien mit 10 oder mehr Anwendungen)<sup>91</sup>

Tabelle 2 zeigt für ausgewählte Digitalisierungstechnologien, in welchem SCOR-Prozess sie in welchem Umfang eingesetzt werden. Die Tabelle ist dabei zeilenweise zu lesen: Bezogen auf die Unternehmen,

die eine bestimmte Technologie im Regel- oder im Testbetrieb nutzen, zeigt jeder Wert den prozentualen Anteil an Unternehmen, die diese Technologie im entsprechenden Supply-Chain-Prozess einsetzen.

<sup>91</sup> Quelle: Eigene Darstellung.  $14 \leq n \leq 89$ , durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die im Regel- oder im Testbetrieb eingesetzt werden (Frage 2), kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

## 4

Von den Unternehmen, die den 3D-Druck nutzen, setzen 16,7 % diese Technologie im Prozess „Plan“ ein, 21,4 % im Prozess „Source“ und so weiter. Da eine Technologie in mehreren SCOR-Prozessen Einsatz finden kann, ergeben die Zeilensummen in der Regel Werte größer als 100 %.

Die in der Tabelle grün hinterlegten Werte verdeutlichen je Technologie diejenigen Prozesse, die den höchsten Anwendungsgrad aufweisen. Die in der Tabelle rot hinterlegten Werte stellen dagegen je Technologie diejenigen Prozesse heraus, die den geringsten Anwendungsgrad aufweisen.

Der Anwendungsgrad je Technologie und SCOR-Prozess, der die aktuelle Situation bei den befragten Unternehmen widerspiegelt, lässt sich auch als Anwendungspotenzial interpretieren. Damit zeigen die grün hinterlegten Werte diejenigen SCOR-Prozesse auf, die sich für bestimmte Digitalisierungstechnologien besonders eignen. (Ein Vergleich der Werte für einzelne SCOR-Prozesse über verschiedene Technologien und damit über mehrere Zeilen in Tabelle 2 ist allerdings nicht zulässig, weil je Digitalisierungstechnologie aufgrund der Filter eine andere Stichprobe befragt wurde.)

Viele der Werte sind per se plausibel. So ist der hohe Anwendungsgrad von Robotern und Automatisierung in Produktionsprozessen („Make“) gut nachvollziehbar. Andere Werte erscheinen dagegen fragwürdiger: So ist der Anwendungsgrad von Drohnen mit 27,8 % im Planungsprozess („Plan“) überraschend. Eine Erklärung für anscheinend unplausible Werte liegt im SCOR-Modell. Auch wenn das SCOR-Modell als Referenzmodell im Supply Chain Management gilt, ist es doch vielen Unternehmen nicht bekannt. Zwar wurde im Rahmen der Online-Erhebung eine kurze Einführung in das SCOR-Modell und die damit verbundenen Prozesse auf der obersten Ebene gegeben; dennoch gibt es durchaus Interpretationsspielraum, welche konkreten Aktivitäten einem SCOR-Prozess auf Ebene 1 zugeordnet werden können oder sollten. Ohne eine vertiefte Kenntnis der weiteren Ebenen des SCOR-Modells lassen sich diese Zuordnungsfragen nicht lösen. Dieser Interpretationsspielraum zeigt sich zumindest teilweise in den Ergebnissen in Tabelle 2. Unabhängig davon überwiegen die Vorteile des SCOR-Modells für die vorgenommene Erhebung und Auswertung.

Aus den in Tabelle 2 ausgewiesenen Werten lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Die ausgewählten Digitalisierungstechnologien werden derzeit hauptsächlich in Planungs- oder Herstellungsprozessen eingesetzt.
- Ein besonders breites Einsatzpotenzial weisen Cloud Computing und Big Data Analytics auf: Diese beiden Technologien werden in allen SCOR-Prozessen mit relativ hohem Anwendungsgrad eingesetzt. Bis auf den „Return“-Prozess werden diese Technologien je Supply-Chain-Prozess von 27 % bis 60 % der Unternehmen eingesetzt. Cloud Computing unterstützt, als SaaS-Lösung, insbesondere auch Planungsprozesse, wenn – wie durch das Zitat skizziert – das ERP-System als Cloud-basierte Applikation verfügbar ist.

*„Mit unserer Cloud können unsere Mitarbeiter jederzeit und überall auf ERP-Daten zugreifen.“  
(Christopher Pflaum, Teamleiter Einkauf/Produktionsmaterial, Walter Speck GmbH & Co. KG)*

- Digital Identifiers werden bevorzugt im Herstellungs-, aber auch im Auslieferprozess eingesetzt. Das beinhaltet vor allem auch die Steuerung der internen Materialfluss-Systeme durch digitale Identifikationstechnologie.

*„Die Verwendung von Barcodes führte früher zu Erfassungsproblemen, da diese von der Druckqualität und Sauberkeit des Strichcodes abhängen. Mit der RFID-Technologie haben wir diese Probleme nicht mehr, weshalb wir diese seither zur internen Materialfluss-Steuerung nutzen.“  
(Sebastian Retzlaff, Bereichsleiter Kundenservice & Logistik, Unternehmen im Groß- und Einzelhandel)*

- Sowohl der 3D-Druck als auch Roboter und Automatisierung werden hauptsächlich in „Make“-Prozessen eingesetzt (Werte jeweils größer als 50 %).

*„In unserer GKN Schwestergesellschaft Sinter Metals können wir mit dem 3D-Druckverfahren bereits sehr effizient Metallteile fertigen.“  
(Guido Roßbach, Global Supply Chain Director, Walterscheid Powertrain Group)*

*„Wir setzen in der Produktion vom Mitarbeiter angeleitete Cobots ein, die die Produkte transportieren und Fertigungsschritte ausführen. Exoskelette (Bionic Enhancement) zum Heben schwerer Lasten werden momentan noch nicht eingesetzt“  
(Guido Roßbach, Global Supply Chain Director, Walterscheid Powertrain Group)*

- Der „Return“-Prozess und – mit Abstrichen – auch der Prozess „Enable“ weisen geringe Anwendungsgrade der Digitalisierungstechnologien auf. Dies kann mit einer geringeren Relevanz dieser Prozesse für die Befragten zusammenhängen, aber auch mit der oben angesprochenen teilweisen Unklarheit über die Bedeutung der SCOR-Prozesse. So ist der „Return“-Prozess oftmals nicht von oberster Priorität im Vergleich mit anderen Supply-Chain-Prozessen. Die konkreten Inhalte des „Enable“-Prozesses sind weniger naheliegend als diejenigen der klassischen Logistik- und Produktionsprozesse.
- Eine noch geringe Anwendungsbreite haben Virtual oder Augmented Reality. Dennoch ist hier Potenzial in bestimmten Bereichen vorhanden, wie das nachfolgende Zitat zeigt.

*„Insbesondere Augmented Reality ist im Einsatz zur Unterstützung der Serviceleistung am Kun-*

*den. App-basiert unterstützen wir mittels VR den Kunden, gewisse Wartungsarbeiten am Endprodukt selbst vorzunehmen.“ (Teilnehmer der On-line-Erhebung)*

Wichtig ist jedoch für einen effektiven Einsatz von Digitalisierungstechnologien, dass die Grundlage vorhanden ist: Etablierte und stabile Prozesse mit einem möglichst hohen Reifegrad. Zu häufig jedoch sind diese Voraussetzungen nicht gegeben. Damit fehlt eine wesentliche Voraussetzung, um die Vorteile digitaler Technologien zu realisieren.

*„Damit Digitalisierungstechnologien Nutzen bringen, müssen die Hausaufgaben erledigt werden. Das heißt vor allem: Der oftmals noch niedrige Reifegrad von Prozessen muss erhöht werden.“ (Prof. Dr.-Ing. Volker Bräutigam, Professor, Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt)*

## 4.4 Erfahrungen mit Digitalisierungstechnologien

Für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien sind auf der einen Seite die grundsätzlichen Anwendungsbereiche (im Sinne der genutzten Supply-Chain-Prozesse) von Bedeutung. Auf der anderen Seite sind die bereits gemachten Erfahrungen relevant, um das Anwendungspotenzial besser abschätzen zu können.

*„Digitalisierte Prozesse ermöglichen eine verbesserte Sichtbarkeit, Vorhersehbarkeit und Anpassungsfähigkeit von Unternehmen in Supply Chains.“ (Jacek Tarkowski, Sales Director, Alpega Group)*

	Kosten- einsparung	Zeitgewinn	Qualitäts- verbesserung	Stärkere Kun- denbindung	Höhere Flexibilität	Negative Erfahrungen
3D-Druck	34,0%	38,0%	20,0%	14,0%	44,0%	8,0%
Big Data Analytics	42,9%	45,5%	64,9%	26,0%	37,7%	1,8%
Bionic Enhancement („Wearables“)	52,9%	52,9%	35,3%	11,8%	23,5%	11,8%
Blockchain	29,6%	25,9%	22,2%	18,5%	11,1%	0,0%
Cloud Computing	44,4%	43,3%	32,2%	12,2%	38,9%	5,6%
Digital Identifiers (Smart Sensor Tags and Biometrics)	19,4%	45,2%	38,7%	9,7%	6,5%	0,0%
Digitaler Zwilling	26,3%	36,8%	73,7%	15,8%	10,5%	5,3%
Drohnen	25,0%	40,0%	15,0%	10,0%	15,0%	5,0%
Internet of Things (IoT)	37,5%	50,0%	35,0%	30,0%	20,0%	0,0%
Künstliche Intelligenz (KI)/Artificial Intelligence (AI)	45,7%	45,7%	40,0%	22,9%	28,6%	0,0%
Low-cost Sensor Technology	44,0%	28,0%	52,0%	4,0%	12,0%	0,0%
Roboter und Automatisierung	78,8%	68,2%	57,6%	7,1%	27,1%	0,0%
Selbstfahrende Fahrzeuge	64,7%	41,2%	26,5%	8,8%	23,5%	8,8%
Virtual Reality (VR)/Augmented Reality (AR)	33,3%	38,9%	30,6%	25,0%	16,7%	5,6%

Tabelle 3: Erfahrungen mit ausgewählten Digitalisierungstechnologien (Einsatz im Regel- oder Testbetrieb; nur Technologien mit 10 oder mehr Anwendungen)<sup>92</sup>

<sup>92</sup> Quelle: Eigene Darstellung.  $14 \leq n \leq 89$ , durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die im Regel- oder im Testbetrieb eingesetzt werden (Frage 2), kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

## 4

Tabelle 3 zeigt die Erfahrungen, die die Befragten beim Einsatz im Regel- oder Testbetrieb ausgewählter Digitalisierungstechnologien gesammelt haben. Die Tabelle ist zeilenweise zu lesen: Bezogen auf die Unternehmen, die eine bestimmte Technologie im Regel- oder im Testbetrieb nutzen, zeigt jeder Wert den prozentualen Anteil an Unternehmen, die eine entsprechende Erfahrung mit dieser Technologie gemacht haben. So haben 34,0 % der Unternehmen, die 3D-Druck im Regel- oder Testbetrieb nutzen, Kosteneinsparungen und 38,0 % Zeitgewinne realisieren können. Da Unternehmen je Technologie mehrere Erfahrungen sammeln können, ergeben die Zeilensummen in der Regel Werte größer als 100 %.

