

BME-Logistikstudie 2022

# Digitalisierung in Supply Chains

- Status quo
- Trends
- Entwicklung 2019 bis 2022

BME-Logistikstudie 2022

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, Marius Enders

Quelle Titelbild: Eigene Darstellung

Eschborn, Dezember 2022

---

[BME-Logistikstudie 2022: Digitalisierung in Supply Chains](#)

Inhaltsverzeichnis .....	3
Abbildungsverzeichnis.....	4
Tabellenverzeichnis.....	5
Abkürzungsverzeichnis.....	6
Grußwort der Hauptgeschäftsführerin des BME .....	7
Grußwort der Vizepräsidentin für Forschung und Lehre der Hochschule Fulda .....	8
Vorwort.....	9
<b>1 Einleitung</b> .....	10
1.1 Ausgangssituation .....	10
1.2 Zielsetzung der Studie.....	10
1.3 Vorgehensweise und Struktur des Dokuments.....	11
<b>2 Berücksichtigte Digitalisierungstechnologien</b> .....	12
2.1 Auswahl der Digitalisierungstechnologien.....	12
2.2 Ausgewählte Digitalisierungstechnologien.....	13
2.2.1 Übersicht .....	13
2.2.2 Blockchain .....	13
2.2.3 Clouds und APIs.....	14
2.2.4 Internet of Things .....	15
2.2.5 3D-Druck.....	15
2.2.6 Drohnen.....	16
2.2.7 Roboter und Automatisierung.....	16
2.2.8 Selbstfahrende Fahrzeuge .....	16
2.2.9 Bionic Enhancement („Wearables“).....	17
2.2.10 Virtual Reality (VR)/ Augmented Reality (AR) .....	17
2.2.11 Big Data Analytics.....	18
2.2.12 Digitaler Zwilling .....	18
2.2.13 Künstliche Intelligenz (KI)/Artificial Intelligence (AI) .....	19
2.2.14 Quantum Computing .....	19
2.2.15 Next-generation Wireless.....	20
<b>3 Erhebungsdesign und Erhebungsumfang</b> .....	21
3.1 Erhebungsdesign.....	21
3.2 Erhebungsumfang .....	21
<b>4 Ergebnisse der Studie</b> .....	24
4.1 Bekanntheit von Digitalisierungstechnologien.....	24
4.2 Einsatz von Digitalisierungstechnologien.....	27
4.3 Prozessbezogener Einsatz von Digitalisierungstechnologien.....	34
4.4 Erfahrungen mit Digitalisierungstechnologien.....	37
4.5 Zukünftige Anwendung von Digitalisierungstechnologien.....	43
4.6 Einsatzpotenzial von Digitalisierungstechnologien für aktuelle Herausforderungen im Supply Chain Management...48	
4.6.1 Übersicht .....	48
4.6.2 Supply Chain Risk Management.....	48
4.6.3 Nachhaltigkeit in Supply Chains .....	50
4.6.4 Innovationen in Supply Chains.....	53
4.7 Treiber und Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien.....	55
4.7.1 Treiber des Einsatzes von Digitalisierungstechnologien .....	55
4.7.2 Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien.....	57
<b>5 Fazit und Handlungsempfehlungen</b> .....	59
5.1 Fazit .....	59
5.2 Handlungsempfehlungen.....	60
<b>6 Anhang: Negative Erfahrungen</b> .....	64
<b>7 Literaturverzeichnis</b> .....	67
<b>Über uns</b> .....	72
<b>Impressum</b> .....	74

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	The Logistics Trend Radar und ausgewählte Digitalisierungstechnologien.....	12
Abbildung 2:	Übersicht über berücksichtigte Digitalisierungstechnologien.....	13
Abbildung 3:	Teilnahmestruktur nach Branchen.....	22
Abbildung 4:	Teilnahmestruktur nach Unternehmensgröße gemessen am Umsatz.....	23
Abbildung 5:	Bekanntheit von Digitalisierungstechnologien.....	24
Abbildung 6:	Durchschnittliche Anzahl gut bekannter Technologien nach Unternehmensgröße (bezogen auf den Umsatz).....	26
Abbildung 7:	Einsatz von Digitalisierungstechnologien.....	27
Abbildung 8:	Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien im Regelbetrieb nach Branche (Anteil an der Gesamtzahl an Unternehmen, die eine Digitalisierungstechnologie im Regelbetrieb anwenden).....	30
Abbildung 9:	Durchschnittliche Anwendung von Digitalisierungstechnologien im Regelbetrieb nach Branche.....	31
Abbildung 10:	Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien im Regelbetrieb nach Unterneh- mensgröße (Anteil an der Gesamtzahl an Unternehmen, die eine Digitalisierungstechnologie im Regelbetrieb anwenden).....	32
Abbildung 11:	Durchschnittliche Anwendung von Digitalisierungstechnologien im Regelbetrieb nach Unternehmensgröße.....	33
Abbildung 12:	Entwicklung des Einsatzes von Digitalisierungstechnologien im eigenen Unternehmen im Vergleich zur Branche und zur Gesamtwirtschaft.....	33
Abbildung 13:	Top-Level-Prozesse des SCOR-Modells.....	35
Abbildung 14:	Anwendungsbreite ausgewählter Digitalisierungstechnologien in SCOR-Prozessen (Einsatz im Regel- oder Testbetrieb; nur Technologien mit 20 oder mehr Anwendungen ...)	36
Abbildung 15:	Priorisierung von Zielen im Supply Chain Management.....	38
Abbildung 16:	Zeitlicher Horizont des zukünftigen Einsatzes von Digitalisierungstechnologien.....	43
Abbildung 17:	Zukünftiger Einsatz von Digitalisierungstechnologien nach Unternehmensgröße (aggregiert) (Einsatz geplant innerhalb von maximal fünf Jahren, nur Technologien mit 25 oder mehr geplanten Anwendungen).....	46
Abbildung 18:	Zukünftiger Einsatz von Digitalisierungstechnologien nach Unternehmensgröße (Einsatz geplant innerhalb von maximal fünf Jahren, nur Technologien mit 25 oder mehr geplanten Anwendungen.....)	47
Abbildung 19:	Unterstützung der Risikoidentifikation in Supply Chains.....	49
Abbildung 20:	Aufbau von Resilienz in Supply Chains.....	50
Abbildung 21:	Beitrag zur CO <sub>2</sub> -Reduktion in Supply Chains.....	51
Abbildung 22:	Unterstützung bei der Gestaltung sozial-nachhaltiger Supply Chains.....	52
Abbildung 23:	Unterstützung bei der Einhaltung des Lieferkettensorgfaltspflichtengesetzes (LkSG).....	53
Abbildung 24:	Unterstützung bei der Entwicklung von Innovationen.....	54
Abbildung 25:	Treiber für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien.....	55
Abbildung 26:	Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien.....	57

Tabelle 1:	Entwicklung des Bekanntheitsgrades von Digitalisierungstechnologien (Technologien sind „gut bekannt“)	25
Tabelle 2:	Entwicklung des durchschnittlichen Anteils gut bekannter Technologien nach Unternehmensgröße (bezogen auf den Umsatz)	26
Tabelle 3:	Entwicklung des Einsatzes von Digitalisierungstechnologien (Regelbetrieb und Test)	28
Tabelle 4:	Entwicklung des Einsatzes von Digitalisierungstechnologien (Test oder Einsatz wird geprüft)	29
Tabelle 5:	Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien in SCOR-Prozessen (Einsatz im Regel- oder Testbetrieb; nur Technologien mit 20 oder mehr Anwendungen)	35
Tabelle 6:	Positive Erfahrungen mit ausgewählten Digitalisierungstechnologien (Einsatz im Regel- oder Testbetrieb; nur Technologien mit 20 oder mehr Anwendungen)	39
Tabelle 7:	Entwicklung des zukünftigen Einsatzes von Digitalisierungstechnologien (Vergleich der Werte für Einsatz „innerhalb von 2 Jahren“)	45
Tabelle 8:	Entwicklung des zukünftigen Einsatzes von Digitalisierungstechnologien (Vergleich der Werte für Einsatz „innerhalb von 5 Jahren“)	45
Tabelle 9:	Einsatzpotenzial von Digitalisierungstechnologien für aktuelle Herausforderungen im Supply Chain Management	48
Tabelle 10:	Treiber für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien (Veränderungen im Vergleich zu 2019)	56
Tabelle 11:	Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien (Veränderungen im Vergleich zu 2019)	58
Tabelle 12:	Negative Erfahrungen der Befragten beim Einsatz von Digitalisierungstechnologien in Supply Chains	66

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

3D	dreidimensional	KMU	Kleine und mittelständische Unternehmen
API	Application Programming Interface	LkSG	Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz
APICS	Association for Operations Management	Lkw	Lastkraftwagen
AI	Artificial Intelligence	Mio.	Million
AR	Augmented Reality	Mrd.	Milliarde
BLE	Bluetooth low energy	NFC	Near Field Communication
BME	Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V.	PaaS	Platform as a Service
CAD	Computer-aided Design	RaaS	Recovery as a Service
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid	RFID	Radio-Frequency Identification
DSGVO	Datenschutzgrundverordnung	S.	Seite
ERP	Enterprise Resource Planning	SaaS	Software as a Service
EU	Europäische Union	SCM	Supply Chain Management
e.V.	eingetragener Verein	SCOR	Supply Chain Operations Reference Model
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung	STL	Standard Triangulation Language
GPS	Global Positioning Service	VDI	Verein Deutscher Ingenieure
IaaS	Infrastructure as a Service	vgl.	vergleiche
IoT	Internet of Things	VPN	Virtual Privat Network
IuK	Informations- und Kommunikations-technologie	VR	Virtual Reality
KI	Künstliche Intelligenz	Wifi	Wireless Fidelity
		z. B.	zum Beispiel

## Grußwort der Hauptgeschäftsführerin des Bundesverbandes Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. (BME)

Sehr geehrte Damen und Herren,

was hat bei Ihnen den Digitalisierungsschub gebracht? Bei den meisten war es die Pandemie. Seit dem sind die zahlreichen Krisen Treiber für die Optimierung der Beschaffungsprozesse in den Unternehmen. Damit können diese nicht nur ihre Nachhaltigkeitsziele und Regularien besser einhalten, sondern auch die Resilienz des eigenen Betriebes deutlich stärken – angesichts der aktuellen geopolitischen Herausforderungen ist das ein enormer Wettbewerbsvorteil. Die jetzt von BME und Hochschule Fulda gemeinsam veröffentlichten Ergebnisse der diesjährigen Logistikstudie „Digitalisierung in Supply Chains“ zeigen, dass das Management digitaler und automatisierter Lieferketten in den Firmen des deutschsprachigen Raums weiter vorankommt. Es wird aber auch deutlich, dass es – wie bei der ersten Studie zu diesem Thema im Jahre 2019 – noch deutlich Luft nach oben gibt. Das gilt vor allem für kleinere Unternehmen. Eine Vorreiterrolle nehmen die Automobilbranche und die Pharma- und Chemiebranche ein: Sie setzen am häufigsten Digitalisierungstechnologien ein.

Erfreulich ist auch, dass mehr als die Hälfte der befragten Betriebe innovative Digitalisierungstechnologien wie Clouds und APIs, Big Data Analytics, Roboter und Automatisierung, Künstliche Intelligenz sowie das Internet of Things innerhalb der nächsten fünf Jahre für sich nutzen wollen; bei Clouds und APIs sowie Big Data Analytics planen dies sogar mehr als Dreiviertel der Studienteilnehmenden. Gleichzeitig gibt es aber auch noch innovative Tools, die für Supply Chains relevant sein können, aber deren Potenzial nicht oder nur unzureichend erkannt wird.

Mit Blick auf den Einsatz der von BME und Hochschule Fulda abgefragten Technologien berichteten die meisten Unternehmen über zumeist positive Erfahrungen. Die neuen digitalen Plattformen trügen vor allem zu Kosteneinsparung, Zeitgewinn und Qualitätsverbesserung bei. Interessant in diesem Zusammenhang: Das Erkennen der Vorteile eines Einsatzes digitaler Technologien in Lieferketten ist der mit Abstand größte Treiber mit einem Zuwachs von fast 60 Prozent seit der Erhebung aus dem Jahr 2019.

Lesen Sie nun auf den folgenden Seiten, zu welchen interessanten Schlüssen und klugen Handlungsempfehlungen die diesjährige Logistikstudie von BME und Hochschule Fulda kommt. Die vorliegenden Ergebnisse sind nicht nur für Entscheidungsträger:innen aus Einkauf, Materialwirtschaft, SCM und Logistik, sondern insbesondere für Profis im Nachhaltigkeits-, Qualitäts- und Risikomanagement äußerst interessant.

Ich wünsche Ihnen eine spannende und informative Lektüre.



**Dr. Helena Melnikov**

Hauptgeschäftsführerin des BME e.V.

## Grußwort der Vizepräsidentin für Forschung und Lehre der Hochschule Fulda

Liebe Leserinnen und Leser,

vor drei Jahren wurde die erste BME-Logistikstudie als Zusammenarbeit zwischen dem Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. und der Hochschule Fulda durchgeführt. Eine konstruktive und fruchtbare Zusammenarbeit, die nun zur vierten gemeinschaftlichen Studie führt.