Die in der Tabelle grün hinterlegten Werte verdeutlichen je Technologie diejenigen Erfahrungen, die von einem besonders hohen Anteil an Unternehmen realisiert werden. Auf der anderen Seite stellen die in der Tabelle rot hinterlegten Werte je Technologie diejenigen Erfahrungen heraus, die nur selten gemacht werden.

Aus den in Tabelle 3 ausgewiesenen Werten lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Die eingesetzten Digitalisierungstechnologien führen in erster Linie zu Kosteneinsparungen oder zu Zeitgewinnen – oder im Falle von Bionic Enhancements und künstlicher Intelligenz zu beidem. Roboter und Automatisierung sorgen bei drei Viertel der Unternehmen für niedrigere Kosten; durch den Einsatz von selbstfahrenden Fahrzeugen haben immerhin zwei Drittel der Befragten Kosteneinsparungen realisieren können.

*„Die Einführung einer neuen Digitalisierungstechnologie hängt im Wesentlichen vom Kostensenkungspotenzial, von erhöhtem Kundennutzen oder von Qualitätssteigerungen ab.“ (Geschäftsführer, Unternehmen der Lager- und Transportbranche)*

*„Als wesentliche Schlüsselkomponente zur Einführung neuer Technologiekonzepte gilt die Profitabilität, die bei uns durch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung, einem Business Case und einer zeitlichen Umsetzungsplanung ermittelt wird.“ (Inhouse Consultant, Deutsche Bahn AG)*

- Drei Technologien führen vor allem zu Verbesserungen der Qualität: Dies ist in besonderem Maße beim digitalen Zwilling der Fall, durch den 75 %

der Unternehmen Qualitätsverbesserungen realisieren können.

*„Mit dem digitalen Zwilling können wir eine virtuelle Inbetriebnahme des Produkts beim Kunden simulieren. Mögliche Fehler können so bereits im Vorfeld identifiziert und behoben werden.“ (Michael Fichtel, Leiter Produktmanagement, b+m surface systems GmbH)*

- Die Qualitätsaspekte stehen auch bei der Verwendung von Low-cost Sensor Technology und – in etwas geringerem Maße – bei Digital Identifiers im Vordergrund.

*„Die Sensor-Technologie ist in der Pharmalogistik gerade im Hinblick auf die Sicherung der Kühlketten von herausragender Bedeutung.“ (Klaus Kauer, Head of Quality Management, Frigo-Trans GmbH)*

- Nur vergleichsweise wenige Unternehmen haben durch die Nutzung der Technologien eine stärkere Kundenbindung registriert. Einzig aus dem Einsatz von Big Data Analytics und künstlicher Intelligenz resultierte bei etwa einem Viertel der Unternehmen auch eine solche intensivere Kundenbindung. Auch eine höhere Flexibilität wird durch den Einsatz von Digitalisierungstechnologien weniger realisiert. Allerdings lässt sich dieses Flexibilitätspotenzial in erster Linie durch den Einsatz von 3D-Druck realisieren.
- Über alle in der Erhebung aufgeführten Kriterien hinweg werden besonders viele positive Erfahrungen mit Robotern und Automatisierung sowie mit Big Data Analytics gesammelt.
- Dagegen führen Blockchain und Drohnen bisher eher weniger zu positiven Erfahrungen, wenn man alle in der Erhebung aufgeführten Kriterien berücksichtigt.

Ein Teil der Unternehmen machte auch negative Erfahrungen im Rahmen des Regel- oder Testbetriebs. Allerdings ist der Anteil der Unternehmen, die schlechte Erfahrungen machten, gering: Nur bei Bionic Enhancements, selbstfahrenden Fahrzeugen sowie beim 3D-Druck haben zwischen 8 % und knapp 12 % der Befragten Nachteile oder Schwächen registriert. Verbale Rückmeldungen der Teilnehmer zu den Nachteilen waren:

- Im Falle von Bionic Enhancements wurde eine nicht ausreichende Funktionsfähigkeit bemän-

gelt: Sie seien im Bereich der Konsumgüter „nicht für Bewegungsabläufe im Arbeitsalltag der hochfrequenten Kommission geschaffen“.

- Bei selbstfahrenden Fahrzeugen wurden die insgesamt hohen Kosten, die auch von der gegebenen Infrastruktur abhängen, als Nachteil aufgeführt.
- Beim 3D-Druck wurden ebenfalls die hohen Kosten als Schwäche angesehen. Ein „Nutzen im Massengeschäft“ wird nicht gesehen. Außerdem wurde die Einschränkung hinsichtlich der nutzbaren Werkstoffe als Schwäche aufgeführt.
- Im Bereich des Cloud Computing wurden technische Kritikpunkte (System-/Netzwerkstabilität, langsame Übertragungsraten) und rechtliche Aspekte (keine Konformität mit der Datenschutz-

Grundverordnung bei einem Cloud-Server außerhalb der EU) geäußert. Letzterer Problematik begegnen Unternehmen dagegen auch durch den eigenverantwortlichen Betrieb einer Cloud-Lösung.

*„Wir nutzen aufgrund der Datenschutzthematik unsere eigene Cloud, das heißt, die Datenhoheit liegt durch eigene Server bei uns selbst.“ (Sebastian Retzlaff, Bereichsleiter Kundenservice & Logistik, Unternehmen im Groß- und Einzelhandel)*

- Bei Drohnen wurde die noch unausgereifte Funktionsfähigkeit, bei Virtual Reality und Augmented Reality wurden die noch zu geringen Anwendungsmöglichkeiten genannt.

## 4.5 Zukünftige Anwendung von Digitalisierungstechnologien

Die bisherigen Ergebnisse verdeutlichen den Kenntnis- und Anwendungsstand von Digitalisierungstechnologien in Supply Chains sowie die Erfahrungen, die die Befragten mit dem Einsatz der Technologien gesammelt haben.

Insbesondere bei neuen Technologien ist aber auch der Blick in die Zukunft von Interesse. Mit anderen Worten: Welche Digitalisierungstechnologien für Supply Chains planen Unternehmen, in den nächsten Jahren einzusetzen?

Abbildung 14 verdeutlicht, wie die Planung der Teilnehmer für die ausgewählten Technologien aussieht. Dabei wurden für die Befragten jeweils die Technologien aufgelistet, die sie gut oder zumindest vom Namen her kennen. Die Auflistung der Ergebnisse erfolgt nach dem Gesamtanteil für die Umsetzung innerhalb der kommenden fünf Jahre (und damit für die Summe der beiden ersten Kategorien).

*„Das Einsatzgebiet verschiedener Technologien ist zu Teilen noch ungewiss und es ändert sich auch immer wieder. Insofern kann der Plan in zwei Jahren schon wieder ganz anders aussehen. Auf alle Fälle muss man nah dran sein.“ (Teilnehmer der Online-Erhebung)*

Abbildung 14 vergegenwärtigt, dass auch in den kommenden fünf Jahren diejenigen drei Technologien vorrangig genutzt werden, die auch derzeit von den meisten Unternehmen eingesetzt werden: Cloud Computing, Big Data Analytics sowie Roboter und Automatisierung sind die Technologien, die – für die kommenden fünf Jahre – von mehr als 70 % der Unternehmen weiterhin eingesetzt werden oder deren Einsatz ausgeweitet wird.

Die Dynamik für die Nutzung dieser drei Technologien zeigt sich auch bei den Plänen für die kommenden zwei Jahre: Zwei von drei Unternehmen planen den kurzfristigen Einsatz von Cloud Computing und jeweils mehr als die Hälfte die Nutzung von Big Data Analytics sowie von Robotern und Automatisierung.

Im Vergleich zum aktuellen Stand der Anwendung ergeben sich für alle weiteren Digitalisierungstechnologien, die derzeit allesamt eine nur geringe Verbreitung in Supply Chains aufweisen, deutliche Steigerungen:

- Das Internet of Things wollen zwei von fünf Unternehmen innerhalb der nächsten zwei Jahre implementiert haben. Ein weiteres von fünf Unternehmen plant immerhin einen Einsatz innerhalb der kommenden fünf Jahre.

## 4

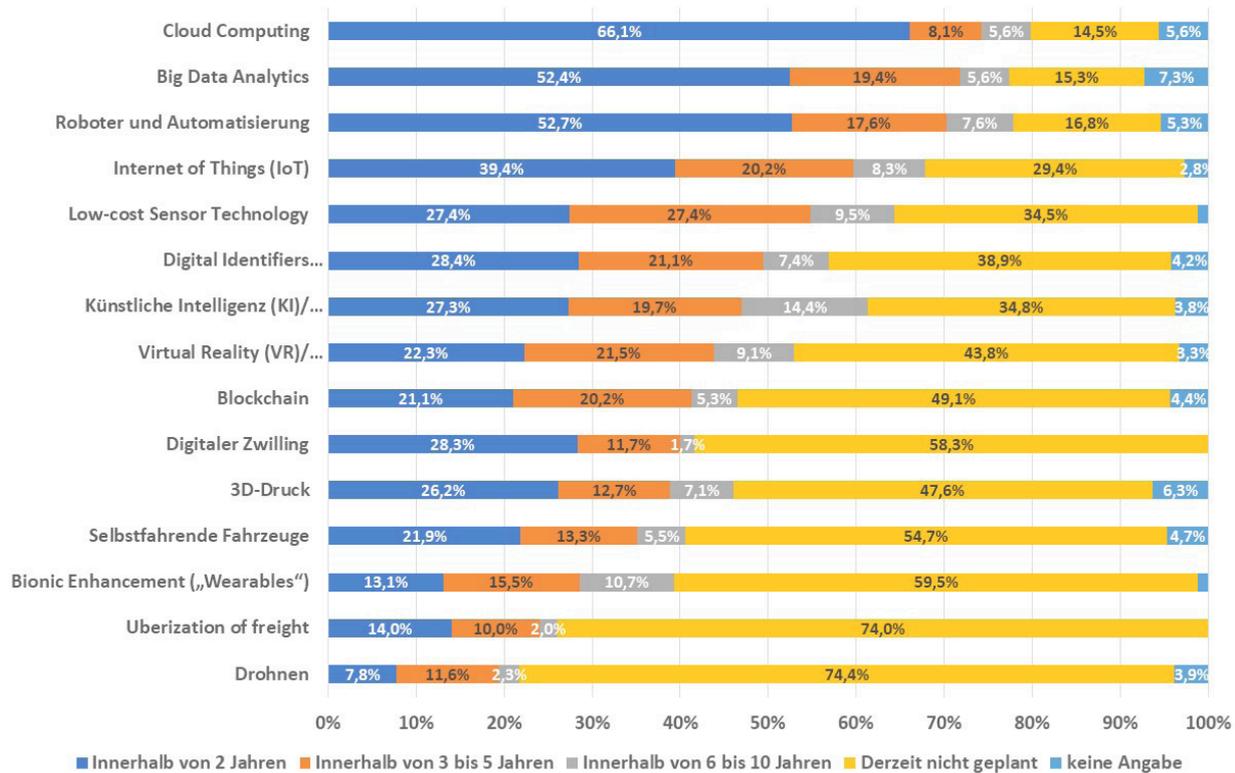


Abbildung 14: Zeitlicher Horizont des zukünftigen Einsatzes von Digitalisierungstechnologien<sup>93</sup>

- Auch im Bereich von Sensor- und Ident-Technologie ist eine stärkere Verbreitung zu erwarten: Low-cost Sensor Technology wollen rund 55 % der Unternehmen innerhalb der nächsten fünf Jahre einsetzen, Digital Identifiers immerhin 50 % der Unternehmen.

„Wir testen momentan Low-cost Sensors und hoffen, mehrere Nutzen wie Sendungsverfolgung, Behälterzustand und Inhaltskontrolle aus der Technologie ziehen zu können sowie die Anbindung mit IoT zu realisieren.“ (Peter Stelter, Bereichsleiter EDV/Organisation, Zentis GmbH & Co. KG)

„Der Konzern arbeitet mit starkem Fokus an digitalen Erfassungssystemen, um nachhaltige präventive Maßnahmen ableiten und eine genauere Planungsvorhersage generieren zu können.“ (In-house Consultant, Deutsche Bahn AG)

- Selbst den Einsatz der Blockchain-Technologie, die derzeit kaum genutzt wird, planen mehr als 40 % der Unternehmen für die nächsten fünf Jahre.

„Ich glaube, dass der Mehrwert, den die Blockchain-Technologie für die Logistik bringen soll, vielen noch unklar ist. Sie wird Transparenz – ähnlich einem Grundbuch oder Register – in die Logistikkette bringen. Aber ob und wo dieser Aspekt gebraucht wird, muss sich noch entscheiden.“ (Peter Stelter, Bereichsleiter EDV/Organisation, Zentis GmbH & Co. KG)

- Künstliche Intelligenz will kurzfristig mehr als ein Viertel der Unternehmen nutzen. Relativ hoch ist hier jedoch der Anteil an Unternehmen, die noch abzuwarten scheinen: Jedes siebte Unternehmen plant einen Einsatz erst mittelfristig. Möglicherweise sind Nutzen und Anwendungspotenzial dieser Technologie noch zu unklar, sodass Unternehmen die zukünftige Entwicklung abwarten. In diesem Zusammenhang wurde allerdings das Potenzial von künstlicher Intelligenz mit Automation – die sogenannte Autonomation – genannt, wie das nachfolgende Zitat verdeutlicht.

„Autonomation ist ein kommendes Thema. Die Flexibilität von Anlagen wird erheblich zuneh-

<sup>93</sup> Quelle: Eigene Darstellung.  $50 \leq n \leq 132$ , durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 1 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

*men, wenn es uns gelingt, den Maschinen mehr Intelligenz zu geben.“ (Inhouse Consultant, Deutsche Bahn AG)*

Auf der anderen Seite gibt es auch einige Technologien, für die ein Großteil der Unternehmen keinen Einsatz plant. So sind Drohnen sowie eine Uberization of freight für drei Viertel der Befragten kein Thema. Auch Bionic Enhancements, ein digitaler Zwilling sowie selbstfahrende Fahrzeuge werden von mehr als 50 % der Unternehmen als nicht relevant innerhalb der kommenden zehn Jahre angesehen. Letztlich stehen auch die Blockchain-Technologie sowie der 3D-Druck bei knapp der Hälfte der Teilnehmer nicht auf der Agenda für die nächste Dekade.

*„Digitalisierung ist ein permanenter Prozess in der Logistik, der stetig an Dynamik gewinnt. Die Übersicht über Anwendungsmöglichkeiten zu haben und diese in einen Nutzen für den Unternehmenserfolg zu übersetzen, ist immer wieder die Herausforderung.“ (Teilnehmer der Online-Erhebung)*

Für die Einführung einiger der ausgewählten Digitalisierungstechnologien sind auch noch „Hausaufgaben“ zu erledigen: Diese können darin bestehen, die zugrunde liegenden Prozesse vorzubereiten und teilweise neu auszurichten, die Infrastruktur auf die Belange der Technologien abzustimmen oder sicherzustellen, dass die notwendigen Daten und Datenstrukturen vorhanden sind.

*„Unsere Kunden werden zukünftig modernere Lagertechnologien wie fahrerlose Staplersysteme fordern. Jedoch müssen hierfür die verschiedenen Artikelstrukturen mit den Systemen harmonisiert werden.“ (Geschäftsführer, Unternehmen der Lager- und Transportbranche)*

Neben den Hausaufgaben, die innerhalb eines Unternehmens zu erledigen sind, können aber auch eine noch fehlende Funktionalität oder ein zu niedriger technischer Reifegrad der Technologien dazu führen, dass die Implementierung kurzfristig nicht erfolgt. Unternehmen warten dann ab, bis die Entwicklung der Digitalisierungstechnologien einen Stand erreicht hat, die den eigenen Anforderungen entspricht.

*„Bei einem Test von AR-Brillen im Lager stellte sich heraus, dass die Datenbrillen einerseits zu schwer sind und andererseits das Arbeiten mit eingeblendeten Informationen im Sichtfeld zu anstrengend ist. Wir haben daher die Investition unterlassen*

*und warten auf eine höhere Produktreife.“ (Sebastian Retzlaff, Bereichsleiter Kundenservice & Logistik, Unternehmen im Groß- und Einzelhandel)*

*„Der Testeinsatz von selbstfahrenden Fahrzeugen in der Intralogistik unseres Unternehmens hat gezeigt, dass die Toleranz der Fahrzeugpositionierung noch zu groß ist, als dass unsere wertvollen Paletten automatisiert transportiert werden könnten.“ (Klaus Kauer, Head of Quality Management, Frigo-Trans GmbH)*

Gibt es Unterschiede zwischen eher kleineren und eher großen Unternehmen, was den geplanten Einsatz von Digitalisierungstechnologie betrifft? Diese Frage beantwortet Abbildung 15. Dort sind diejenigen Technologien aufgeführt, deren Einsatz innerhalb der nächsten fünf Jahre geplant ist (die also in der vorherigen Abbildung 14 durch die zwei linken Balkenreihen (in Blau und Orange dargestellt sind).

Anhand von Abbildung 15 wird deutlich, dass kurzfristig vor allem Großunternehmen den Einsatz von Digitalisierungstechnologien planen. Dies wird beim geplanten Einsatz von künstlicher Intelligenz besonders deutlich: Beinahe die Hälfte der Einsatzplanungen entfällt auf Unternehmen mit einem Umsatz von mehr als einer Milliarde Euro. Kleine Unternehmen haben einen insgesamt geringen Anteil: Den Extremfall bildet der Einsatz des digitalen Zwillings, dessen Einsatz von den KMU mit einem Umsatz von bis zu 50 Millionen Euro nur 4 % planen, verglichen mit 42 % der Großunternehmen.

Anhand von Abbildung 16 wird das geschilderte Phänomen noch deutlicher. Der obere Balken zeigt für alle Digitalisierungstechnologien mit 25 oder mehr geplanten Einsätzen innerhalb der kommenden fünf Jahre die Verteilung gemäß der Unternehmensgröße. Beispielsweise entfallen 12,4 % der geplanten Technologieeinsätze innerhalb der nächsten fünf Jahre auf Unternehmen mit einem Umsatz von bis zu 50 Millionen Euro. Der Vergleich zur Teilnehmerstruktur, die durch den unteren Balken repräsentiert wird, macht deutlich: Große Unternehmen weisen einen überproportionalen Anteil an den geplanten Einsätzen von Digitalisierungstechnologien auf; KMU sind dagegen nur unterproportional aktiv.

Auch beim künftigen Einsatz der Digitalisierung stellt sich die Frage, welche Prozesse des SCOR-Modells für die einzelnen Technologien besonders geeignet erscheinen. Erhoben wurden dabei nur die geplanten Anwendungen innerhalb der ersten zwei Jahre durch

# 4

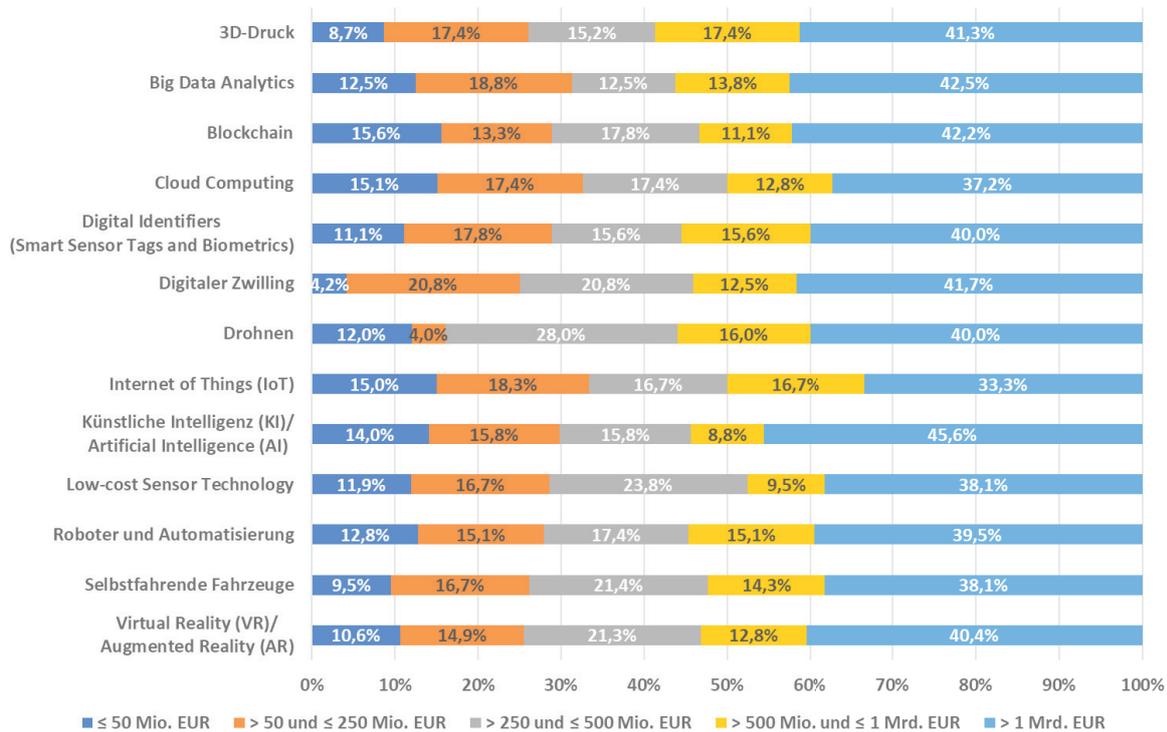


Abbildung 15: Zukünftiger Einsatz von Digitalisierungstechnologien nach Unternehmensgröße<sup>94</sup> (Einsatz geplant innerhalb von maximal fünf Jahren, nur Technologien mit 25 oder mehr geplanten Anwendungen)