Nachdem vor zwei Jahren Risiken und Risikomanagement im Fokus der Untersuchung standen und im vergangenen Jahr das Thema Nachhaltigkeit analysiert wurde, greift die aktuelle Studie wie vor drei Jahren erneut das Thema Digitalisierung in Supply Chains auf. Dieses Thema hat nichts von seiner Bedeutung verloren. Im Gegenteil: Die Digitalisierung – auch von Lieferketten – schreitet voran. Daher liegt es nahe, das Thema erneut in den Fokus einer empirischen Erhebung zu stellen. Damit kann nicht nur der Status Quo der Digitalisierung bei Fertigungs-, Handels- und Dienstleistungsunternehmen erhoben und ausgewiesen werden. Vielmehr können im Sinne einer Längsschnittanalyse auch Entwicklungen zum Einsatz von Digitalisierungstechnologien erfasst und ausgewiesen werden.

Die insgesamt gute Anzahl an Teilnehmenden führt dazu, dass aussagekräftige Ergebnisse erzeugt werden konnten. Diese Ergebnisse dienen Ihnen und den von Ihnen vertretenen Unternehmen dazu, ihre eigenen Digitalisierungsbestrebungen im Sinne eines Benchmarkings einschätzen zu können. Sie zeigen aber auch klare Empfehlungen auf. Diese Empfehlungen betreffen beispielsweise den Zielbezug von Technologien, weil auf Basis der Ergebnisse deutlich wird, welche Technologien welche betrieblichen Ziele im Supply Chain Management unterstützen. Die Empfehlungen betreffen aber auch Treiber und Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien, da diese Faktoren von besonderem Erfolg für Akzeptanz und Effektivität sind.

Sie sehen – es lohnt sich, die Ergebnisse der BME-Logistikstudie 2022 zu studieren. Sie kommen Ihnen als Managerin und Manager und damit dem Erfolg im Supply Chain Management Ihres Unternehmens zugute.

Ich wünsche Ihnen eine gute Lektüre und noch vielmehr eine erfolgreiche Einführung und Anwendung von Digitalisierung im Supply Chain Management.



**Prof. Dr. Claudia Kreipl**

Vizepräsidentin für Forschung und Transfer

„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.“

Dieses Versprechen gaben wir im Vorwort der BME-Logistikstudie 2019. Mit der vorliegenden Publikation lösen wir es ein. Ziel der Follow-up-Studie war es, den aktuellen Stand der Digitalisierung zu erfassen und zu dokumentieren: Welche Technologien werden genutzt, welche Ziele können damit erreicht werden, welche Treiber und Hemmnisse existieren. Ziel der neuen Studie ist es aber auch, im Sinne einer Längsschnittanalyse herauszufinden, welche Veränderungen es in den Unternehmen beim Kenntnisstand und dem Einsatz von ausgewählten Digitalisierungstechnologien in den letzten drei Jahren gab. Haben sich Treiber, Hemmschuhe und Erfahrungen geändert? Welche zeitlichen Perspektiven sehen Unternehmen heute für die Digitalisierung in Supply Chains? Diese Fragen waren zentrale Punkte der vorliegenden Studie.

Mit den Ergebnissen der BME-Logistikstudie möchten wir Unternehmen hilfreiche Informationen an die Hand geben, auf deren Basis die eigene Digitalisierungsstrategie zielgerichtet vorangetrieben werden kann. Dazu haben wir 14 Technologien untersucht, die uns wesentlich erschienen. Dabei haben wir „Klassiker“ wie Künstliche Intelligenz, Automatisierung oder 3D-Druck, aber auch Zukunftstechnologien wie Quantum Computing ausgewählt. Unser Ziel war dabei nicht nur, unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten den Status Quo der Digitalisierung im Supply Chain Management zu beleuchten. 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.

Durch die hohe Vergleichbarkeit mit der Studie aus dem Jahr 2019 können wir zudem Entwicklungen und Veränderungen aufzeigen. Diese Zeitreihe werden wir fortsetzen und schließen auch 2022 mit dem Versprechen, für Sie am Ball zu bleiben und die Entwicklungen der nächsten Jahre aufmerksam zu beobachten und zu untersuchen,

Ihnen eine spannende Lektüre wünschen



Carsten Knauer  
Leiter Sektion Logistik  
Bundesverband Materialwirtschaft,  
Einkauf und Logistik e.V.



Prof. Dr. Michael Huth  
Professor für Allgemeine  
Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Logistik  
Hochschule Fulda

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation

Schon vor drei Jahren, im Jahre 2019, war der Begriff der Digitalisierung in aller Munde. Die vierte industrielle Revolution war bereits seit einigen Jahren ausgerufen, inzwischen besser bekannt unter dem Begriff „Industrie 4.0“. Best-Practice-Beispiele fluteten die Logistikmedien – ob in der Fachpresse, ob auf Konferenzen, ob auf Messen. Gleichzeitig stellte sich auch damals die Frage, inwieweit „die Digitalisierung“ – immer bezogen auf Supply Chains und das damit verbundene Supply Chains Management (SCM) – bereits bei den Unternehmen angekommen war, in welcher Breite und welcher Tiefe Unternehmen „die Digitalisierung“ eingeführt hatten und wie stark „die Digitalisierung“ durch die Unternehmen schon gelebt wurde.

Diese Fragen griff die „BME-Logistikumfrage Digitalisierung in Supply Chains“<sup>1</sup> aus dem Jahre 2019 auf. Ihr Ziel war, den Status quo der Digitalisierung in Supply Chains zu erfassen, zu dokumentieren, aber auch Handlungsempfehlungen für Unternehmen abzuleiten.

Jetzt – drei Jahre später – stellen sich die Fragen erneut. Sie stellen sich vor dem Hintergrund einiger Veränderungen, die in den letzten Jahren zu verspüren waren: Die technologische Entwicklung ging selbstverständlich weiter. Das bedeutet, dass neue Digitalisierungstechnologien entwickelt wurden, dass aber auch Digitalisierungstechnologien, die sich vor

drei Jahren noch in der Entwicklungs-, Einführungs- oder Wachstumsphase befanden, sich nun im Modell des Lebenszyklus fortbewegt haben. Daneben sind als maßgebliche Ereignisse vor allem die Coronapandemie und der Krieg in der Ukraine zu nennen; beide Ereignisse hatten und haben erhebliche Auswirkungen auf Supply Chains und auf die Gestaltung des Supply Chain Managements.

Aufgrund dieser Veränderungen stellen sich also die Fragen von damals erneut: Wie ist der Status quo „der Digitalisierung“ in Supply Chains, wie weit nutzen Unternehmen „die Digitalisierung“ in Supply Chains, was sind Treiber, was aber auch Hemmnisse für die Nutzung „der Digitalisierung“ in Lieferketten? Dabei wird in dieser Studie unter Digitalisierung „die strategisch orientierte Transformation von Prozessen, Produkten, Dienstleistungen bis hin zur Transformation von kompletten Geschäftsmodellen unter Nutzung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK) [verstanden] mit dem Ziel, nachhaltige Wertschöpfung effektiv und effizient zu gewährleisten.“<sup>2</sup>

Gleichzeitig sollte es möglich sein, einen Vergleich vorzunehmen: Was hat sich seit der Studie aus dem Jahre 2019 verändert? Welche Technologien werden intensiver genutzt? Wo wurden Hemmnisse abgebaut? Welche Technologien unterstützen welche Ziele?

## 1.2 Zielsetzung der Studie

Mit der aktuellen BME-Logistikstudie „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. Dies beinhaltet sowohl eine Querschnitts- als auch,

auf der Basis der Ergebnisse der Studie aus dem Jahre 2019, eine Längsschnittanalyse. 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:

<sup>1</sup> Vgl. Huth et al. 2019.

<sup>2</sup> Becker und Pflaum 2019, S. 9.



- 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 Unternehmen als Vergleichsmaßstab für ihren eigenen Umsetzungsstand dienen.
- 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.

### 1.3 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 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-Logistikstudie 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 Handlungsempfehlungen.

## 2 BERÜCKSICHTIGTE DIGITALISIERUNGSTECHNOLOGIEN

### 2 Berücksichtigte Digitalisierungstechnologien

#### 2.1 Auswahl der Digitalisierungstechnologien

Wie lässt sich Digitalisierung greifbar machen, sodass der Umsetzungsstand der Digitalisierung in Supply Chains möglichst gut abgebildet wird? Eine Umfrage oder Studie kann – allein schon aus Gründen der Praktikabilität – nicht alle Digitalisierungstechnologien mit sämtlichen Varianten aufführen und abfragen. Für die aktuelle BME-Logistikstudie wurden daher 14 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.

Im Gegensatz zur Studie aus dem Jahre 2019, in der als Grundlage für die Auswahl auf das „Logistics

Trend Radar“ von DHL Customer Solutions & Innovation in der Version von 2016<sup>3</sup> und den „Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies“ von 2017<sup>4</sup> zurückgegriffen wurde, hat sich die Entscheidungsgrundlage für die vorliegende Studie geringfügig vereinfacht: Die Auswahl der Digitalisierungstechnologien wurde anhand des aktuellen „Logistics Trend Radar“ von DHL Customers Solution & Innovation getroffen. Der Grund für die Entscheidung, die Auswahl nicht auf dem aktuellen Gartner Hype Cycle<sup>5</sup> zu basieren, liegt im niedrigen Reifegrad der dort aufgeführten Technologien: Die meisten der Technologien werden den Reifegraden „Innovation Trigger“ und „Peak of Inflated Expectations“ zugeordnet. Basierend auf dieser Reifegradeinschätzung und den Ergebnissen der Studie aus dem Jahre 2019,

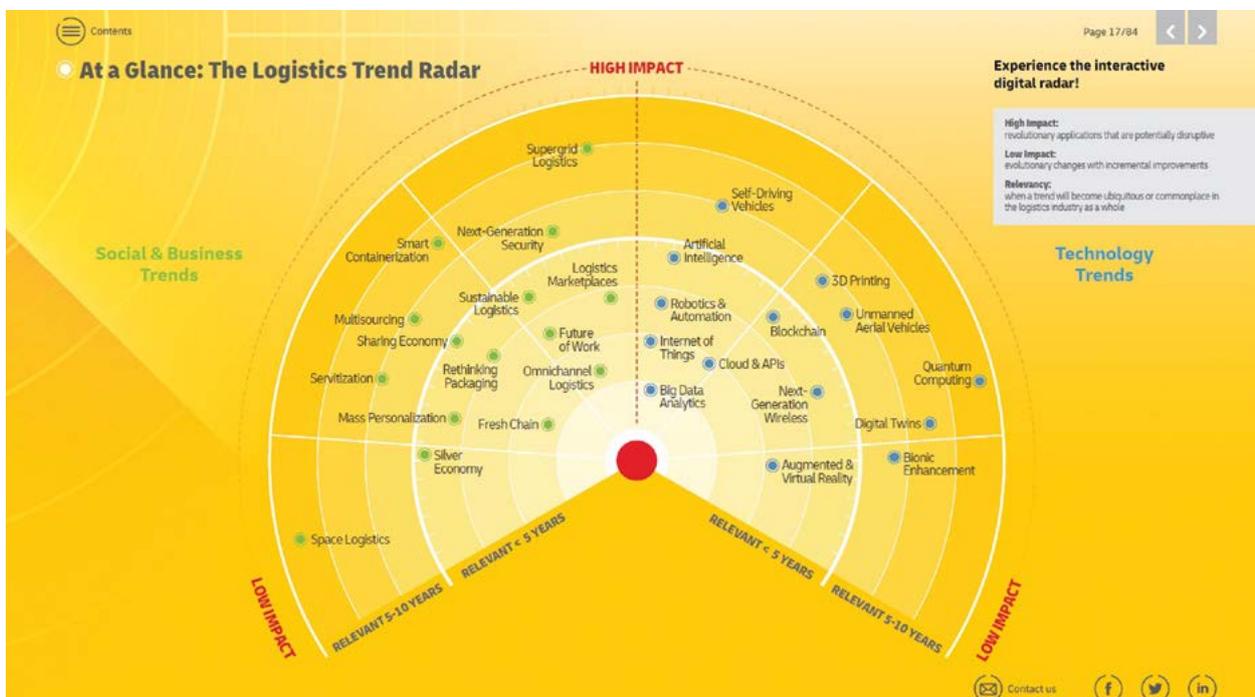


Abbildung 1: The Logistics Trend Radar und ausgewählte Digitalisierungstechnologien<sup>6</sup>

<sup>3</sup> Vgl. DHL Customer Solutions & Innovation 2016.

<sup>4</sup> Vgl. Panetta 2017.

<sup>5</sup> Vgl. Panetta 2021.

<sup>6</sup> Quelle: DHL Customer Solutions & Innovation 2022, S. 17 mit eigenen grafischen Ergänzungen.



die eine doch nur geringe Umsetzung von Digitalisierungstechnologien sahen, erschien es als wenig zielführend, Unternehmen mit diesen Technologien aus einer frühen Lebenszyklusphase zu konfrontieren.

Abbildung 1 zeigt die zusammengefassten Ergebnisse des „Logistics Trend Radar“ sowie diejenigen 14 „Technology Trends“, die in der vorliegenden Studie betrachtet werden.

## 2.2 Ausgewählte Digitalisierungstechnologien

### 2.2.1 Übersicht

Die ausgewählten Digitalisierungstechnologien, die im folgenden Abschnitt beschrieben werden, lassen sich in vier Kategorien einteilen:

- Digitale Daten (Erfassung, Verarbeitung und Auswertung digitalisierter Daten),
- Automatisierung (und damit autonom arbeitenden, sich selbst organisierenden Systeme),
- Mensch-Maschine-Interaktion sowie
- Vernetzung (mobile oder leitungsgebundene Vernetzung über hochbreitbandige Telekommunikation).<sup>7</sup>

Damit lassen sich die ausgewählten Digitalisierungstechnologien den einzelnen Kategorien zuordnen (siehe Abbildung 2).

### 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>8</sup> Daneben kann die Technologie auch für den Transfer allgemeiner digitaler Daten genutzt werden. Statt einer zentralen Speicherung der Daten beim Intermediär sichert das gesamte Teilnehmer Netzwerk die Informationen auf eigenen Servern, damit also dezentral.<sup>9</sup> Die Blockchain ist eine Datenreihe, bestehend aus Blöcken. Jeder Block hängt dabei vom vorhergehenden ab, wobei diese Verbindungen mathematisch belegbar sind und so die Kette vor Manipulation geschützt ist.<sup>10</sup> Jeder Block besteht



Abbildung 2:  
Übersicht über berücksichtigte Digitalisierungstechnologien<sup>11</sup>

<sup>7</sup> Vgl. dazu Schallmo 2019, S. 56–57, Szozda 2017, S. 403.

<sup>8</sup> Vgl. Pfohl 2018, S. 377 und Nakamoto 2008, S.2.

<sup>9</sup> Vgl. Stölzle et al. 2018, S.12 und Klüh et al. 2022, S. 8.

<sup>10</sup> Vgl. Kurz und Rehak 2018.

<sup>11</sup> Quelle: Eigene Darstellung.



wiederum aus Transaktionen und enthält die Prüfsumme (den sogenannten Hash), mit der der vorherige Block versiegelt wurde. Für die Erstellung eines neuen Blocks muss 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 (zum Beispiel in Form von Bitcoins) belohnt. Alle anderen Miner und Teilnehmer übernehmen nach eigener Prüfung den Block für die neue Blockchain.<sup>12</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>13</sup> Erhöhte Transaktionsgeschwindigkeit und -sicherheit sind attraktive Ziele, die sich mit einer Blockchain entlang der Supply Chain erreichen lassen können. Dennoch bestehen noch rechtliche und technische Hürden. So sind die Auditierung und die Zertifizierung der Technologie durch staatliche Einrichtungen noch nicht möglich.<sup>14</sup> Da alle Teilnehmer die gleichen Datenblöcke speichern und mit jeder Transaktion die „Blockkette“ zunimmt, vergrößert sich außerdem das Speichervolumen an Blockchain-Daten für alle Nutzer und kann zu Hindernissen der Skalierbarkeit führen.<sup>15</sup>

### 2.2.3 Clouds und APIs

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>16</sup> Da aus Sicht der Nutzer die Daten auf einem externen System gespeichert werden, spricht man von einer Cloud. Der Zugriff auf die Daten bedarf einer Internetverbindung und einer Autorisierung.<sup>17</sup>

Eine Cloud lässt sich durch verschiedene Eigenschaften charakterisieren: on-demand self-service, broad

network access, resource pooling, rapid elasticity sowie measured service. Später wurden zusätzliche Charakteristiken der so genannten cost effectiveness, multitenancy, scalability, reliability, economies of scale, customization, efficient resource utilization und virtualization identifiziert.<sup>18</sup> 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 Programm oder Gerät 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>19</sup>

Die Serviceleistungen der Dienstleister können in Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) und Software as a Service (SaaS) und Recovery as a Service (RaaS) unterschieden werden.<sup>20</sup> 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>21</sup> RaaS schützt die Nutzer vor dem Verlust von Daten und Anwendungen und ermöglicht deren vollständige Wiederherstellung über die zentrale Cloudplattform.<sup>22</sup>

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

<sup>12</sup> Vgl. Flossbach von Storch AG 2018.

<sup>13</sup> Vgl. Pfohl 2018, S.378.

<sup>14</sup> Vgl. Märkel et al. 2021, S.31.

<sup>15</sup> Vgl. Bockhe et al. 2020, S. 79788.

<sup>16</sup> Vgl. Mertens 2017, S. 23f.

<sup>17</sup> Vgl. Schulte 2017, 100f.

<sup>18</sup> Vgl. Rashid und Chaturvedi 2019, 423f.

<sup>19</sup> Vgl. Mell und Grance 2011, S. 2.

<sup>20</sup> Vgl. Rashid und Chaturvedi 2019, 422f.

<sup>21</sup> Vgl. Hompel et al. 2012, S. 130f.

<sup>22</sup> Vgl. Rashid und Chaturvedi 2019, S. 423.



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>23</sup>

API (= Application Programming Interface) bezeichnet eine Programmierschnittstelle für Softwareentwickler, die den Austausch verschiedener Softwarekomponenten innerhalb eines Netzwerks ermöglicht. Seit dem ersten Aufkommen von APIs im Jahr 1968 fanden vielfältige technologische Weiterentwicklungen statt, die unter anderem die Datensicherheit voranbrachten.<sup>24</sup> Obwohl APIs generell als Interface zwischen Softwarekomponenten gelten, sind im heutigen Umgang häufig Web- oder Cloud-APIs gemeint. Im Zusammenhang mit Cloud Computing lassen sich somit PaaS-APIs, SaaS-APIs und IaaS-APIs unterscheiden, wobei ebenfalls die Interaktion der Systeme mehrerer Cloud Dienstleister möglich ist.<sup>25</sup>

### 2.2.4 Internet of Things

Internet of Things (kurz: IoT, deutsch: Internet der Dinge) beschreibt ein Netzwerk von verschiedenen Objekten (zum Beispiel Maschinen, Smartphones, Computer und Fahrzeuge) durch Informations- und Kommunikationstechnologien.<sup>26</sup> Dies wird durch elektrische Bauteile wie Antennen oder RFID-Tags ermöglicht, welche es den Objekten ermöglicht, über lokale Netzwerke oder das Internet miteinander zu kommunizieren. Dadurch kann beispielsweise das Einkaufen 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>

<sup>23</sup> Vgl. Leimeister 2021, S. 102f.

<sup>24</sup> Vgl. Lamothe et al. 2021, S. 3.

<sup>25</sup> Vgl. Brabra et al. 2019, S. 1 und Santoro et al. 2019, 5f.

<sup>26</sup> Vgl. Márquez 2021, S. 7.

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

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 können sich in diesem hierarchielosen System an eine wechselnde Nachfrage oder Maschinenausfälle eigenständig anpassen.<sup>28</sup> Über die Grenzen der derzeitigen Nutzungsmöglichkeiten von IoT hinaus bietet beispielsweise der Zusammenschluss mit Cloud-Systemen einen Ansatzpunkt, um weitere Potenziale wahrzunehmen.<sup>29</sup>

### 2.2.5 3D-Druck

Unter dem Begriff 3D-Druck wird eine additive (das heißt auftragende), schichtweise Fertigung von Werkstücken verstanden.<sup>30</sup> Gegenteilige Verfahren sind subtraktiv, zum Beispiel Bohren, Schleifen und Fräßen, hierbei wird Material der Grundform abgetragen, um das fertige Produkt zu erstellen.<sup>31</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>32</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>33</sup>

Unter dem Begriff 3D-Druck werden oftmals sämtliche additiven Verfahren subsumiert, obwohl dieser nach der VDI-Richtlinie 3405 ein einziges Verfahren darstellt.<sup>34</sup> Demnach funktioniert der 3D-Drucker ähnlich einem Tintenstrahldrucker, wobei ein Druckkopf

<sup>28</sup> Vgl. Günthner et al. 2010, 43f.

<sup>29</sup> Vgl. Mohammed Sadeeq et al. 2021, S. 6.

<sup>30</sup> Vgl. Ivanov et al. 2021, S. 550.

<sup>31</sup> Vgl. Schulte 2017, S. 751.

<sup>32</sup> Vgl. Fastermann 2012, S. 7.

<sup>33</sup> Vgl. Westkämper 2010, 262f.

<sup>34</sup> Vgl. Fritz 2018, S. 116.

## 2

Bindemittel auf Pulver aufträgt und dieses schichtweise zu einer ersten Produktschicht verklebt.<sup>35</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>36</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>37</sup>

### 2.2.6 Drohnen

Bei einer Drohne handelt es sich um einen unbemannten Flugkörper (englisch: unmanned aerial vehicle).<sup>38</sup> Die Lenkung der Drohne erfolgt dabei entweder ferngesteuert durch eine Person oder automatisiert durch die Nutzung von Sensoren und GPS-Daten.

Drohnen wurden ursprünglich für militärische Zwecke entwickelt. Für den zivilen Gebrauch ist 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 weit 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>39</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>40</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>41</sup> Führende Logistikdienstleister und Online-Handelsunternehmen testen dabei den Einsatz von Drohnen für die Zustellung von Sendungen in entlegenen Regionen.<sup>42</sup>

### 2.2.7 Roboter und Automatisierung

Roboter sind Maschinen, die automatisiert mit der physischen Welt interagieren, um so die Effizienz von monotonen oder sich wiederholenden Tätigkeiten zu erhöhen.<sup>43</sup> 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>44</sup>

Für die Logistik ergeben sich vom Assistieren in der Lagerhaltung bis hin zum Transport auf der letzten Meile vielfältige Einsatzbereiche.<sup>45</sup> Die meisten Roboter in der Logistik werden aktuell zur Kommissionierung, Palettierung und Depalettierung, Sortierung und Verpackung eingesetzt.<sup>46</sup>

### 2.2.8 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 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 Intra-logistik können die oben erwähnten Kommissionier- und Transportroboter aufgeführt werden, was

<sup>35</sup> Vgl. Westkämper 2010, S. 265.

<sup>36</sup> Vgl. Fastermann 2012, S. 117.

<sup>37</sup> Vgl. Schulte 2017, S. 751.

<sup>38</sup> Vgl. Ivanov et al. 2021, 557f.

<sup>39</sup> Vgl. Andelfinger und Hänisch 2017, S. 23–25.

<sup>40</sup> Vgl. Landrock und Baumgärtel 2018, S. 1–4.

<sup>41</sup> Vgl. Ivanov et al. 2021, 557f.

<sup>42</sup> Vgl. Andelfinger und Hänisch 2017, S. 25.

<sup>43</sup> Vgl. Ivanov et al. 2021, S. 554.

<sup>44</sup> Vgl. Ivanov 2018, 505f.

<sup>45</sup> Vgl. DHL Customer Solutions & Innovation 2022, S. 67.

<sup>46</sup> Vgl. Rhode 2016, S. 36.



die schwache Trennschärfe zwischen den Digitalisierungstechnologien zeigt.<sup>47</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 gewährleistet, über die die Transportaufträge an die Systeme übermittelt werden.<sup>48</sup>

Für außerbetriebliche Transporte wird an automatisierten Fahrzeugen wie Lkw geforscht. Dabei lassen sich die Systeme nach den Automatisierungsgraden unterscheiden, die die notwendige Aufmerksamkeit des Fahrers festlegen. Die höchste Automatisierungsstufe stellen dabei vollkommen fahrerlose Lkw dar, die keine Lenk- und Ruhezeiten einhalten müssen und dadurch Transportkosten senken.<sup>49</sup> Da neben technischen vor allem auch schwierige rechtliche Fragen geklärt sein müssen, sind autonome Lkw in naher Zukunft nicht zu erwarten.<sup>50</sup>

Im Zusammenhang mit selbstfahrenden Lkw wird häufig der Begriff Platooning verwendet. Dabei bilden mehrere Lkw eine Kolonne, wobei der Sicherheitsabstand zum vorgelagerten Lkw automatisch eingehalten wird und durch das Fahren im Windschatten Kosteneinsparungen erzielt werden können.<sup>51</sup> Zu den selbststeuernden Systemen kann auch die Nutzung von Drohnen als autonomer Flugkörper gezählt werden.<sup>52</sup> Im Werkverkehr, das heißt auf dem unternehmenseigenen Gelände, werden auch autonome Fahrzeuge eingesetzt, beispielsweise beim Containertransport innerhalb eines Containerterminals.<sup>53</sup>

### 2.2.9 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>54</sup> Eines 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>55</sup> In Bezug auf die Logistik stellen vor allem Wearables ein aktuelles Thema dar; Wearables sind tragbare Geräte oder Systeme, die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Logistik bei ihrer Arbeit unterstützen.<sup>56</sup> So können Außenskelette (Exoskelette) die Tragkraft der Mitarbeiter für schwere Gegenstände erheblich erhöhen.<sup>57</sup> Des Weiteren können kognitive Fähigkeiten erweitert werden, indem durch Datenbrillen (vgl. „Virtual Reality (VR)/ Augmented Reality (AR)“) dem Träger mehr Informationen als in der realen Welt vorliegen. Zudem können Chipimplantate und Electronic Textiles für Zugangskontrollen und Sicherheitsverfahren des Personals genutzt werden.<sup>58</sup>

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

Unter Virtual Reality und Augmented Reality wird eine computerbasierte, interaktive Realität, beziehungsweise die Erweiterungen der Realitätswahrnehmung durch Computersimulationen verstanden.<sup>59</sup> Augmented Reality (AR, deutsch: erweiterte Realität) knüpft an reale Gegenstände virtuelle Informationen. Diese Informationen können die Anwender mittels Datenbrille wahrnehmen.<sup>60</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>61</sup> Augmented Reality wird oftmals auch als Mixed Reality bezeichnet.<sup>62</sup> Das System eignet sich in der Logistik besonders für

<sup>47</sup> Vgl. Fläming 2015, S. 378.

<sup>48</sup> Vgl. Fläming 2015, 380f.

<sup>49</sup> Vgl. Ritz 2018, S. 85–88.

<sup>50</sup> Vgl. Fläming 2015, S. 394.

<sup>51</sup> Vgl. Lehmacher 2017, S. 85.