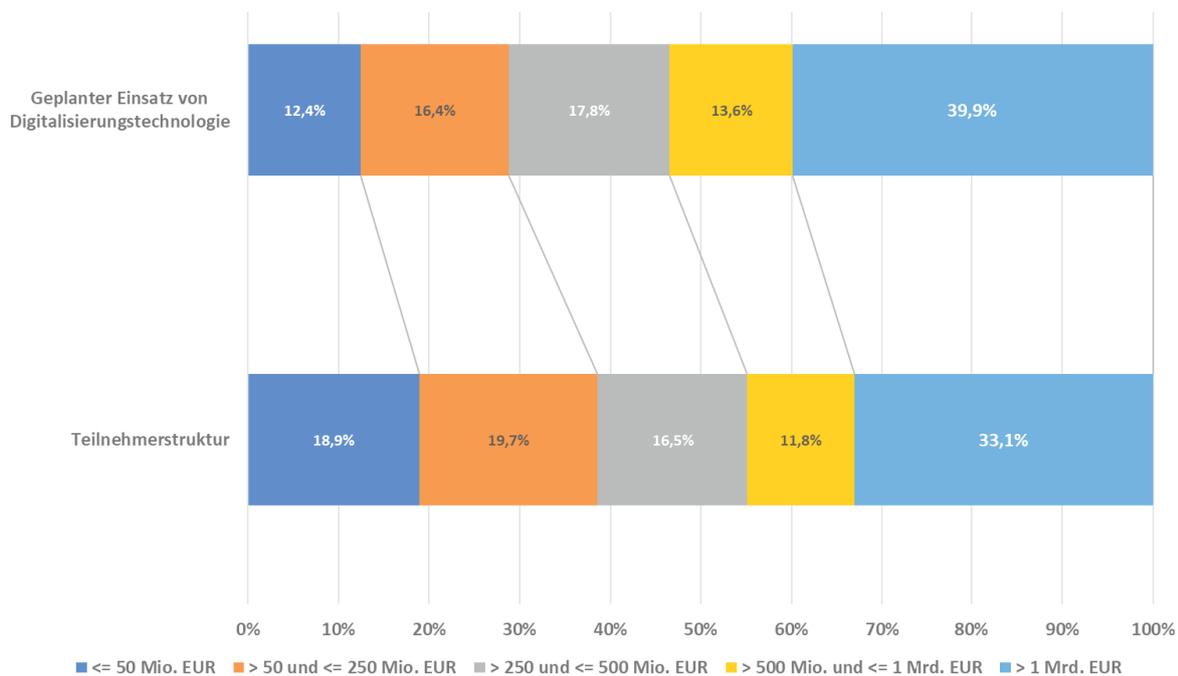


Abbildung 16: Zukünftiger Einsatz von Digitalisierungstechnologien nach Unternehmensgröße (aggregiert)<sup>95</sup> (Einsatz geplant innerhalb von maximal fünf Jahren, nur Technologien mit 25 oder mehr geplanten Anwendungen)

<sup>94</sup> Quelle: Eigene Darstellung.  $25 \leq n \leq 86$ , durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 1 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

<sup>95</sup> Quelle: Eigene Darstellung.  $25 \leq n \leq 86$ , durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 1 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

die Frage: „In welchen Prozessen planen Sie die Einführung ausgewählter Digitalisierungstechnologien innerhalb der nächsten zwei Jahre?“ Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse für diejenigen Digitalisierungstechnologien je SCOR-Prozess, bei denen 15 oder mehr Unternehmen eine Anwendung innerhalb der kommenden zwei Jahre planen

Tabelle 4 zeigt für ausgewählte Digitalisierungstechnologien, in welchem SCOR-Prozess ihre Umsetzung innerhalb der nächsten zwei Jahre geplant ist. Die Tabelle ist dabei (analog zu Tabelle 2 auf Seite 31) zeilenweise zu lesen: Jeder Wert zeigt den prozentualen Anteil an Unternehmen, die planen, eine bestimmte Technologie innerhalb der kommenden zwei Jahre

	Plan	Source	Make	Deliver	Return	Enable
3D-Druck	13,3%	23,3%	73,3%	6,7%	0,0%	3,3%
Big Data Analytics	71,2%	52,5%	42,4%	35,6%	27,1%	52,5%
Blockchain	43,5%	43,5%	26,1%	47,8%	17,4%	26,1%
Cloud Computing	61,5%	53,8%	38,5%	44,9%	32,1%	42,3%
Digital Identifiers (Smart Sensor Tags and Biometrics)	7,7%	38,5%	50,0%	53,8%	30,8%	11,5%
Digitaler Zwilling	47,1%	29,4%	35,3%	17,6%	5,9%	23,5%
Internet of Things (IoT)	51,2%	41,5%	46,3%	51,2%	12,2%	29,3%
Künstliche Intelligenz (KI)/Artificial Intelligence (AI)	58,8%	35,3%	41,2%	32,4%	11,8%	35,3%
Low-cost Sensor Technology	9,1%	31,8%	59,1%	59,1%	18,2%	9,1%
Roboter und Automatisierung	26,2%	27,7%	66,2%	33,8%	9,2%	12,3%
Selbstfahrende Fahrzeuge	10,7%	14,3%	71,4%	42,9%	14,3%	3,6%
Virtual Reality (VR)/Augmented Reality (AR)	29,2%	25,0%	41,7%	20,8%	25,0%	20,8%

Tabelle 4: Zukünftige Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien in SCOR-Prozessen (nur Technologien mit 15 oder mehr geplanten Anwendungen)<sup>96</sup>

im entsprechenden Supply-Chain-Prozess einzusetzen. So planen 13,3 % der Unternehmen, die den 3D-Druck gut oder vom Namen her kennen, diese Technologie im Prozess „Plan“ einzusetzen, 23,3 % im Prozess „Source“ und so weiter. Da eine Technologie in mehreren SCOR-Prozessen eingesetzt werden kann, ergeben die Zeilensummen in der Regel Werte größer als 100 %.

Die in der Tabelle grün hinterlegten Werte verdeutlichen je Technologie diejenigen Prozesse, die den höchsten geplanten Anwendungsgrad aufweisen. Die in der Tabelle rot hinterlegten Werte stellen dagegen je Technologie diejenigen Prozesse heraus, die den geringsten geplanten Anwendungsgrad aufweisen.

Im Wesentlichen ähneln die Ergebnisse der Umsetzungsplanung denjenigen des aktuellen Einsatzes (vgl. Tabelle 2 auf Seite 31). Dennoch sind einige ergänzende Schlussfolgerungen zu ziehen:

- Sämtliche Technologien sollen stärker genutzt werden, als dies bisher der Fall ist. Während jede Digitalisierungstechnologie aktuell durchschnitt-

lich in 1,4 SCOR-Prozessen eingesetzt wird, wollen die Unternehmen kurzfristig jede Technologie in 2,0 SCOR-Prozessen anwenden – eine deutliche Steigerung, die jedoch auf Basis der bisher geringen Umsetzung auch nachvollziehbar erscheint. Deutlich stärker eingesetzt werden sollen Big Data Analytics (in durchschnittlich 2,7 Prozessen), Cloud Computing (2,7), Internet of Things (2,3), künstliche Intelligenz (2,1) und Blockchain (2,0). Abbildung 17 verdeutlicht die Veränderungen in der Einsatzbreite für ausgewählte Digitalisierungstechnologien.

- Eine Steigerung ergab sich auch für einzelne Digitalisierungstechnologien in ausgewählten SCOR-Prozessen: So planen drei Viertel der Unternehmen, 3D-Druck im „Make“-Prozess einzusetzen, sowie jeweils knapp drei Viertel, Big Data Analytics im „Plan“-Prozess und selbstfahrende Fahrzeuge im „Make“-Prozess zu nutzen.
- Die beiden Prozesse, in denen die Technologien in der aktuellen Situation besonders intensiv genutzt

<sup>96</sup> Quelle: Eigene Darstellung.  $17 \leq n \leq 78$ , durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die gut oder vom Namen her bekannt sind (Frage 1), kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

## 4

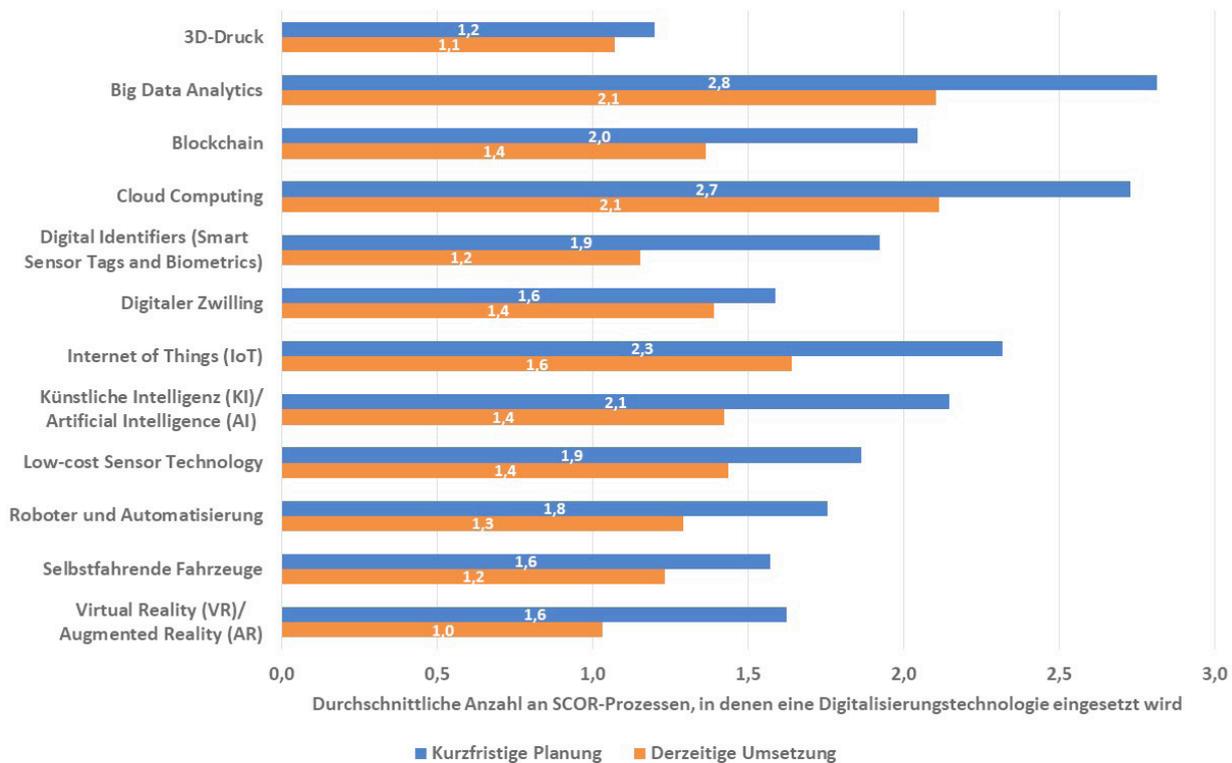


Abbildung 17: Einsatzbreite ausgewählter Digitalisierungstechnologien (durchschnittliche Anzahl an SCOR-Prozessen, in denen eine Digitalisierungstechnologie eingesetzt wird, nur Technologien mit 15 oder mehr geplanten Anwendungen)<sup>97</sup>