<sup>52</sup> Vgl. Fläming 2015, S. 379.

<sup>53</sup> Vgl. Ritz 2018, 94f.

<sup>54</sup> Vgl. Nachtigall 1998, S. 5.

<sup>55</sup> Vgl. Wischmann und Hartmann 2018, S. 240.

<sup>56</sup> Vgl. DHL Customer Solutions & Innovation 2022, S. 55.

<sup>57</sup> Vgl. Lehmacher 2017, S. 90.

<sup>58</sup> Vgl. DHL Customer Solutions & Innovation 2022, S. 55.

<sup>59</sup> Vgl. Ivanov et al. 2021, S. 553.

<sup>60</sup> Vgl. Zijm et al. 2019, S. 22.

<sup>61</sup> Vgl. Bracht 2018, S. 146–148.

<sup>62</sup> Vgl. Wannenwetsch 2014, S. 325 und Bracht 2018, S. 148.

## 2

Kommissionierungsaufgaben, zum Beispiel im Rahmen eines „Pick-by-Vision“.<sup>63</sup>

In Abgrenzung zu Augmented Reality bietet Virtual Reality 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. Für die Interaktion innerhalb der VR sind spezielle Eingabegeräte wie Spacemouse, Flystick oder Datenhandschuh nötig.<sup>64</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>65</sup>

### 2.2.11 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>66</sup> Da die Daten aus unterschiedlichen Quellen stammen sind sie oft unstrukturiert. Die Auswertung nach herkömmlichen Verfahren ist dadurch sehr aufwendig.<sup>67</sup> Daher werden zunehmend spezifische Technologiebündel 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>68</sup>

Als Kriterien für den Einsatz von Big-Data-Anwendungen werden meist die 5 V geprüft: volume, variety, velocity, veracity und value.<sup>69</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>70</sup>

### 2.2.12 Digitaler Zwilling

Der digitale Zwilling ist ein virtuelles Abbild eines physischen Objekts, beispielsweise eines Produkts.<sup>71</sup> Dabei findet ein Datenaustausch zwischen Objekt und Abbild statt. Des Weiteren lassen sich mit dem digitalen Abbild Veränderungen des physischen Objekts simulieren, um so Fehlkonstruktionen zu vermeiden.<sup>72</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>73</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>74</sup>

<sup>63</sup> Vgl. Wannewetsch 2014, S. 325.

<sup>64</sup> Vgl. Berndt et al. 2015, S. 188.

<sup>65</sup> Vgl. Liebetruh 2020, S. 150–152.

<sup>66</sup> Vgl. Bauernhansl et al. 2014, S. 399.

<sup>67</sup> Vgl. Ivanov et al. 2021, 539f.

<sup>68</sup> Vgl. Huber 2018, 22f.

<sup>69</sup> Vgl. Ivanov et al. 2021, 529f.

<sup>70</sup> Vgl. Mertens 2017, 57f.

<sup>71</sup> Vgl. Porter und Heppelmann 2015, S. 6 und Göpfert 2019, S. 298.

<sup>72</sup> Vgl. Ivanov et al. 2021, S. 540.

<sup>73</sup> Vgl. Huber 2018, S. 91–93.

<sup>74</sup> Vgl. Göpfert 2019, S. 250.



### 2.2.13 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>75</sup> KI lässt sich in folgende vier Felder untergliedern: Assisted Intelligence, Automated Intelligence, Augmented Intelligence und Autonomous Intelligence.<sup>76</sup> Assisted Intelligence (deutsch: assistierende Intelligenz) hilft beispielsweise Führungskräften bei der Entscheidungsfindung, während durch Automated Intelligence (deutsch: automatisierte Intelligenz) wiederholende Aufgaben automatisiert erledigt werden.<sup>77</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>78</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>79</sup>

Computer mit KI 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 Ein-

satz, 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>80</sup>

### 2.2.14 Quantum Computing

Quantencomputer zählen in dieser Studie zu den jungen Technologien und sind, in dieser Studie, gegenüber 2019 erstmals Teil der Betrachtung. Die funktionalen Grundprinzipien wurden jedoch bereits 1935 von Einstein, Podolsky und Rosen beobachtet.<sup>81</sup> Anders als herkömmliche Computer verwendet das Quantum Computing Quantenbits (Qbits) anstelle von Bits. Während Bits lediglich die Zustände 0 oder 1 abbilden, können Qbits einen Parallelzustand bzw. Superposition einnehmen. Das bedeutet, dass sie gleichzeitig als 0 und 1 angesehen werden, bis die Quantenpartikel ausgelesen werden und somit in einen der beiden Zustände zurückfallen.<sup>82</sup> In der Folge können höhere Rechenleistungen erzielt werden. Über die sogenannte Verschränkung mehrerer Qbits und die Anwendung verschiedener Algorithmen können Quantencomputer eine messbar höhere Leistung als klassische Modelle abrufen.<sup>83</sup> Dieser Vorteil wird als Quantum Supremacy bezeichnet.<sup>84</sup>

Als namhafte Verwender und Entwickler von Quantum-Computing-Technologie sind die Unternehmen IBM, Google, Microsoft und Rigetti zu nennen, welche Anwendungen und Software und Quantum-Computing-Plattformen anbieten.<sup>85</sup> Anwendungspotenziale der Technologie liegen unter anderem in den Bereichen Machine Learning, Finance, Cybersecurity und Logistikplanung. Im Logistikbereich kann das hohe Rechenvermögen genutzt werden, um Simulationen durchzuführen und unter Berücksichtigung vielzähliger Faktoren Logistiknetzwerke und Verkehr zu optimieren. Ebenfalls sind Smart-City-Projekte potenzielle

<sup>75</sup> Vgl. Pvc 2018, S. 6.

<sup>76</sup> Vgl. Göpfert 2019, S. 249.

<sup>77</sup> Vgl. Göpfert 2019, S. 249.

<sup>78</sup> Vgl. Pvc 2018, S. 6.

<sup>79</sup> Vgl. Göpfert 2019, S. 249.

<sup>80</sup> Vgl. Heinrich und Stühler 2017, S. 79–81.

<sup>82</sup> Vgl. Hughes 2021, 7f.

<sup>81</sup> Vgl. Kommadi 2020, S. 59.

<sup>83</sup> Vgl. Pirke 2021, S. 56–58.

<sup>84</sup> Vgl. Pirke 2021, 60f.

<sup>85</sup> Vgl. Kommadi 2020, S. 123.

## 2

Anknüpfungspunkte, die häufig an der Handhabung von Big Data scheitern.<sup>86</sup>

### 2.2.15 Next-generation Wireless

Die neue Generation kabelloser Kommunikationstechnologien schreitet voran und erweitert den Handlungsspielraum auch im Industrieumfeld. Der Begriff umfasst eine Vielzahl unterschiedlicher Technologien, welche ihrer Reichweite entsprechend kategorisiert werden können.<sup>87</sup> Bluetooth Low Energy, RFID und NFC sind sogenannte short-range technologies und kommen üblicherweise innerhalb desselben Raumes zu Einsatz. Wireless Fidelity (Wifi) sind weitreichend bekannte local area networks. Während Wifi 7 bereits in den Startlöchern steht, werden mit der neuen Version WiFi 6, die eine höhere Geschwindigkeit als ihre Vorgänger bietet, Geräte in Warenlagern, Fabriken und zuhause verbunden.<sup>88</sup> Zu den wide area networks zählt einerseits 5G in einem leistungsstärkeren Mobilfunknetz. Durch seinen hohen Einfluss steht 5G in der öffentlichen Auffassung teilweise sinnbildlich für Next Generation Wireless. Andererseits sind Low Power Wide Area Networks, wie RoLaWAN, Sigfox, LTE-M und NB-IoT, besonders geeignet für den Austausch geringerer Datenmengen über bis zu 50 Kilometer.

In Supply Chains ermöglichen sie die Überwachung und Verfolgung von Gütern. Global Area Networks sind weltweit verfügbare Satellitennetzwerke, welche die Kommunikation in entlegene Gegenden ermöglichen. Logistiker profitieren von der ununterbrochenen Ortung ihrer See- und Luftfracht.<sup>89</sup>

Innovationen und die Performance neuer Wireless-Technologien werden unter anderem an Frequenz, Bandbreite, Datenflussrate (maximaler Datenaustausch), Nutzerkapazität, Reichweite, Übertragungsrate und Latenz gemessen. Darüber hinaus wird der Anwendernutzen von Energieverbrauch, allgemeiner Verfügbarkeit oder dem einhergehenden Infrastrukturinvestment bestimmt.<sup>90</sup>

Die hier angesprochenen Technologien fördern die Transparenz mittels wachsender Netzwerke und der höheren Verfügbarkeit von Supply-Chain-Daten. Zusätzlich stellen sie einen Ausgangspunkt für verschiedene logistische Anwendungen dar, wie das Internet of Things, welches auf long- & short-range Netzwerke zugreift.<sup>91</sup> Zudem fördert der Fortschritt von Next-generation Wireless die Möglichkeiten genauer Logistikplanung, Automatisierung sowie autonomer Fahrzeuge.<sup>92</sup>

<sup>86</sup> Vgl. Kommadi 2020, 288f und Pirke 2021, S. 63.

<sup>87</sup> Vgl. hierzu und im Folgenden DHL 2022, S. 13.

<sup>88</sup> Vgl. Zreikat 2020, S. 905 und Koziol 2022.

<sup>89</sup> Vgl. DHL 2022, 23-29.

<sup>90</sup> Vgl. DHL 2022, 11ff.

<sup>91</sup> Vgl. Bahashwan et al. 2021, S. 343.

<sup>92</sup> Vgl. DHL 2022, 35f.

## 3 Erhebungsdesign und Erhebungsumfang

### 3.1 Erhebungsdesign

Für die BME-Logistikstudie 2022 wurde folgendes Erhebungsdesign erarbeitet:

- Eine internetbasierte Erhebung dient dazu, in standardisierter Form den Status quo der Digitalisierung in Supply Chains sowie die Bewertung und den zukünftigen Einsatz von Digitalisierungstechnologien zu erfassen. Erhoben werden auch Aussagen dazu, ob und welche Digitalisierungstechnologien bestimmte Herausforderungen im Supply Chain Management unterstützen (wie zum Beispiel Risiko- und Nachhaltigkeitsmanagement). Ebenfalls erfasst wurden Treiber und Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien.
- Expertengespräche im Nachgang zu der Online-Erhebung tragen dazu bei, das Bild abzurunden, indem spezifische Aspekte ausführlicher diskutiert und persönliche Einschätzungen erfasst werden können.

Die Online-Erhebung wurde mit TIVIAN EFS Summer 2022 unter Berücksichtigung der DSGVO durchgeführt. Dabei wurden sechs 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 Ziele, die für Supply Chain Managerinnen und Manager als wichtig gelten und die mit dem Einsatz von Digitalisierungstechnologien erreicht werden sollen, und
  - 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.
- 4) Das Einsatzpotenzial von Digitalisierungstechnologien für aktuelle Herausforderungen im Supply Chain Management, wie beispielsweise Risikomanagement in Supply Chains, wurde im vierten Fragenbereich erfasst.
- 5) Im fünften Fragenkomplex sollten Treiber und Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien erhoben werden.
- 6) Statistische Angaben zu den Unternehmen sowie zu den Teilnehmern waren Kern des sechsten und abschließenden Fragenbereichs.

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. Mai 2022 bis 26. Juni 2022 durchgeführt, wobei auf unterschiedliche Weise zur Teilnahme eingeladen wurde:

- E-Mail-Newsletter des BME,
- Pressemitteilung des BME,
- Nachrichten auf den Internetseiten des BME und der Hochschule Fulda,

## 3

- Beiträge in verschiedenen Gruppen in den sozialen Netzwerken XING und LinkedIn,
- persönliche Kontaktlisten der Beteiligten und
- E-Mail-Versand an die Mitglieder der Sektion Logistik und der Sektion Beschaffungskategorien im BME e.V.

Im Rahmen der direkten Kontaktaufnahme wurden neben Geschäftsführern und Vorständen Führungskräfte aus den Bereichen Supply Chain Management (SCM), Logistik, Beschaffung und Einkauf kontaktiert.

An der Erhebung nahmen 210 Personen teil. 150 Teilnehmende beantworteten den Fragebogen vollständig. 60 Personen brachen die Beantwortung des Fragebogens an unterschiedlichen Stellen innerhalb der Erhebung ab; ihre Antworten wurden jedoch zum Zeitpunkt des Abbruchs gespeichert und flossen ebenfalls in die Auswertung ein.

Abbildung 3 zeigt die Branchen, in denen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer aktiv sind. Dabei domi-

niert – deutlicher als in früheren Studien – die Logistikbranche: ein Fünftel der Befragten kam aus dem Lager- und Transportsektor. Weitere Branchen, die einen großen Anteil der Antworten beisteuerten, sind die Automobilindustrie inklusive der Zulieferbranche, der Maschinenbau, der Groß- und Einzelhandel, die Produzenten sonstiger Herstellwaren sowie die Pharma- und Chemiebranche.

Neben der Branche interessiert auch die Unternehmensgröße. Sie wird in dieser Studie durch den Jahresumsatz repräsentiert. Dabei zeigt sich, dass Großunternehmen mit einem Umsatz von mehr als einer Milliarde Euro die größte Gruppe in dieser Erhebung sind: jedes dritte Unternehmen fällt in diese Kategorie (vgl. dazu Abbildung 4). Kleine und mittlere Unternehmen mit einem Umsatz von höchstens 50 Millionen Euro decken rund ein Fünftel der Teilnehmer ab. Die übrigen teilnehmenden Unternehmen, rund 46 %, verteilen sich auf Unternehmen mit einem Jahresumsatz von zwischen 50 Millionen und 1 Milliarde Euro.