werden („Plan“, „Make“), sind nach Angaben der Befragten auch zukünftig die Prozesse mit dem höchsten Anwendungsgrad. Im „Plan“-Prozess stechen Big Data Analytics mit einer geplanten Umsetzung bei 71 % der Unternehmen sowie Cloud Computing (62 %) und künstliche Intelligenz (59 %) hervor. Im „Make“-Prozess dominieren der 3D-Druck (73 % der Unternehmen), selbstfahrende Fahrzeuge (71 %) sowie Roboter und Automatisierung (66 %). Allerdings weist auch der Auslieferungsprozess („Deliver“) ein hohes Potenzial auf: Hier sind Low-cost Sensor Technology (59 %), Digital Identifiers (54 %) und das Internet of Things (51 %) von besonderem Interesse für die Unternehmen.

- Weiterhin eher unattraktiv für die Umsetzung der Digitalisierungstechnologien erscheinen der „Return“- und der „Enable“-Prozess. Dennoch darf nicht übersehen werden, dass es auch in diesen beiden Prozessen Potenziale gibt: Cloud Computing und Digital Identifiers sind Technologien, für die mehr als 30 % der Unternehmen im „Return“-Prozess einen Einsatz planen. Im „Enable“-Prozess wollen Unternehmen Big Data Analytics (53 %) und Cloud Computing (42 %) nutzen..

<sup>97</sup> Quelle: Eigene Darstellung.  $17 \leq n \leq 78$ , durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die gut oder vom Namen her bekannt sind (Frage 1), kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

## 4.6 Treiber und Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien

### 4.6.1 Treiber des Einsatzes von Digitalisierungstechnologien

Abschließend stellt sich die Frage, welche Faktoren die Umsetzung und den Einsatz von Digitalisierungstechnologien unterstützen und beschleunigen und welche bremsend wirken. Während die Treiber in

diesem Abschnitt diskutiert werden, erfolgt eine Auseinandersetzung mit den Hemmnissen im nachfolgenden Abschnitt.

In einem ersten Schritt wurde den Teilnehmer die Frage „Welche Treiber wirken in Ihrem Unternehmen auf den Einsatz von Digitalisierungstechnologien?“ gestellt.

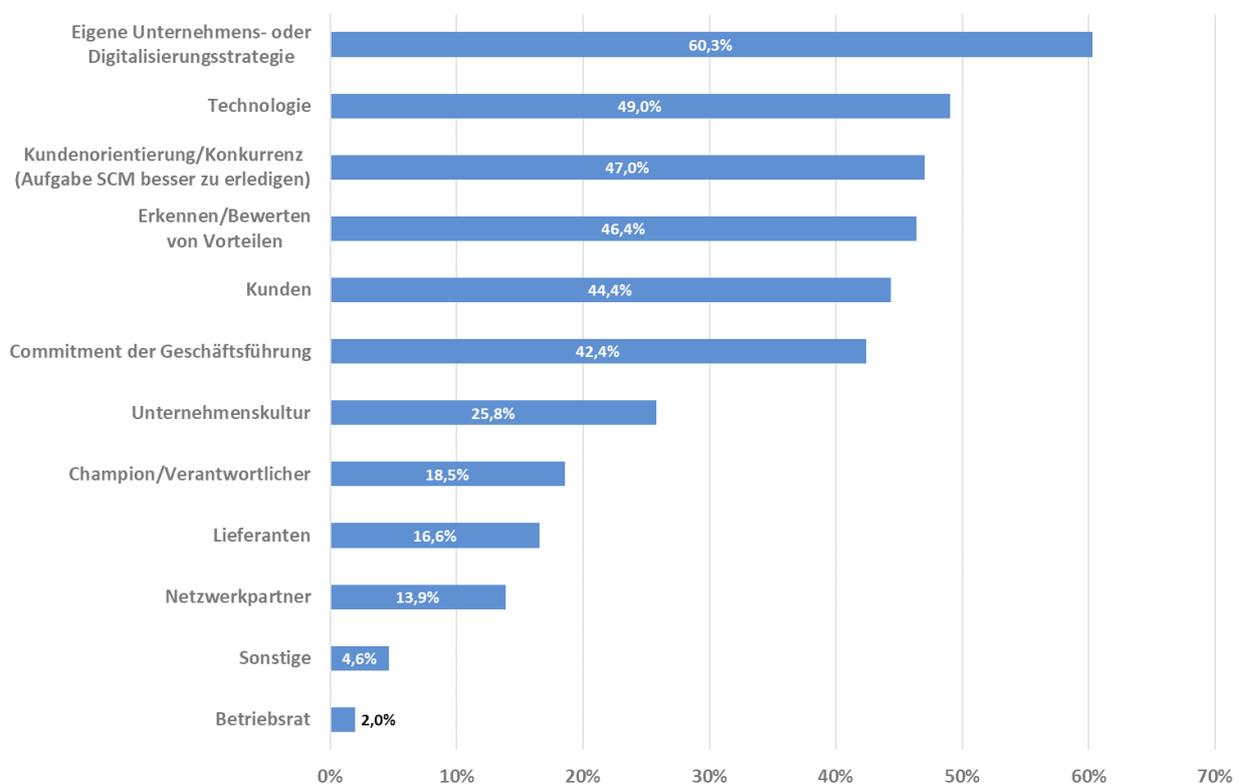


Abbildung 18: Treiber für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien<sup>98</sup>

Abbildung 18 verdeutlicht, welche Parameter den Einsatz von Digitalisierungstechnologien vorantreiben:

- Von besonderer Bedeutung sind dabei die Unternehmens- oder Digitalisierungsstrategie eines Unternehmens. 60 % der Befragten – und damit deutlich mehr als für andere Parameter – sehen diesen Faktor als den wesentlichen Treiber für die Digitalisierung.
- Fünf Parameter haben jeweils 40 % bis 50 % der Befragten als Treiber genannt. Darunter finden sich sowohl interne Faktoren, wie eine potenziell höhere Kundenorientierung, das Erkennen von möglichen Vorteilen sowie die Unterstützung durch die Geschäftsführung, als auch externe Faktoren, wie

*„Ein Ziel unserer Unternehmensstrategie ist es, unsere Geschäftsprozesse weitestgehend zu digitalisieren.“ (Mathias Schenk, Managing Consultant SCM & Logistics, encube GmbH)*

<sup>98</sup> Quelle: Eigene Darstellung. n = 151.

## 4

die grundsätzliche technologische Entwicklung, aber auch der Anstoß durch Kunden.

*„Eine neue Digitalisierungstechnologie kann man nicht einfach einführen, man muss notwendige Prozessveränderungen, Wirtschaftlichkeit und Qualität der Technologie im Vorfeld mitberücksichtigen.“ (Mathias Schenk, Managing Consultant SCM & Logistics, encuble GmbH)*

*„Als Erfolgsfaktoren für eine Umsetzung von Digitalisierungsprojekten sind vor allem das entsprechende Mind-Set, die ausgebildeten Mitarbeiter sowie die konkrete Implementierung zu nennen.“ (Inhouse Consultant, Deutsche Bahn AG)*

- Weniger relevant sind alle anderen aufgeführten Faktoren, darunter auch Lieferanten und Netzwerkpartner. Dabei lassen sich – gerade für KMU – durch Kooperationen, vor allem mit größeren Unternehmen, die Möglichkeiten erheblich erweitern, digitale Technologien einzuführen.

*„KMU fehlt oftmals das Wissen zu Digitalisierungstechnologien. Sie können aber von Kooperationen mit Großunternehmen profitieren. Plattformen und Methoden, die sich bei Großunternehmen etabliert haben, können dann auch gegebenenfalls von KMU genutzt werden.“ (Prof. Dr.-Ing. Volker Bräutigam, Professor, Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt)*

Zusätzlich wurden von Teilnehmern als Faktoren der Wettbewerb mit dem in der Regel einhergehenden Kostendruck, vorhandenes Know-how und Expertise sowie auch die Anregung von Branchenverbänden genannt.

Bei den Treibern kam – im Rahmen der Expertengespräche – auch die Unternehmensgröße zur Sprache. Dabei können, je nach Aufbau- und Ablauforganisation, KMU Geschwindigkeitsvorteile bei der Initiierung und Umsetzung von Digitalisierungsprojekten realisieren.

*„Als Mittelständler können wir Digitalisierungsprojekte deutlich schneller als Großunternehmen angehen.“ (Christopher Pflaum, Teamleiter Einkauf/Produktionsmaterial, Walter Speck GmbH & Co. KG)*

*„Unser Arbeitskreis zur Qualitätssicherung sucht regelmäßig nach Digitalisierungslösungen, die gemäß den Kriterien Kosten, Qualität, Schnelligkeit, Kundenzufriedenheit attraktiv sein könnten. Wird*

*eine sinnvolle Lösung gefunden, die sich auch unter Kostenbetrachtung lohnt, so wird diese umgesetzt, wodurch wir agiler als Unternehmen mit langen Strategiemeetings oder Findungsprozessen sind.“ (Geschäftsführer, Unternehmen der Lager- und Transportbranche)*

Ein weiterer Treiber, der bei der Umsetzung von Digitalisierungsprojekten eine große Rolle spielt, ist die Zusammensetzung der Projektteams. Dabei ist darauf zu achten, Know-how aus unterschiedlichen Funktionen zusammenzubringen; man spricht dann von „crossfunktionalen Teams“.