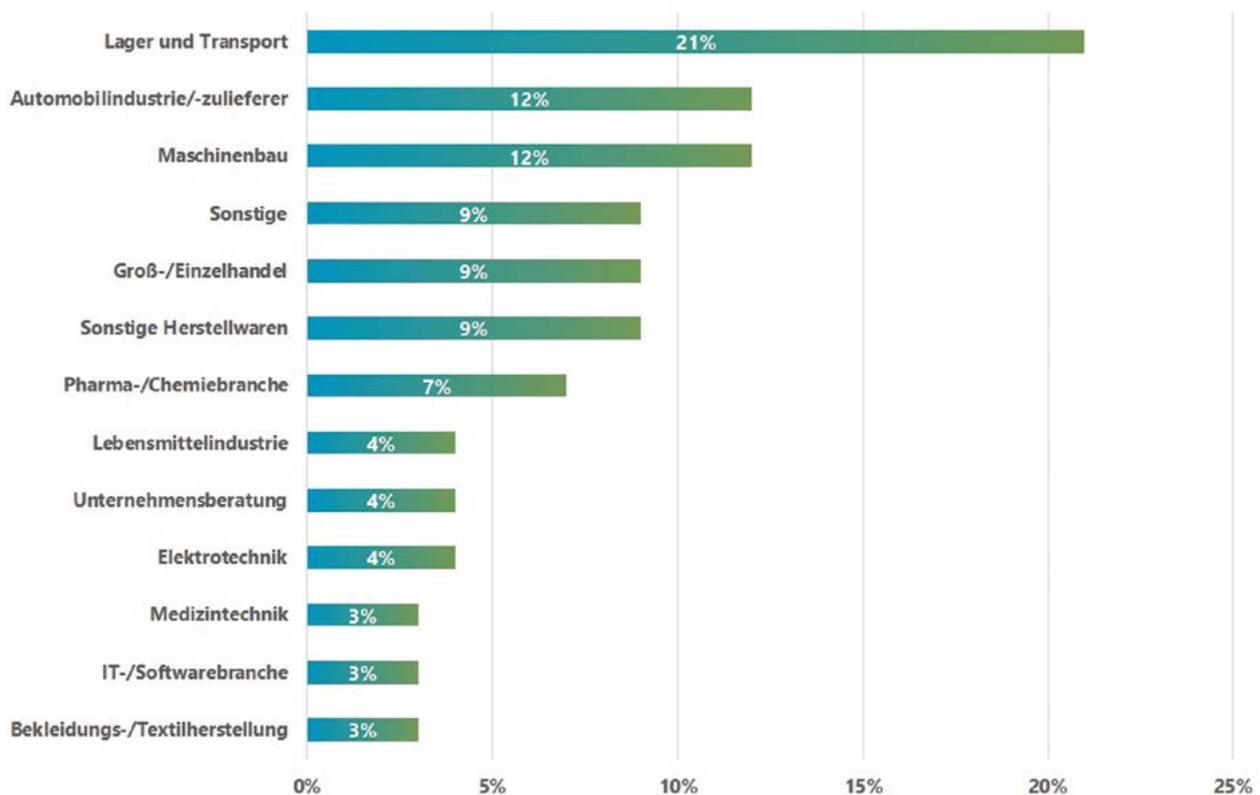


Abbildung 3: Teilnahmestruktur nach Branchen<sup>93</sup>

<sup>93</sup> Quelle: Eigene Darstellung, n = 137. Die Summe der Prozentwerte kann aufgrund von Rundungen ungleich 100 % sein.

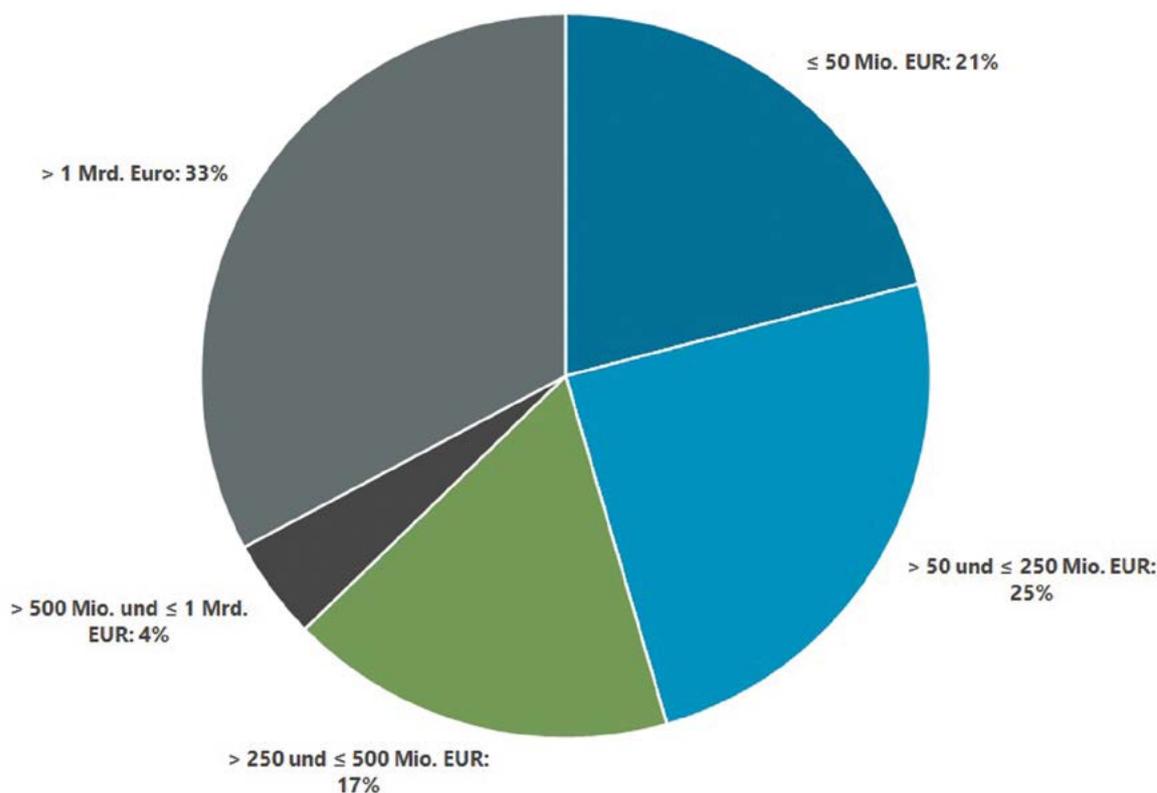


Abbildung 4: Teilnahmestruktur nach Unternehmensgröße gemessen am Umsatz<sup>94</sup>

Diese Verteilung entspricht der Teilnehmerstruktur der bisherigen BME-Logistikstudien.

In der Studie sind große Unternehmen damit tendenziell überrepräsentiert. Ein exakter Vergleich mit der Verteilung der Unternehmen nach Umsatz in Deutschland ist nicht möglich, da in offiziellen Statistiken Unternehmen mit einem Umsatz von 50 Millionen Euro und mehr nicht weiter aufgegliedert werden. Der Anteil der Unternehmen mit einem Umsatz von mehr als 50 Millionen Euro an sämtlichen Unternehmen beträgt jedoch im Jahr 2020 nur 0,21%.<sup>95</sup> Zu der Verteilung der Teilnehmer an der BME-Logistikstudie lassen sich nur Mutmaßungen anstellen: Möglicherweise ist das Thema der Studie zu komplex und herausfordernd, um auch von kleineren Unternehmen angegangen zu werden. Große Unternehmen sind dabei oftmals aus unterschiedlichen Gründen „weiter“ und beschäftigen sich intensiver mit dem Thema.

Vereinzelt werden im nachfolgenden Kapitel 4 die Ergebnisse der Studie nicht nur gesamtheitlich, sondern auch bezogen auf unterschiedliche Unternehmensgrößen ausgewiesen. Dabei wurden auf Basis der Umsatzangaben drei Gruppen gebildet: Kleine Unternehmen weisen einen Jahresumsatz von bis zu 50 Millionen Euro aus, mittelgroße Unternehmen einen Umsatz von mehr als 50 Millionen Euro bis zu einer Milliarde Euro, und als große Unternehmen werden solche angesehen, die einen Jahresumsatz von mehr als 1 Milliarde Euro generieren.<sup>96</sup>

Die Expertengespräche im Anschluss an die Online-Befragung wurden im Zeitraum vom 10. August bis 7. September 2022 geführt. Dabei wurden acht Expertinnen und Experten auf Basis nicht-standardisierter Gespräche befragt. Sie wurden auf Basis ihrer Bereitschaft zu einem Interview kontaktiert, die sie im Online-Fragebogen angegeben hatten.

<sup>94</sup> Quelle: Eigene Darstellung. n = 134.

<sup>95</sup> Vgl. Statista GmbH 2022.

<sup>96</sup> Diese Kategorisierung weicht von der EU-Kategorisierung ab, nach der kleine und mittlere Unternehmen (KMU) einen Umsatz von bis zu 50 Mio. Euro erwirtschaften, um bei Unternehmen mit mehr als 50 Mio. Euro Umsatz, die in dieser Studie keinen unwesentlichen Anteil aufweisen, eine Differenzierung zu ermöglichen.

## 4 ERGEBNISSE DER STUDIE

### 4 Ergebnisse der Studie

#### 4.1 Bekanntheit von Digitalisierungstechnologien

Ein erster Indikator, der zur Beschreibung des Stands der Digitalisierung beiträgt, ist der Bekanntheitsgrad von Digitalisierungstechnologien. Dabei interessierte, ob die aufgeführten Technologien den Befragten so gut bekannt sind, dass diese Entscheidungen über eine Implementierung oder einen Einsatz treffen können, ob sie nur vom Namen bekannt sind oder ob sie unbekannt sind. Abbildung 5 verdeutlicht, welche Digitalisierungstechnologien in den Unternehmen wie gut bekannt sind.

Die Top-7-Technologien sind bei rund drei Viertel der Teilnehmerinnen und Teilnehmer gut bekannt. Spitzenreiter ist der Bereich Roboter und Automatisierung, den nahezu sämtliche Befragten entweder

gut oder zumindest vom Namen her kennen. Hierbei handelt es sich allerdings auch um schon lange verfügbare Technologien.<sup>97</sup> Es folgen 3D-Druck, selbstfahrende Fahrzeuge, Drohnen und KI. Auch diese sind bei nahezu allen Befragten gut oder vom Namen her bekannt.

Im Allgemeinen kann bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern ein hoher Bekanntheitsgrad der ausgewählten Technologien festgestellt werden. Abstriche müssen bei Bionic Enhancement und dem digitalen Zwilling gemacht werden: Diese sind nur bei etwas mehr als einem Drittel der Befragten gut bekannt; ein weiteres Drittel kennt sie vom Namen her. Quantum Computing und Next-generation Wireless kennt nur

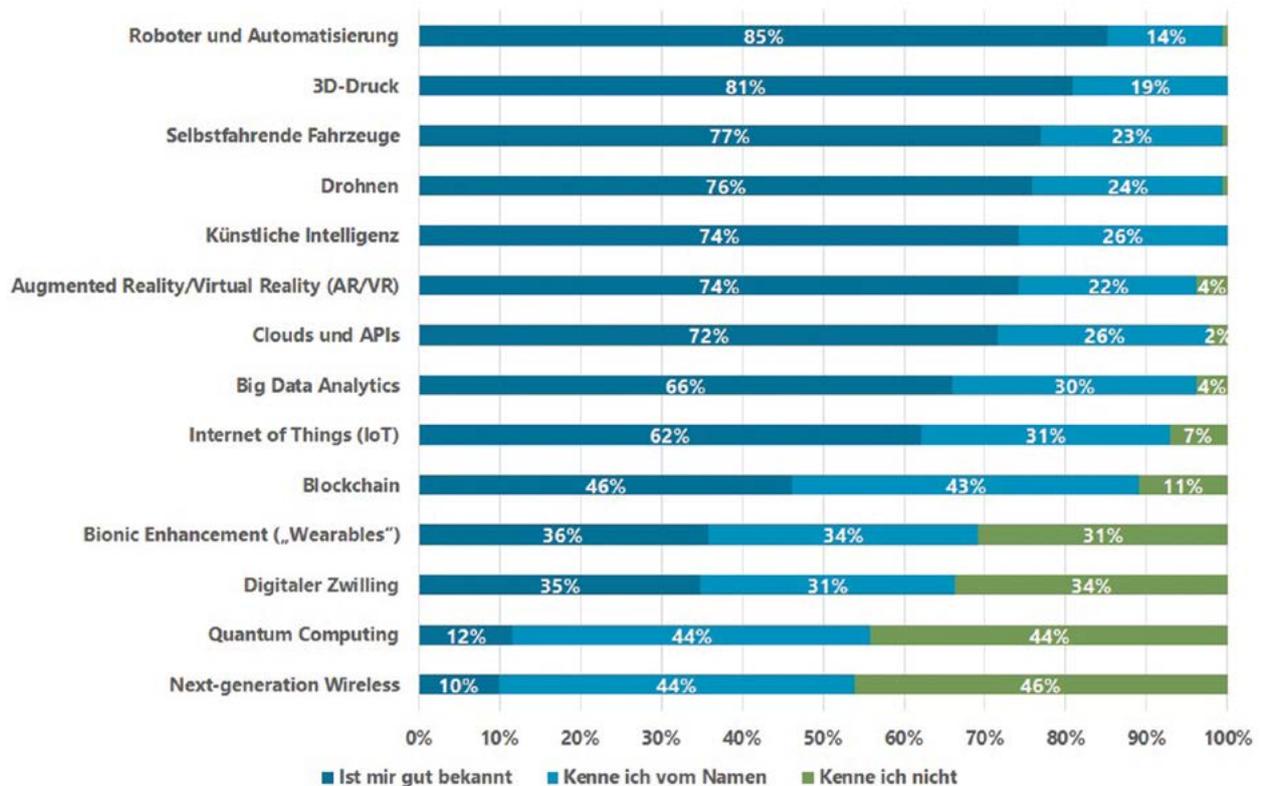


Abbildung 5: Bekanntheit von Digitalisierungstechnologien<sup>98</sup>

<sup>97</sup> Vgl. die Ausführungen bei Siepmann 2016, S. 19–20 sowie bei Krzywdzinski 2020, S. 14–17.