*„Ein Erfolgsfaktor für Digitalisierungsprojekte ist die Diversität innerhalb der Projektteams: Crossfunktionale Teams sind ein Muss, genauso wie ein Gender-Mix.“ (Prof. Dr.-Ing. Volker Bräutigam, Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt)*

Ein Ansatz, sich der Herausforderung digitaler Technologien zu nähern, ist, auf Start-ups zu setzen. Dabei können einerseits vorhandene Start-ups akquiriert werden, die bereits eine Technologie oder dazugehörige Anwendungen entwickelt haben oder sich in der Entwicklungsphase befinden. Andererseits kann auch ein eigenes Start-up gegründet werden, das losgelöst von der bisherigen Unternehmensorganisation arbeitet.

*„Für die Einführung neuer Technologien wie Predictive Maintenance in unserem Service Bereich haben wir einen eigenen Value Stream geschaffen, analog eines Start-up Unternehmens.“ (Guido Roßbach, Global Supply Chain Director, Walterscheid Powertrain Group)*

*„Wenn eine Zusammenarbeit sehr gut und langjährig läuft, ist es keine Seltenheit, dass unser Konzern die externe Firma aufkauft und übernimmt. Des Weiteren werden intern vermehrt Mitarbeiter zu Projektleitern weitergebildet.“ (Projektleiter, Unternehmen der Automobil- und Automobilzulieferindustrie)*

#### 4.6.2 Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien

Auf der anderen Seite stellt sich die Frage, welche Einflussgrößen den Einsatz von Digitalisierungstechnologie verhindern oder erschweren.

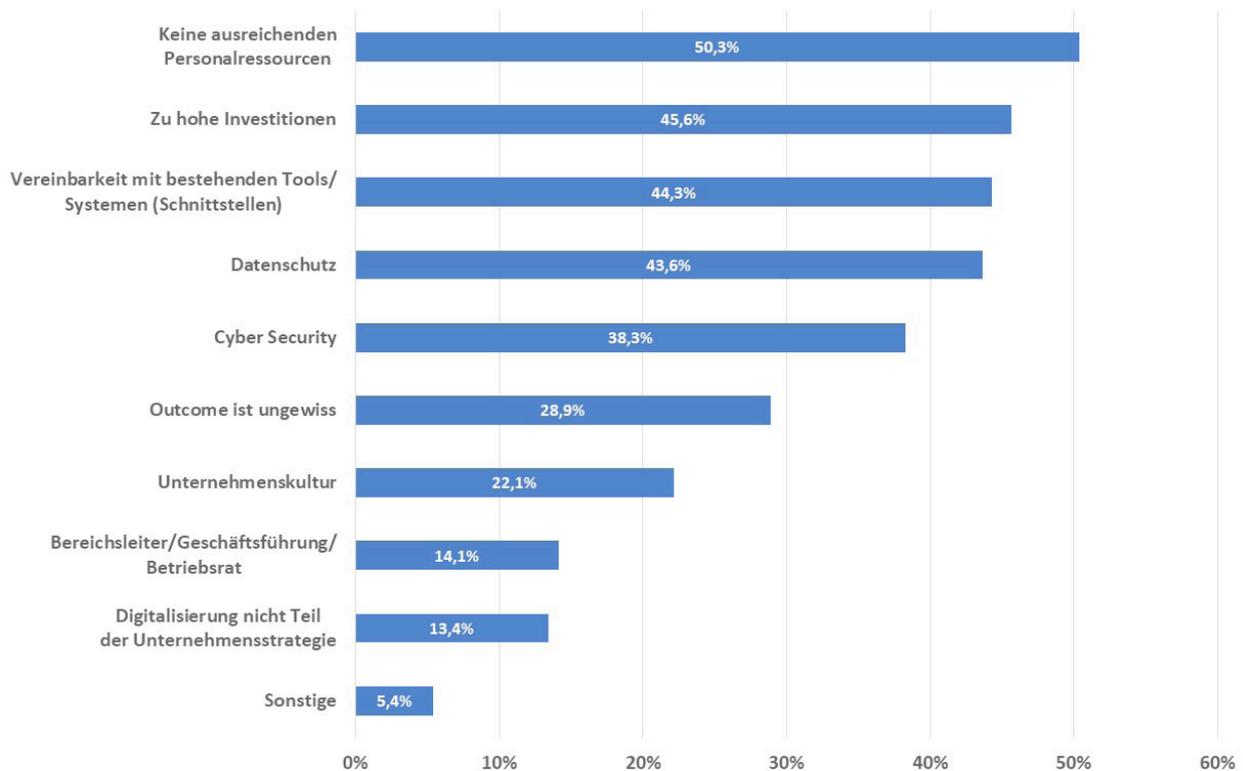


Abbildung 19: Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien<sup>99</sup>

Abbildung 19 zeigt, welche Faktoren den Einsatz von Digitalisierungstechnologien hemmen können:

- An oberster Stelle fehlen rund der Hälfte der Unternehmen derzeit die Personalressourcen, um Digitalisierungstechnologien im gewünschten Maße umzusetzen. Dies betrifft sowohl die notwendige Personalstärke als auch das notwendige Know-how.

„Oftmals fehlt noch das Know-how, um Digitalisierung umzusetzen. Gleichzeitig existieren aber auch noch keine Qualifikationsprofile für die gesuchten Mitarbeiter.“ (Teilnehmer der Online-Erhebung)

- Weitere Faktoren, die 38 % bis 46 % der Befragten als Hemmnisse genannt haben, sind das Kosten-Nutzen-Verhältnis derartiger Technologieprojekte, das auch mehrmals explizit in den Kommentaren der Online-Erhebung genannt wurde, die technischen Hürden aufgrund fehlender Vereinbarkeit mit der existierenden Systemlandschaft sowie Datenschutz und Cyber Security.

„Es besteht das Risiko, dass Arbeitnehmer nicht rechtzeitig geschult werden und somit nicht mit den Neuerungen mithalten können. Oft wird vergessen, dass neben den Investitionskosten auch Trainings- und Change-Management-Kosten berücksichtigt werden müssen.“ (Teilnehmer der Online-Erhebung)

Unsere übergreifenden Materialflüsse sind weitgehend digitalisiert und werden schon durch neuste Software -Technologien unterstützt, aber dadurch, dass an verschiedenen Standorten noch unterschiedliche ERP-Systeme genutzt werden, ergeben sich hieraus Inkompatibilitäten und Schnittstellenprobleme. Diese gehen wir aber in zukünftigen Projekten an. Ein ERP-übergreifendes Analyse BI-System (Business Intelligence-System) ist der erste Schritt in diese Richtung und bereits eingeführt.“ (Guido Roßbach, Global Supply Chain Director, Walterscheid Powertrain Group)

- Die Themen Datenschutz und Cyber Security werden jedoch nicht nur als mögliche Hemmnisse gesehen, sondern auch als Aspekte, die zukünftige

<sup>99</sup> Quelle: Eigene Darstellung, n = 149.

## 4

tig essenziell für die Digitalisierung im Sinne von Industrie 4.0 sind, also einer Vernetzung von Akteuren und Systemen.

*„Ich glaube, dass zukünftig den Themen Datensicherheit, -integrität und Cybercrime eine höhere Bedeutung zukommen wird.“ (Klaus Kauer, Head of Quality Management, Frigo-Trans GmbH)*

- Mehr als ein Viertel der Unternehmen sieht einen ungewissen Outcome als Verhinderer. In diesem Zusammenhang wird oftmals auch von einem fehlenden Verständnis von IT und Digitalisierung gesprochen.

*„Das Thema Digitalisierung wird in vielen Firmen nach wie vor eher als Kostentreiber statt als Kostensenker und Zukunftschance gesehen.“ (Teilnehmer der Online-Erhebung)*

*„Digitalisierung wird in der Breite nicht richtig verstanden. Für viele ist sie in der traditionellen IT beheimatet, die schon seit jeher enorme Kosten verursacht hat (IT = immer teuer).“ (Teilnehmer der Online-Erhebung)*

- Knapp ein Viertel der Unternehmen nennt eine wenig unterstützende Unternehmenskultur als Hemmnis.

*„Die Digitalisierung bedarf sowohl der technischen Umsetzung als auch eines Umdenkens der Arbeitswelt an sich.“ (Teilnehmer der Online-Erhebung)*

*„Wichtig ist die Einbindung der Mitarbeiter in den Wandel: Das bedeutet, ihnen Angst zu nehmen und sie an Neues zu gewöhnen.“ (Teilnehmer der Online-Erhebung)*

- Jeder siebte Befragte nennt die Unternehmensführung oder den Betriebsrat sowie eine fehlende Digitalisierungsstrategie als Hemmschuh. In dem Zusammenhang besteht eine Herausforderung darin, wie mit Fachkräften umzugehen ist, deren Arbeit aufgrund von Digitalisierungstechnologien entfällt oder eingeschränkt wird.

*„Da die Digitalisierung oftmals menschliche Arbeitskraft ersetzt, müssen für diese betroffenen Fachkräfte neue Aufgaben gefunden werden, was eine Hürde für Digitalisierungsprojekte darstellt.“ (Inhouse Consultant, Deutsche Bahn AG)*

*„Für mich bedeutet Digitalisierung, dass sich Menschen auf das Wesentliche konzentrieren. Die Re-Integration des Menschen in die Wertschöpfungskette ist erforderlich. Die menschlichen Fähigkeiten müssen neu bewertet werden.“ (Teilnehmer der Online-Erhebung)*

Als weitere Hemmnisse führen die Befragten interne Hürden an, wie zu viele Genehmigungsschritte für die Umsetzung von Digitalisierungsprojekten sowie einen geringen Reifegrad der eigenen Prozesse, der einer Unterstützung durch Digitalisierungstechnologien im Weg steht. Auch nicht ausreichende externe Ressourcen werden als Verhinderer genannt.

*„Digitalisierung bedingt saubere Prozesse und Stammdaten als Basis. Dies wird leider oftmals vergessen.“ (Teilnehmer der Online-Erhebung)*

*„Aus reinen Abwicklungsdaten gemäß des Big-Data-Gedankens Datenmuster zu erkennen und Prognosen abzuleiten ist ein weiteres unserer Ziele. Dabei müssen wir noch an der Datenqualität arbeiten.“ (Peter Stelter, Bereichsleiter EDVI Organisation, Zentis GmbH & Co. KG)*

Teilweise gibt es auch noch andere „Hausaufgaben“ hinsichtlich der IuK-Systeme eines Unternehmens, die zunächst erledigt werden müssen. So gilt die Einführung neuer oder die Aktualisierung bestehender Applikationen und Teile der Systemlandschaft oftmals als wichtiger für einen effektiven Betrieb. Digitalisierungsprojekte werden dadurch mit einer niedrigeren Priorität versehen.