<sup>98</sup> Quelle: Eigene Darstellung; n = 183. Die Summe der Prozentwerte kann aufgrund von Rundungen ungleich 100 % sein. Sortierung auf Basis von „Ist mir gut bekannt“.

Technologie	Ist mir gut bekannt (2019)	Ist mir gut bekannt (2022)	Entwicklun
Roboter und Automatisierung	87%	85%	➔ -2%
3D-Druck	83%	81%	➔ -3%
Selbstfahrende Fahrzeuge	83%	77%	➘ -8%
Drohnen	83%	76%	➘ -8%
Augmented Reality/Virtual Reality (AR/VR)	69%	74%	➔ 8%
Künstliche Intelligenz	67%	74%	➔ 12%
Clouds und APIs	75%	72%	➔ -4%
Big Data Analytics	70%	66%	➘ -6%
Internet of Things (IoT)	63%	62%	➔ -1%
Blockchain	43%	46%	➔ 7%
Bionic Enhancement („Wearables“)	30%	36%	➔ 19%
Digitaler Zwilling	22%	35%	➔ 56%
Quantum Computing		12%	
Next-generation Wireless		10%	

Tabelle 1: Entwicklung des Bekanntheitsgrades von Digitalisierungstechnologien (Technologien sind „gut bekannt“)<sup>99</sup>

etwa jeder zehnte Befragte gut; je 44 % kennen diese Technologien vom Namen. Dies ist zumindest beim Thema Quantencomputer erstaunlich, da das Thema seit vielen Jahren als einer der größten Technologieschübe der Zukunft gilt.<sup>100</sup>

Im Vergleich zur Vorgängerstudie aus dem Jahr 2019 hat sich das Bild nicht wesentlich verändert. Auch 2019 konnte ein hoher Bekanntheitsgrad der Technologien festgestellt werden, wenn man die summierten Werte für einen guten Bekanntheitsgrad und eine Bekanntheit nach dem Namen verwendet. Wenn man nur die Werte für eine gute Bekanntheit betrachtet, die für die Frage elementar ist, welche Technologien eingesetzt werden soll, zeigt Tabelle 1, dass die Zahlen hierfür bei einigen Technologien leicht rückläufig sind. Eine nennenswerte Steigerung der Bekanntheit konnte beim digitalen Zwilling, aber auch bei Bionic Enhancements festgestellt werden; allerdings war die Ausgangslage günstig für eine derartige Verbesserung, da sie vor drei Jahren nur geringe Bekanntheitswerte aufgewiesen hatten. Auch KI kann einen erhöhten Bekanntheitsgrad aufweisen, war vor drei Jahren allerdings bereits zwei Drittel der Teilnehmerinnen und Teilnehmer bekannt. Sie kam also von einem hohen Bekanntheitsniveau.

Während Abbildung 5 auf Seite 24 auf den Bekanntheitsgrad der einzelnen Technologien eingeht, stellt sich die Frage, ob die Kenntnis der Digitalisierungstechnologien auch eine Frage der Unternehmensgröße ist. Der bereits in der vorherigen Studie von 2019 identifizierte Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und Kenntnis der Technologien zeigt sich erneut anhand der aktuellen Befragung (vgl. Abbildung 6): Große Unternehmen kennen signifikant mehr Technologien als kleine Unternehmen; konkret weisen sie einen Kenntnisvorsprung von 30 % auf. So sind bei den kleinsten der betrachteten Unternehmen durchschnittlich 6,6 der 14 aufgeführten Technologien bekannt, in der Gruppe der größten Unternehmen 8,6.

Insgesamt hat sich der Bekanntheitsgrad, bezogene auf die Unternehmensgröße, nicht wesentlich geändert, wie Tabelle 2 zeigt. Die kleinen Unternehmen weisen allerdings ein um rund 5 % niedrigeres Wissen auf als vor drei Jahren; Unternehmen mit einem Umsatz zwischen 500 Millionen und 1 Milliarde Euro Umsatz haben dagegen an Wissen dazugewonnen.

<sup>99</sup> Quelle: Eigene Darstellung; 2022: n = 183, 2019: n = 206.

<sup>100</sup> Vgl. beispielsweise die „Roadmap Quantencomputing“ des Expertenrats „Quantencomputing“ (VDI Technologiezentrum GmbH).

## 4

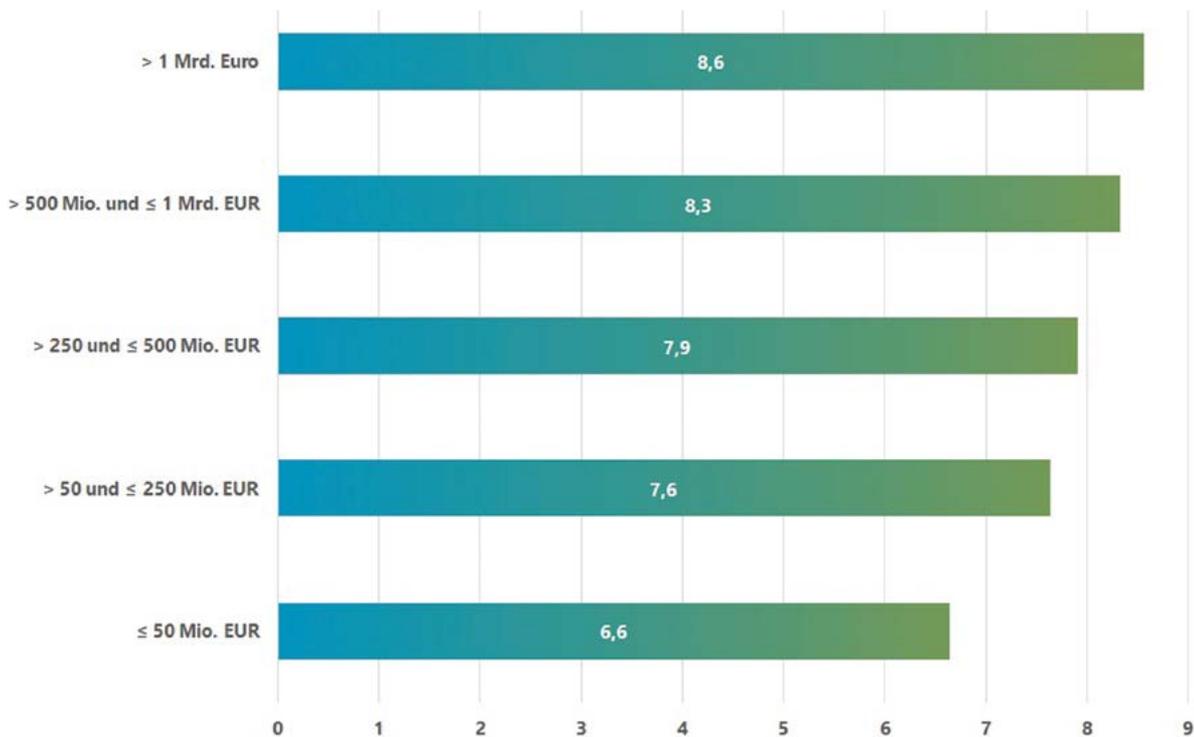


Abbildung 6: Durchschnittliche Anzahl gut bekannter Technologien nach Unternehmensgröße (bezogen auf den Umsatz)<sup>101</sup>

Für uns als KMU ist es aufgrund der Größe und der Personalstärke sehr schwer zu folgen, welche Technologien existieren, welche Technologien für welche Aufgaben eingesetzt werden und welche Potenziale existieren.

Thomas Möllers, Leiter Logistik, Zoll und Außenwirtschaft, SpanSet Gesellschaft für Transportsysteme und Technische Bänder m.b.H. & Co. KG

Grundsätzlich ist der Kenntnisstand der Digitalisierungstechnologien, die für das Supply Chain Management interessant sind, gut. Allerdings sind selbst bei großen Unternehmen durchschnittlich nur 61%

der Technologien so gut bekannt, dass aufgrund der Kenntnis dieser Technologien eine fundierte Entscheidung bzgl. ihrer Implementierung getroffen werden kann. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass durchschnittlich 39% der Technologien nicht ausreichend bekannt sind.

Bei kleinen Unternehmen ist dieser Anteil der nicht oder nicht ausreichend bekannten Technologien noch höher – er liegt bei 53%. Das kann zu Wettbewerbsnachteilen führen: Wenn Digitalisierungstechnologien für das Supply Chain Management nicht oder nicht ausreichend bekannt sind, werden sie bei der

Umsatz	Ist mir gut bekannt (2019)	Ist mir gut bekannt (2022)	Entwicklung
> 1 Mrd. Euro	60%	61%	➔ 2%
> 500 Mio. und ≤ 1 Mrd. EUR	56%	60%	➔ 5%
> 250 und ≤ 500 Mio. EUR	57%	57%	➔ -1%
> 50 und ≤ 250 Mio. EUR	54%	55%	➔ 2%
≤ 50 Mio. EUR	50%	47%	➔ -5%

Tabelle 2: Entwicklung des durchschnittlichen Anteils gut bekannter Technologien nach Unternehmensgröße (bezogen auf den Umsatz)<sup>102</sup>

<sup>101</sup> Quelle: Eigene Darstellung; n = 134.

<sup>102</sup> Quelle: Eigene Darstellung; 2022: n = 134, 2019: n = 206. Differenzen aufgrund von Rundungen möglich. Dies wird besonders augenscheinlich bei den Unternehmen mit einem Umsatz zwischen 250 und 500 Millionen Euro.

strategischen technologischen Ausrichtung nicht berücksichtigt, während Unternehmen mit einem hohen Kenntnisstand diese Technologien auswählen und

einsetzen können, um damit bestimmte Ziele besser zu erreichen.

## 4.2 Einsatz von Digitalisierungstechnologien

Während im vorherigen Abschnitt 4.1 die Bekanntheit von Digitalisierungstechnologien als Basis für Auswahl und Einsatz dieser Technologien untersucht wurde, fokussiert der vorliegende Abschnitt auf den konkreten Einsatz der 14 ausgewählten Technologien. Im Vergleich zur ersten Studie „Digitalisierung in Sup-

ply Chains“ hat sich bei den Antwortmöglichkeiten eine Änderung ergeben: So wurde die Antwortmöglichkeit, dass eine Technologie für das Unternehmen nicht relevant sei, durch die Antwortoption „Test oder Einsatz planen wir derzeit nicht“ ersetzt.

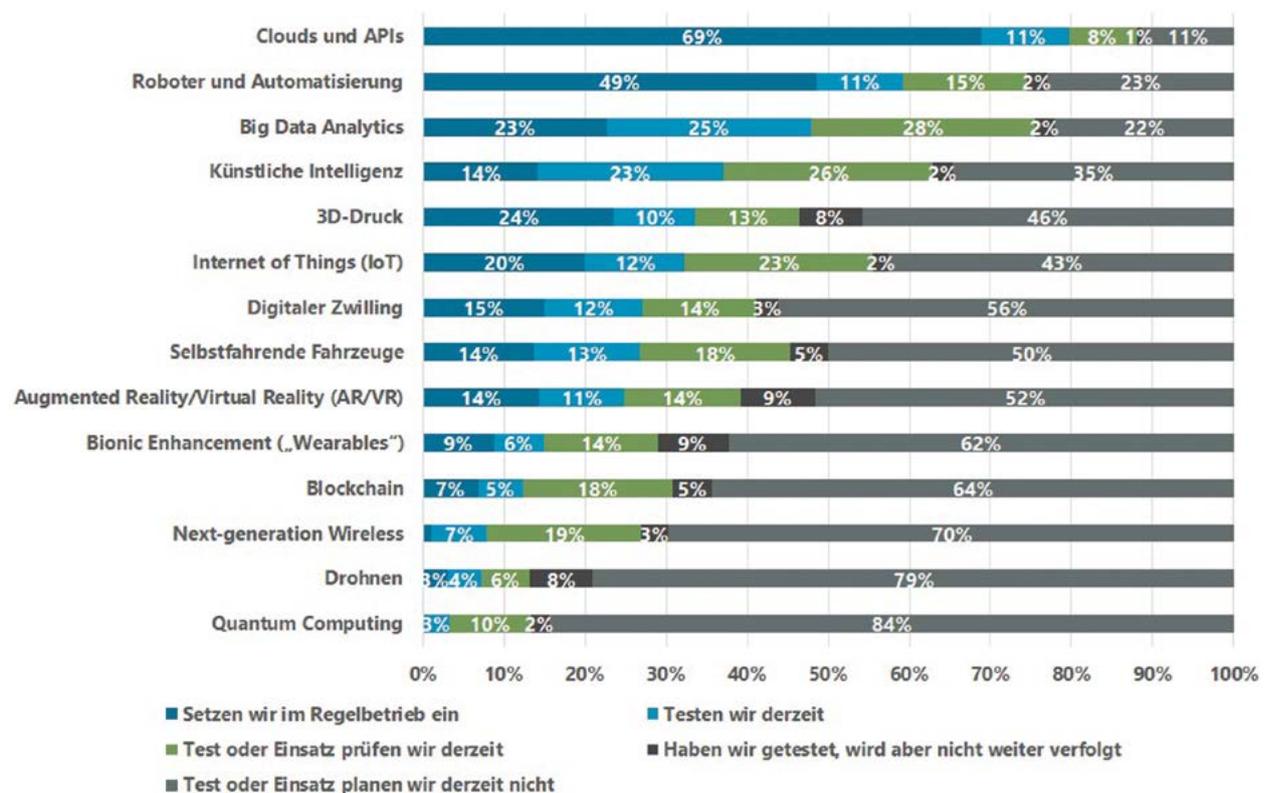


Abbildung 7: Einsatz von Digitalisierungstechnologien<sup>103</sup>

Abbildung 7 zeigt die Ergebnisse, welche Digitalisierungstechnologie in welchem Maße von den befragten Unternehmen eingesetzt wird. Deutlich wird, dass nur wenige Technologien von einer großen Anzahl an Unternehmen eingesetzt werden: Clouds und APIs

werden von 80 % der Unternehmen im Regelbetrieb oder im Testbetrieb eingesetzt, Roboter und Automatisierung von 60 % der Unternehmen. Alle anderen Technologien weisen eine deutlich geringere Anwendungsquote auf.

<sup>103</sup> Quelle: Eigene Darstellung;  $89 \leq n \leq 169$ ; durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden. Die Summe der Prozentwerte kann aufgrund von Rundungen ungleich 100 % sein. Sortierung auf Basis der Summe von „Setzen wir im Regelbetrieb ein“ und „Testen wir derzeit“.

## 4

*Aktuell wird der digitale Fortschritt verschlafen, was dazu führt, dass Arbeitsplätze ins Ausland verlagert werden und Deutschland als Hochlohnland weiter an Konkurrenzfähigkeit verliert.*

*Kevin Woweries, Teamleiter Logistikplanung & Behältermanagement, NIDEC GPM GmbH*

Die drei am häufigsten eingesetzten Technologien, die entweder im Regel- oder im Testbetrieb angewandt werden, sind in ihrer Reihenfolge identisch mit der Vorgängerstudie. Doch während der Regelbetrieb bei Clouds und APIs um ein Drittel zugenommen hat, von knapp 52 % im Jahr 2019 auf 69 % im Jahr 2022, ist die Anzahl der Unternehmen, die Roboter und Automatisierung im Regelbetrieb einsetzen, nur um knapp zwei Prozentpunkte von 47 % auf 49 % gestiegen. Der Regeleinsatz von Big Data Analytics ist sogar um ein Drittel gesunken. Die Zahlen für den Testbetrieb von Clouds und von Automatisierung legten leicht zu. Bei Big Data Analytics stiegen sie deutlich um ein Viertel von 20 % auf 25 %. Das gilt ebenso für die Werte der Antwortoption „Test oder Einsatz prüfen wir derzeit“ mit einer Steigerung von knapp 22 % im Jahr 2019 auf 28 % in der vorliegenden Studie.

Ein Blick auf die Entwicklung des Einsatzes im Regel- oder Testbetrieb der Digitalisierungstechnologien von 2019 bis 2022 zeigt, dass die meisten Technologien derzeit in einem höheren Umfang im Regel- und im Testbetrieb eingesetzt werden, als dies vor drei Jahren der Fall war (vgl. dazu Tabelle 3).

Bei einigen Technologien sind die Steigerungsraten erheblich: Dies gilt vor allem für den Einsatz von KI und die Nutzung selbstfahrender Fahrzeuge. Auch Clouds und APIs, der 3D-Druck sowie Augmented und Virtual Reality erfuhren eine deutliche Steigerung. Andere Technologien werden dagegen weniger intensiv genutzt; hierzu zählen Drohnen, die Blockchain sowie Big Data Analytics. Bei der Interpretation dieser Werte ist gleichzeitig zu berücksichtigen, dass einige der Technologien eine insgesamt geringe Nutzungsrate aufweisen, so dass eine Zu- oder Abnahme in geringen absoluten Werten durchaus einen erheblichen Einfluss auf die relativen Werte hat. Weiterhin sind die Teilnehmerinnen und Teilnehmern der aktuellen Studie nur zu einem gewissen Teil identisch mit denen der BME-Logistikumfrage 2019.

Technologie	Regelbetrieb + Test (2019)	Regelbetrieb + Test (2022)	Entwicklung	
Clouds und APIs	62%	80%	↑	29%
Roboter und Automatisierung	56%	59%	→	5%
Big Data Analytics	54%	48%	↓	-11%
Künstliche Intelligenz	21%	37%	↑	76%
3D-Druck	27%	34%	↑	26%
Internet of Things (IoT)	28%	32%	→	14%
Digitaler Zwilling	25%	27%	→	8%
Selbstfahrende Fahrzeuge	17%	27%	↑	55%
Augmented Reality/Virtual Reality (AR/VR)	20%	25%	↑	25%
Bionic Enhancement („Wearables“)	16%	15%	↓	-6%
Blockchain	16%	12%	↓	-22%
Next-generation Wireless		8%		
Drohnen	11%	7%	↓	-33%
Quantum Computing		3%		

Tabelle 3: Entwicklung des Einsatzes von Digitalisierungstechnologien (Regelbetrieb und Test)<sup>104</sup>

<sup>104</sup> Quelle: Eigene Darstellung; 2022:  $89 \leq n \leq 169$ , 2019:  $74 \leq n \leq 180$ ; durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

Technologie	Test oder Einsatz prüfen wir derzeit (2019)	Test oder Einsatz prüfen wir derzeit (2022)	Entwicklung
Clouds und APIs	20%	8%	↓ -58%
Roboter und Automatisierung	18%	15%	↘ -14%
Big Data Analytics	22%	28%	↑ 26%
Künstliche Intelligenz	30%	26%	↘ -14%
3D-Druck	18%	13%	↓ -29%
Internet of Things (IoT)	30%	23%	↓ -22%
Digitaler Zwilling	11%	14%	↑ 23%
Selbstfahrende Fahrzeuge	16%	18%	↗ 14%
Augmented Reality/Virtual Reality (AR/VR)	26%	14%	↓ -46%
Bionic Enhancement („Wearables“)	17%	14%	↓ -16%
Blockchain	28%	18%	↓ -34%
Next-generation Wireless		19%	
Drohnen	11%	6%	↓ -44%
Quantum Computing		10%	

Tabelle 4: Entwicklung des Einsatzes von Digitalisierungstechnologien (Test oder Einsatz wird geprüft)<sup>105</sup>

*Digitales und SCM wachsen immer weiter zusammen.  
Rüdiger Steinfelder, Head of Supply Chain Management, MIWE Michael Wenz GmbH*

*Projektmanagement wird beispielsweise über ein cloudbasiertes Tool durchgeführt – damit wird die gemeinsame Arbeit erleichtert.  
Olaf Lenker, Bereichsleiter Einkauf, HUBTEX Maschinenbau GmbH & Co. KG*

Während die in Tabelle 3 dargestellten Ergebnisse verdeutlichen, dass der Einsatzgrad bei den meisten Technologien deutlich zugenommen hat, spiegelt sich dieses Ergebnis auch in Tabelle 4 wider: Ein Großteil der Technologien befindet sich derzeit zu einem geringeren Anteil in einer Prüfung hinsichtlich eines Tests oder gar Einsatzes, als dies vor drei Jahren der Fall war. Einzig Big Data Analytics, der digitale Zwilling und selbstfahrende Fahrzeuge weisen einen höheren Anteil an Unternehmen auf, die diese Technologien auf einen Einsatz oder Test hin überprüfen. Damit lässt sich festhalten: Der Anwendungsgrad der Digi-

talisierungstechnologien hat sich in den vergangenen drei Jahren – teilweise deutlich – erhöht; damit sinkt der Anteil der Unternehmen, die jetzt einen Test oder Einsatz prüfen. Eine Ausnahme bilden die Blockchain und Drohnen: Bei beiden Technologien sind sowohl die Zahlen für den Regel- bzw. Testeinsatz, ausgehend von einem sowieso niedrigen Niveau, rückläufig als auch die Zahlen für die Prüfung eines Tests oder Einsatzes.

*Aktuelle Krisen lassen den digitalen Fortschritt stagnieren, da sich Planungszeiträume verkürzen. Projekte werden angesichts des hohen Risikos vertagt.  
Kevin Woweries, Teamleiter Logistikplanung & Behältermanagement, NIDEC GPM GmbH*

Je nach Technologie antworteten nur zwischen 1% und 9% der Unternehmen, dass sie nach dem Testbetrieb den Einsatz der Technologie im Regelbetrieb verworfen hätten. Dies kann entweder bedeuten, dass die Adaptionrate hoch ist, oder aber, dass die Unternehmen wenig testen.

<sup>105</sup> Quelle: Eigene Darstellung; 2022: 89 ≤ n ≤ 169, 2019: 74 ≤ n ≤ 180; durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

## 4

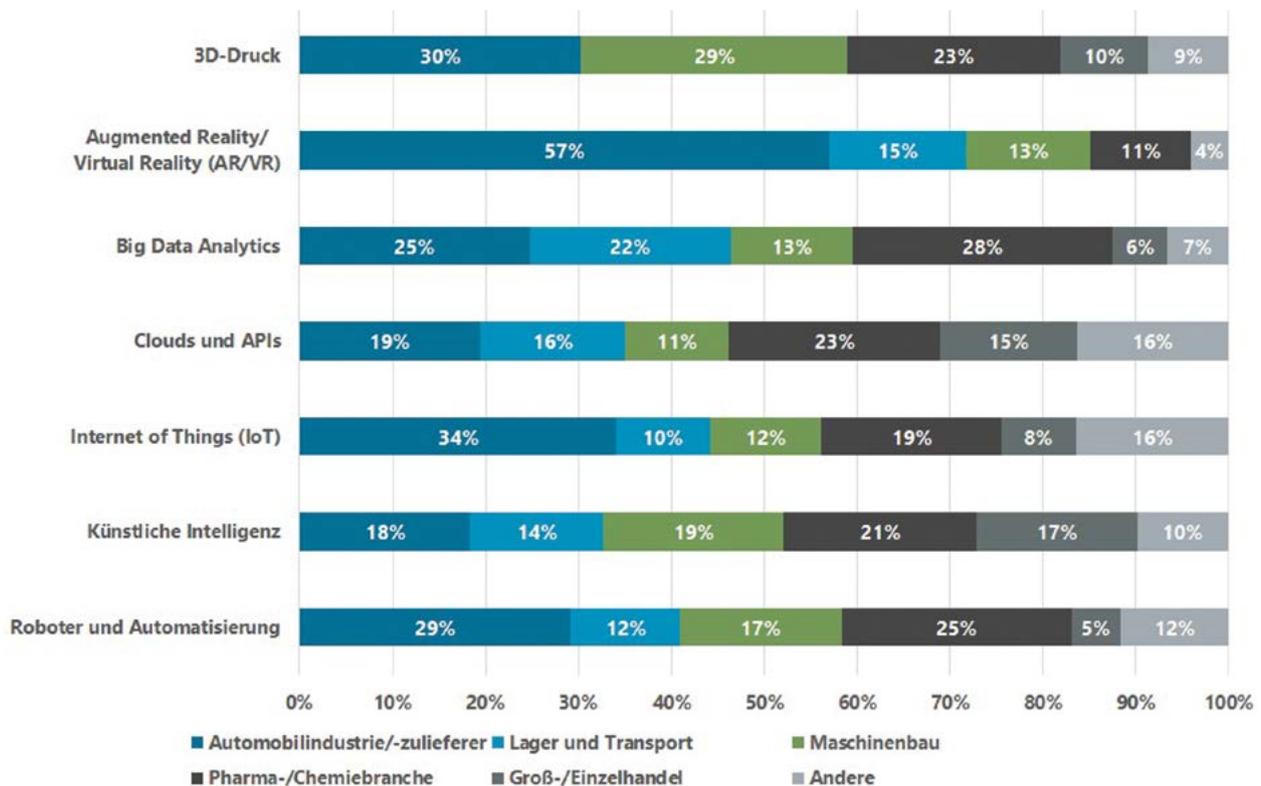


Abbildung 8: Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien im Regelbetrieb nach Branche (Anteil an der Gesamtzahl an Unternehmen, die eine Digitalisierungstechnologie im Regelbetrieb anwenden)<sup>106</sup>

Neben den grundsätzlichen und damit noch branchen- und unternehmensgrößenübergreifenden Ergebnissen interessieren auch die Blicke auf die Anwendungsgrade innerhalb einzelner Branchen sowie auf die Unternehmensgröße. Abbildung 8 zeigt, wie sich der Einsatz ausgewählter Digitalisierungstechnologien auf verschiedene Branchen verteilt.<sup>107</sup> Auf den ersten Blick ist zu erkennen, dass die Automobilbranche als Anwenderin dominiert. Deutlich wird das beim Einsatz von Augmented und Virtual Reality: Mehr als die Hälfte der diese Technologie nutzenden Unternehmen kommt aus der Automobilbranche. Weiterhin werden in dieser Branche das Internet of Things, 3D-Druck sowie Roboter und Automatisie-

rung überdurchschnittlich angewendet. Auch die Pharma- bzw. Chemiebranche zeigt sich als Vorreiterindustrie, wenn es um die Anwendung von Digitalisierungstechnologien geht: Außer AR/VR setzt auch sie alle in der Studie abgefragten Technologien überdurchschnittlich häufig ein. Im Bereich Lager und Transport und im Maschinenbau bewegt man sich im Mittelfeld der Anwender. Der Maschinenbau weist beim 3D-Druck und der Bereich Lager und Transport bei der Nutzung von Big Data Analytics eine überdurchschnittliche Nutzung auf. Diejenige Branche, die beim Einsatz von Digitalisierungstechnologien im Supply Chain Management hinterherhinkt, ist der Groß- und Einzelhandel. Lediglich beim Einsatz von KI

<sup>106</sup> Quelle: Eigene Darstellung;  $89 \leq n \leq 137$ ; durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden. Die Summe der Prozentwerte kann aufgrund von Rundungen ungleich 100 % sein; alphabetische Sortierung.