*„Im Moment wird ein neues ERP-System bei einigen Tochterunternehmen eingeführt, welches die Basis für sich anschließende Projekte wie KI, Big Data oder Automatisierung bildet.“ (Mathias Schenk, Managing Consultant SCM & Logistics, encube GmbH)*

In den Expertengesprächen wurden zum Teil auch die teilweise fehlenden rechtlichen Grundlagen oder die ungenaue Rechtssituation angesprochen, die den Einsatz von Digitalisierungstechnologien erschweren. Rechtliche Fragestellungen werden auch in den Medien beispielsweise besonders intensiv beim Thema „autonomes Fahren“ diskutiert. Die Rechtslage stellt sich aber auch beim Drohneneinsatz oder bei der Nutzung von AR-Brillen teilweise unklar dar.

## 5 Fazit und Schlussfolgerungen

In diesem letzten Kapitel werden die Kernaussagen zusammengefasst, die sich in den Antworten der Befragten zeigen. Weiterhin lassen sich Schlussfolgerungen ziehen und Empfehlungen zur Umsetzung der Digitalisierung für Supply Chain Manager geben.

### Digitalisierungstechnologien kennen!

**Kernaussage:** Viele der aktuellen Digitalisierungstechnologien sind gut bekannt. Doch einige Technologien, die für Supply Chains relevant sein können, sind teilweise deutlich weniger als der Hälfte der Supply Chain Manager gut bekannt.

**Schlussfolgerung:** Um richtige Entscheidungen zur Digitalisierung von Supply Chains treffen zu können, müssen Supply Chain Manager die relevanten Technologien kennen. Ansonsten besteht insbesondere für KMU die Gefahr, bei der digitalen Transformation abgehängt zu werden.

**Empfehlungen:** Supply Chain Manager sollten sich verstärkt umfassend mit Digitalisierungstechnologien auseinandersetzen. Das Berufsbild für Supply Chain Manager muss damit einen stärkeren Bezug zur Digitalisierung als bisher beinhalten.

### Bei der digitalen Transformation nicht abgehängt werden!

**Kernaussage:** Der derzeitige Umsetzungsstand von digitalen Technologien ist gering. Einzig Cloud Computing, Roboter und Automatisierung sowie – mit Abstrichen – Big Data Analytics werden umfassend eingesetzt. Alle anderen Digitalisierungstechnologien spielen derzeit keine große Rolle. Insbesondere Technologien wie selbstfahrenden Fahrzeugen oder Drohnen fehlen zudem rechtliche Grundlagen zur allgemeinen Nutzung. Dennoch sollten alle Unternehmen auch diese Digitalisierungstechnologien im Blick behalten, da sie nach der Klärung der rechtlichen Voraussetzungen erhebliche Nutzenpotenziale bieten können. Der Blick in die Zukunft zeigt eine Intensivierung der Digitalisierungsbestrebungen. Dennoch bleiben Unternehmen – zumindest in den kommenden zwei Jahren – auch hier bis auf die drei oben genannten Technologien zurückhaltend.

**Schlussfolgerung:** Unternehmen im deutschsprachigen Raum sind derzeit wirtschaftlich erfolgreich. Dennoch besteht die Gefahr, bei der digitalen Transformation abgehängt zu werden und mittelfristig Wettbewerbsnachteile zu erfahren.

**Empfehlungen:** Die Implementierung und Nutzung von Digitalisierungstechnologien ist immer auch eine Frage des Kosten-Nutzen-Verhältnisses. Derzeit erwartet man von der Nutzung der Digitalisierungstechnologien noch keinen ausreichenden Nutzen, der die hohen Kosten für Investitionen und die Umstrukturierung rechtfertigt. Dennoch kann es mittelfristig sinnvoll sein, bereits jetzt Digitalisierungstechnologien im eigenen Unternehmen umzusetzen: nicht nur, um sich nicht abhängen zu lassen, sondern – im Gegenteil – um das Thema Digitalisierung proaktiv anzugehen und frühzeitig Wettbewerbsvorteile zu sichern.

Die Antworten der Befragten zeigen deutlich, in welchen Supply-Chain-Prozessen welche Technologien einsetzbar sind und welche Digitalisierungsansätze sich für welche SCOR-Prozesse eignen. Die Ergebnisse können damit gute Anhaltspunkte liefern, die eigenen Supply-Chain-Prozesse gezielt zu analysieren und einen Technologieeinsatz zu prüfen.

### Gezielt Nutzen realisieren!

**Kernaussage:** Die untersuchten Digitalisierungstechnologien können zu konkreten Nutzen führen. Dabei lassen sich vor allem Kosten sparen, die Zeitdauer reduzieren sowie die Qualität verbessern. Bestimmte Technologien führen auch zu einer Steigerung der Flexibilität.

**Schlussfolgerung:** Je nach Wettbewerbsstrategie kommen unterschiedliche Zielkriterien zum Tragen. Der Einsatz von Digitalisierungstechnologien kann dabei helfen, die jeweilige Wettbewerbsstrategie zielgerichtet zu unterstützen.

**Empfehlungen:** Die Umsetzung von Digitalisierungstechnologien sollte mit der Wettbewerbsstrategie eines Unternehmens abgeglichen werden. Die Ergebnisse der Erhebung zeigen nicht nur, welche Technologie sich für welchen SCOR-Prozess besser oder schlechter eignet, sondern auch, welcher Digitalisierungsansatz zu welchen Verbesserungen führen kann.



Damit erhalten Supply Chain Manager konkrete Anhaltspunkte, welche Technologien sich sinnvollerweise im eigenen Unternehmen umsetzen lassen.

Dennoch ist klar, dass eine umfassende Bewertung von Kosten und Nutzen notwendig ist. Vor allem ist wichtig, keine Kostenaspekte zu „übersehen“, die im Nachhinein eine große Tragweite aufweisen. Dabei geht es nicht nur um die direkten Kosten der Technologieeinführung, sondern auch um Kosten, die mit Prozessveränderungen einhergehen.

### **Treiber nutzen, Hemmnisse eliminieren!**

Kernaussage: Wesentlicher Treiber für die Digitalisierungsbestrebungen ist die eigene Unternehmens- oder Digitalisierungsstrategie. Hemmnisse für die Umsetzung der Digitalisierung sind fehlende Personalressourcen, aber auch wirtschaftliche und technische Aspekte sowie Fragen des Datenschutzes und der Cyber Security.

Schlussfolgerungen: Treiber und Hemmnisse können entscheidend für die Umsetzung von Digitalisierungsansätzen sein und damit auch die Wettbewerbssitua-

tion eines Unternehmens beeinflussen. Diese Aspekte nicht zu berücksichtigen kann zu Misserfolgen und damit verbundenen negativen Konsequenzen bei der Implementierung führen.

Empfehlungen: Treiber und Hemmnisse sollten bei Digitalisierungsbestrebungen stets im Vorfeld ausreichend berücksichtigt werden. Dies kann beispielsweise im Rahmen einer Kraftfeldanalyse erfolgen.

Für das wesentliche Hemmnis bei der Einführung von Digitalisierungstechnologien, die fehlenden Personalressourcen, lassen sich mehrere Empfehlungen ableiten: Zunächst sind Stellenprofile anzupassen oder auch neu zu konzipieren, bei denen Know-how nicht nur im Supply Chain Management, sondern auch – und deutlich intensiver als bisher – im Bereich Digitalisierung explizit erwartet (aber auch gefördert) wird. Die Zusammenarbeit mit Hochschulen bietet auch KMU die Möglichkeit, frühzeitig Kontakt zu Absolventen aufzubauen und damit „frisches Wissen“ in das eigene Unternehmen zu holen. Gut geeignete Anknüpfungspunkte sind beispielsweise die Vergabe von Bachelor- oder Master-Abschlussarbeiten.

## Literatur- und Quellenverzeichnis

6

- Andelfinger, V. P., Hänisch, T. (2015): *Internet der Dinge – Technik, Trends und Geschäftsmodelle*. Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Andelfinger, V. P., Hänisch, T. (2017): *Industrie 4.0 – Wie cyber-physische Systeme die Arbeitswelt verändern*. Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Bader, S. (2018): *So funktioniert das: die Blockchain*. Von [www.openinsights.de](http://www.openinsights.de): <https://www.openinsights.de/so-funktioniert-das-blockchain/> (abgerufen am 14.01.2019).
- Berndt, D., Gohla, M., Seidel, H., Seiffert, U. (2015): *Produktionssysteme*. In: Schenk, M.: *Produktion und Logistik mit Zukunft – Digital Engineering and Operation* (S. 151–244). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bracht, U., Geckler, D., Wenzel, S. (2018): *Digitale Fabrik – Methoden und Praxisbeispiele – Basis für Industrie 4.0*. Berlin: Springer-Verlag.
- DHL (2018): *Logistics Trend Radar – Delivering insight today, creating value tomorrow*. Von [www.dhl.com](http://www.dhl.com): [http://www.dhl.com/en/about\\_us/logistics\\_insights/dhl\\_trend\\_research/trendradar.html](http://www.dhl.com/en/about_us/logistics_insights/dhl_trend_research/trendradar.html) (abgerufen am 15.01.2019).
- DHL Customer Solutions & Innovation (2016): *Logistics Trend Radar – Delivering insight today. Creating value tomorrow*. Troisdorf.
- Fallenbeck, N., Eckert, C. (2014): *IT-Sicherheit und Cloud Computing*. In: Bauernhansl, T., ten Hompel, M., Vogel-Heuser, B.: *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik* (S. 397–432). Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Fastermann, P. (2012): *3D-Druck/Rapid Prototyping. Eine Zukunftstechnologie – kompakt erklärt*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Ferstl, O. K. (2008): *Informationssysteme in der Logistik*. In: Arnold, D., Isermann, H., Kuhn, A., Tempelmeier, H., Fuhrmanns, K.: *Handbuch Logistik* (S. 181–193). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Finkenzeller, K. (2015): *RFID Handbuch – Grundlagen und praktische Anwendungen von Transpondern, kontaktlosen Chipkarten und NFC*. München: Hanser Verlag.
- Flämig, H. (2015): *Autonome Fahrzeuge und autonomes Fahren im Bereich des Gütertransports*. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B., Winner, H.: *Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte* (S. 377–398). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Flossbachvonstorck.de (2018): *Blockchain: So entsteht ein Block*. Von [www.flossbachvonstorch.de](http://www.flossbachvonstorch.de): <https://www.flossbachvonstorch.de/de/news/blockchain-so-entsteht-ein-block/> (abgerufen am 15.01.2019).
- Fritz, A. H., Schulze, G. (2015): *Fertigungstechniken*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Gmür, A., Göbel, A. (2018): *Blockchain: Der Teufel steckt im Detail*, von [www.dvz.de](http://www.dvz.de): <https://www.dvz.de/rubriken/digitalisierung/detail/news/blockchain-der-teufel-steckt-im-detail.html> (abgerufen am 15.01.2019).
- Göpfert, I. (2019): *Logistik der Zukunft – Logistics for the future*. Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Günthner, W. A., Chisu, R., Kuzmany, F. (2010): *Die Vision vom Internet der Dinge*. In: Günthner, W. A., ten Hompel, M.: *Internet der Dinge in der Intralogistik* (S. 43–46). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Hausladen, I. (2016): *IT-gestützte Logistik. Systeme – Prozesse – Anwendungen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Heinrich, C., Stühler, G. (2018): *Die Digitale Wertschöpfungskette: Künstliche Intelligenz im Einkauf und Supply Chain Management*. In: Gärtner, C., Heinrich, C.: *Fallstudien zur Digitalen Transformation – Case Studies für*

## 6

- die Lehre und praktische Anwendung (S. 77–88). Wiesbaden: Springer-Verlag.
- HERZIG, VVWL. (2018): Digitale Transformation in der Transportbranche. Freund oder Feind? Von [www.herzigmarketing.de](http://www.herzigmarketing.de): <https://www.herzigmarketing.de/herzig-logistik-marketing/studien-reports/> (abgerufen am 14.01.2019).
- Huber, W. (2018): Industrie 4.0 kompakt. Wie Technologien unsere Wirtschaft und unsere Unternehmen verändern – Transformation und Veränderung des gesamten Unternehmens. Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Ivanov, D., Tsipoulanidis, A., Schönberger, J. (2018): Global Supply Chain and Operations Management – A Decision-Oriented Introduction to the Creation of Value. Cham: Springer imprint.
- Kern, C. (2011): RFID für Bibliotheken. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kreutzer, R. T. (2017): Treiber und Hintergründe der digitalen Transformation. In: Schallmo, D., Rusnjak, A., Anzengruber, J., Werani, T., Jünger, M.: Digitale Transformation von Geschäftsmodellen: Grundlagen, Instrumente, Best Practices (S. 33–58). Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Kurz, C., Rehak, R. (2018): Nur eine Kette aus Blöcken. Von [www.faz.net](http://www.faz.net): <https://www.faz.net/aktuell/feuilleton/aus-dem-maschinenraum/der-hype-um-blockchain-hat-deutlich-abgenommen-15932936.html> (abgerufen am 14.01.2019).
- Landrock, H., Baumgärtel, A. (2018): Die Industriedrohne – der fliegende Roboter. Professionelle Drohnen und ihre Anwendung in der Industrie 4.0. Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Langer, J., Roland, M. (2010): Anwendungen und Technik von Near Field Communication (NFC). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Lehmacher, W. (2013): Wie Logistik unser Leben prägt. Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Lehmacher, W. (2017): The Global Supply Chain: How Technology and Circular Thinking Transform Our Future. Cham: Springer-Verlag.
- Leimeister, J. M. (2015): Einführung in die Wirtschaftsinformatik. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Liebethuth, T. (2016): Prozessmanagement in Einkauf und Logistik – Instrumente und Methoden für das Supply Chain Process Management. Wiesbaden: Springer-Verlag.
- McKinnon, A. (2018): Decarbonizing Logistics – Distributing Goods in a Low Carbon World. London, New York, New Delhi: KoganPage-Verlag.
- Mell, P., Grance, T. (2011): The NIST Definition of Cloud Computing. Von [www.nist.gov](http://www.nist.gov): <https://www.nist.gov/programs-projects/nist-cloud-computing-program-nccp> (abgerufen am 15.01.2019).
- Mertens, P., Bodendorf, F., König, W., Schuhmann, M., et al. (2017): Grundzüge der Wirtschaftsinformatik. Berlin: Springer Verlag.
- Nachtigall, W. (1998): Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Berlin: Springer-Verlag.
- Nakamoto, S. (2008): Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Von [www.bitcoin.org](http://www.bitcoin.org): <https://bitcoin.org/de/bitcoin-paper> (abgerufen am 15.01.2019).
- Panetta, K. (2017): Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies. Von [www.gartner.com](http://www.gartner.com): <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/> (abgerufen am 15.01.2019).
- Pfohl, H.-C. (2018): Logistiksysteme – Betriebswirtschaftliche Grundlagen. Berlin: Springer-Verlag.
- Piontek, J. (2016): Bausteine des Logistikmanagements – Supply Chain Management, E-

- Logistics, Logistikcontrolling, Green Logistics, Logistikinstrumente. Herne: NWB Verlag.
- PwC (2018): Auswirkungen der Nutzung von künstlicher Intelligenz in Deutschland. Von [pwc.de: https://www.pwc.de/de/business-analytics/sizing-the-price-final-juni-2018.pdf](https://www.pwc.de/de/business-analytics/sizing-the-price-final-juni-2018.pdf) (abgerufen am 15.01.2019).
- Rhode, A.-K. (2016): Robotik in der Logistik – Einsatzpotenziale, Herausforderungen und Trends. In: Molzow-Voit, F., Quandt, M., Freitag, M., Spöttl, G.; Robotik in der Logistik – Qualifizierung für Fachkräfte und Entscheider (S. 23–42). Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Ritz, J. (2018): Mobilitätswende – autonome Autos erobern unsere Straßen: Ressourcenverbrauch, Ökonomie und Sicherheit. Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Schöpker, U. (2015): Fracht und Trailer immer in Echtzeit – volle Transparenz. In: Voß, P. H.: Logistik – eine Industrie, die (sich) bewegt. Strategien und Lösungen entlang der Supply Chain 4.0 (S. 55–62). Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Schulte, C. (2017): Logistik – Wege zur Optimierung der Supply Chain. München: Franz Vahlen-Verlag.
- Smith, A., Lewis, A., Menzies, N. (2017): The Uberization of Freight? Perhaps – But It Will Be a Long Haul. Von [www.lek.com: https://www.lek.com/insights/uberization-freight-perhaps-it-will-be-long-haul](https://www.lek.com/insights/uberization-freight-perhaps-it-will-be-long-haul) (abgerufen am 15.01.2019).
- Stölzle, W., Schmidt, T., Kille, C., Schulze, F., Wildhaber, V. (2018): Digitalisierungswerkzeuge in der Logistik – Einsatzpotenziale, Reifegrad und Wertbeitrag. Göttingen: Cuvillier.
- Szozda, N. (2017): Industry 4.0 and its impact on the functioning of supply chains. In: LogForum. Scientific Journal of Logistics, 13 (4), S. 401–414.
- ten Hompel, M., Wolf, O., Daniluk, D., Rahn, J. (2012): Logistics Mall – Software aus der Steckdose. In: Stölzle, W., Lieb, T. C.: Business Innovation in der Logistik – Chancen und Herausforderungen für Wissenschaft und Praxis (S. 127–146). Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Wannenwetsch, H. (2014): Integrierte Materialwirtschaft, Logistik und Beschaffung. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Westkämper, E., Warnecke, H.-J. (2010): Einführung in die Fertigungstechnik. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Wischmann, S., Hartmann, E.-A. (2018): Technologie, Organisation, Qualifikation. In: Wischmann, S., Hartmann, E.-A.: Zukunft der Arbeit – Eine praxisnahe Betrachtung (S. 233–244). Berlin: Springer-Verlag.
- Zijm, H., Heragu, S., Klumpp, M., Regattieri, A. (2018): Perspectives on Operations Management Developments and Research. In: Zijm, H., Klumpp, M., Regattieri, A., Heragu, S.: Operations, Logistics and Supply Chain Management (S. 15–25). Berlin: Springer Verlag.

## Eine starke Gemeinschaft für Einkauf, Supply Chain Management und Logistik

Der 1954 gegründete **Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. (BME)** ist der führende **Fachverband für Einkäufer, Supply Chain Manager und Logistiker** in Deutschland und Kontinentaleuropa. Wir verstehen uns als Dienstleister für unsere Mitglieder, die allen Branchen und Sektoren angehören: Beispielsweise der Industrie, dem Handel, den öffentlichen Einrichtungen oder dem Finanzbereich. Zu unseren Zielen gehören der Transfer von Know-how durch einen ständigen Erfahrungsaustausch, die Aus- und Weiterbildung von qualifiziertem Personal und die wissenschaftliche Arbeit an neuen Methoden, Verfahren und Techniken. Außerdem unterstützt der BME seine Mitglieder bei der Erschließung neuer Märkte und gestaltet wirtschaftliche Prozesse und globale Entwicklungen mit.

Der BME blickt auf eine über 60 Jahre lange Geschichte zurück, in der seine Mitgliedszahl auf **9.750 Mitglieder** (Stand: 31.12.2018) angewachsen ist - von der Einzelperson bis zum Großunternehmen. Das Volumen der von den Mitgliedern eingekauften Waren und Dienstleistungen beträgt jährlich rund **1,25 Billionen Euro**. Das entspricht ungefähr der Hälfte des deutschen Bruttoinlandsprodukts.

**38 Regionen** schaffen ein Netzwerk und veranstalten jährlich etwa 400 Treffen mit Fachvorträgen, Diskussionen oder Firmenbesuchen. Mehr als **30 Fachgruppen** erarbeiten zukunfts- und praxisorientierte Konzepte, die der BME seinen Mitgliedern und der Fachöffentlichkeit zur Verfügung stellt. **4 Sektionen** bündeln die Aktivitäten in verschiedenen Tätigkeitsgebieten. Neben **den Beschaffungskategorien** zählen die **Bereiche Öffentliche Beschaffung, Logistik und Dienstleister dazu**.

Seit der Gründung konnte der BME in seinen Aus- und Weiterbildungsangeboten rund **200.000 Teilnehmer** begrüßen. Rund **900 Veranstaltungen** werden jedes Jahr im In- und Ausland vom Verband und seinen Tochtergesellschaften ausgerichtet. Die Palette reicht von zertifizierten **Lehrgängen, Seminaren und Managementforen** bis hin zu großen **Kongressen**. Auf dem **BME-Symposium in Berlin**, Europas größtem Einkäuferkongress, kommen Jahr für Jahr weit mehr als 2.000 Einkaufsentscheider, Supply Chain Manager und Logistiker zum fachlichen Austausch und zum Networking zusammen.

---

## **8** Impressum

**Titel:**

BME-Logistikumfrage (1. Auflage)

**Herausgeber:**

Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. (BME)

Frankfurter Straße 27

65760 Eschborn

Telefon.: 06196 / 58 28-0

E-Mail: info@bme.de

**Ansprechpartner:**

Carsten Knauer

Leiter Sektion Logistik

E-Mail: carsten.knauer@bme.de

Prof. Dr. Michael Huth

Hochschule Fulda

Professor für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Logistik

E-Mail: Michael.Huth@w.hs-fulda.de

**Gestaltung/Layout/Druck:**

CitySatz GmbH

**Lektorat:**

Juliane Streicher, Textwirtschaft.net

Erscheinungsdatum: März 2019

**BME e.V.**

Frankfurter Straße 27

65760 Eschborn

Telefon: 06196 / 5828-0

Telefax: 06196 / 5828-199

info@bme.de

www.bme.de



Bundesverband  
Materialwirtschaft,  
Einkauf und Logistik e.V.