<sup>107</sup> Bei dieser und späterer Auswertungen, bei denen verschiedene Klassen (Branchen oder Unternehmensgrößen) verglichen werden, wurden die Ergebnisse normiert. Das heißt, es wurde eine ausgewogene Verteilung der Teilnehmenden über die Klassen hinweg simuliert. Dabei wurden die Antwortverhältnisse der Teilnehmenden innerhalb einer Klasse entsprechend nach oben oder unten skaliert. Die Ergebnisse können somit interpretiert werden, als ob aus jeder Klasse gleich viele Unternehmen an der Studie teilgenommen haben. Zu beachten ist jedoch, dass durch das Skalieren Ungenauigkeiten und nichtrepräsentative Verhältnisse von Klassen mit geringer Teilnehmeranzahl verstärkt werden. Aufgrund der Normierung sind Prozentwerte bei den fünf Umsatzklassen von über 20 % als überdurchschnittlich und Werte von unter 20 % als unterdurchschnittlich zu interpretieren. Bei branchenspezifischen Auswertungen liegt der Durchschnittswert bei 16,7 %. Vgl. Fußnote 108.

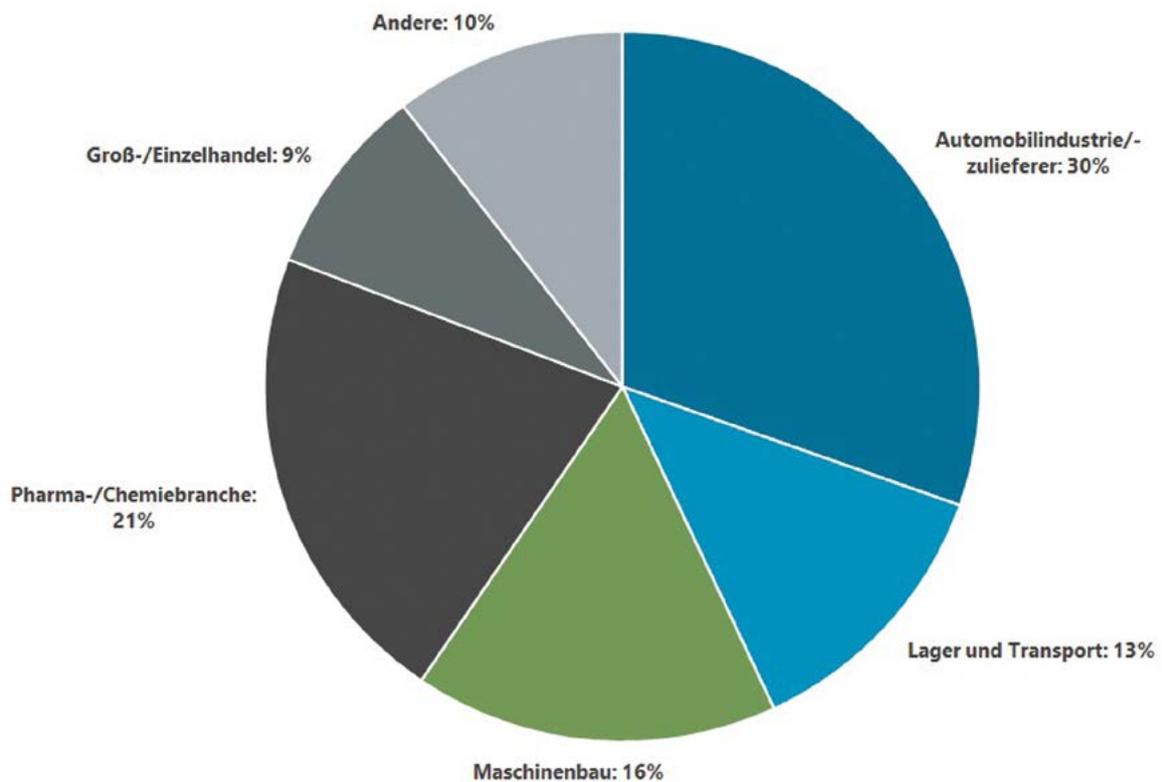


Abbildung 9: Durchschnittliche Anwendung von Digitalisierungstechnologien im Regelbetrieb nach Branche<sup>108</sup>

erreicht diese Branche eine durchschnittliche Anwendungsquote; bei der Nutzung von Clouds und APIs liegt sie nur knapp unter dem Durchschnitt. Themen wie Roboter und Automatisierung, Internet of Things oder Big Data Analytics spielen nur kleine Rollen; AR/VR wird gar nicht genutzt.

*Die Verflechtungen und Verantwortlichkeiten innerhalb eines Unternehmensnetzwerkes können dazu führen, dass Transparenz nicht gewollt ist – damit sind auch Digitalisierungsbestrebungen geringer.*

*Thomas Möllers, Leiter Logistik, Zoll und Außenwirtschaft, SpanSet Gesellschaft für Transportsysteme und Technische Bänder m.b.H. & Co. KG*

Was sich bei der Betrachtung der branchenbezogenen Anwendung einzelner Technologien abzeichnete, bestätigt sich bei einem Blick auf die zusammenge-

fasste Anwendungsverteilung nach Branchen (vgl. dazu Abbildung 9): Automobil- sowie Chemie- und Pharmabranche als Vorreiter beim Einsatz von Digitalisierungstechnologien repräsentieren in dieser Studie etwas mehr als die Hälfte der Nutzer. Der Maschinenbau liegt im Durchschnitt, der Bereich Lager und Transport leicht darunter. Nur jedes 11. Unternehmen, das Digitalisierungstechnologien einsetzt, kommt aus dem Groß- und Einzelhandel.

Neben der Branche interessiert auch der Anwendungsgrad bezogen auf die Unternehmensgröße. Abbildung 10 zeigt die Ergebnisse für ausgewählte Digitalisierungstechnologien.<sup>109</sup>

Betrachtet man die Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien aufgeschlüsselt nach der am Umsatz gemessenen Unternehmensgröße, so bestätigen sich die Ergebnisse von 2019. Nach wie vor

<sup>108</sup> Quelle: Eigene Darstellung;  $89 \leq n \leq 137$ ; durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden. Die Summe der Prozentwerte kann aufgrund von Rundungen ungleich 100 % sein. Aufgrund der Normierung sind Prozentwerte von über 20 % als überdurchschnittlich und Werte von unter 20 % als unterdurchschnittlich zu interpretieren.

<sup>109</sup> Auch hier wurden die Ergebnisse bei der Auswertung normiert, so dass die Verteilung der teilnehmenden Unternehmen berücksichtigt werden konnte.

## 4

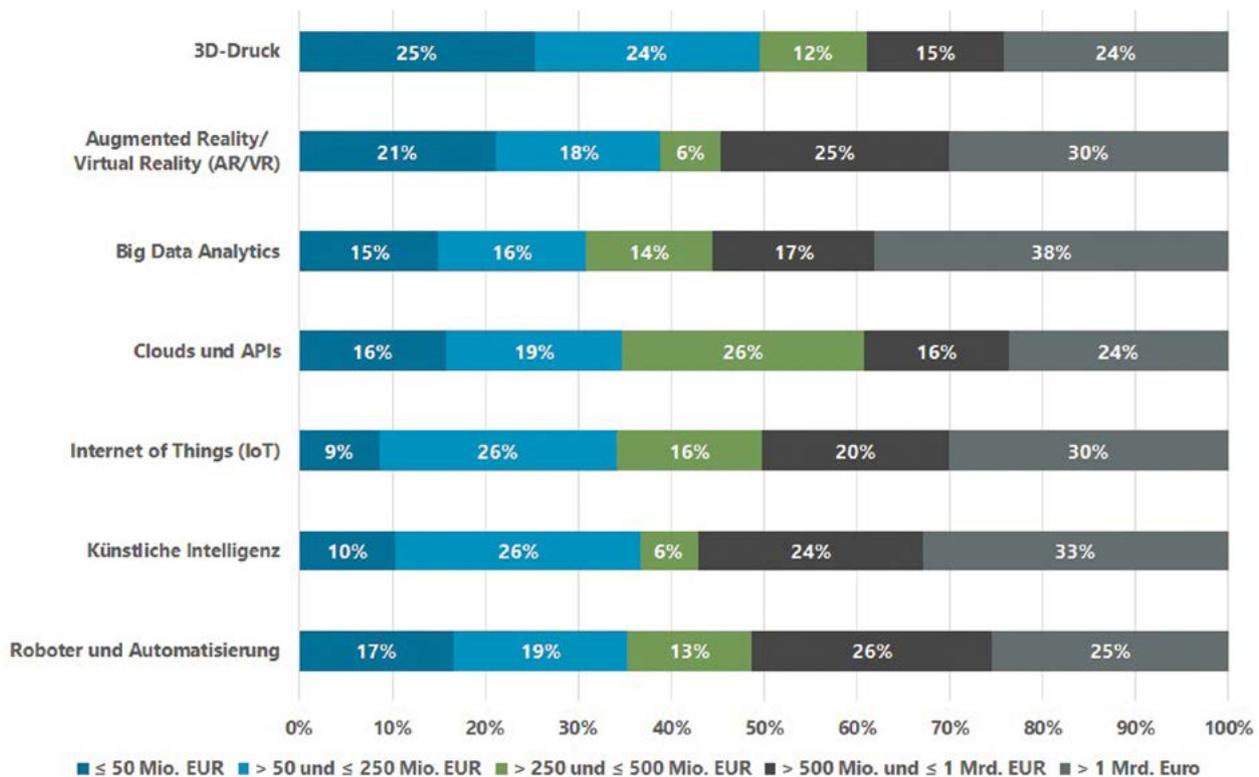


Abbildung 10: Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien im Regelbetrieb nach Unternehmensgröße (Anteil an der Gesamtzahl an Unternehmen, die eine Digitalisierungstechnologie im Regelbetrieb anwenden)<sup>110</sup>

dominieren bei der Anwendung große Unternehmen mit einem Umsatz über einer Milliarde Euro. Beinahe gleichauf sind klassische Mittelständler mit einem Umsatz zwischen 50 und 250 Millionen Euro sowie Unternehmen mit einem Umsatz zwischen 500 Millionen und einer Milliarde Euro. Während die Mittelständler überdurchschnittlich 3D-Druck, das Internet of Things und KI einsetzen, nutzen die großen Unternehmen mit einem Umsatz von 500 Millionen bis 1 Milliarde Euro Umsatz überdurchschnittlich oft AR/VR, KI sowie Roboter und Automatisierung. Auf dem vierten Platz finden sich die eher kleinen Unternehmen mit einem Umsatz von bis zu 50 Millionen Euro. Sie hinken jedoch lediglich beim Einsatz von KI und dem Internet of Things hinterher. Beim Einsatz von 3D-Druck hingegen sind sie hingegen führend und auch beim Einsatz von AR/VR liegen sie über dem Durchschnitt. Unternehmen aus dem mittleren Bereich mit einem Umsatz zwischen 250 und 500 Millionen Euro

schneiden beim Einsatz von Digitalisierungstechnologien unterdurchschnittlich ab und stellen über alle Technologien betrachtet diejenige Gruppe dar, die den geringsten Nutzungsgrad aufweist. Lediglich im Bereich der Clouds und APIs sind sie mit gutem einem Viertel der Anwender einsatzfreudiger als die Unternehmen der anderen Umsatzklassen.

Abbildung 11 fasst die oben erläuterten Ergebnisse technologieübergreifend zusammen.<sup>112</sup> Deutlich wird, dass große Unternehmen Vorreiter in Sachen Digitalisierung sind. Mittelständler mit 50 bis 250 Millionen Euro Umsatz sind überdurchschnittliche Anwender, während größere Mittelständler mit einem Umsatz von 250 bis 500 Millionen Euro Umsatz Nachzügler beim Einsatz von Digitalisierungstechnologien sind.

Wie stark schätzt ein Unternehmen die eigene Anwendung von Digitalisierungstechnologien im Vergleich zur Branche ein, in der es aktiv ist? Und wie

<sup>110</sup> Quelle: Eigene Darstellung;  $89 \leq n \leq 134$ ; durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden. Die Summe der Prozentwerte kann aufgrund von Rundungen ungleich 100 % sein; alphabetische Sortierung.

<sup>111</sup> Auch hier wurden die Ergebnisse bei der Auswertung normiert, so dass die Verteilung der teilnehmenden Unternehmen berücksichtigt werden konnte.

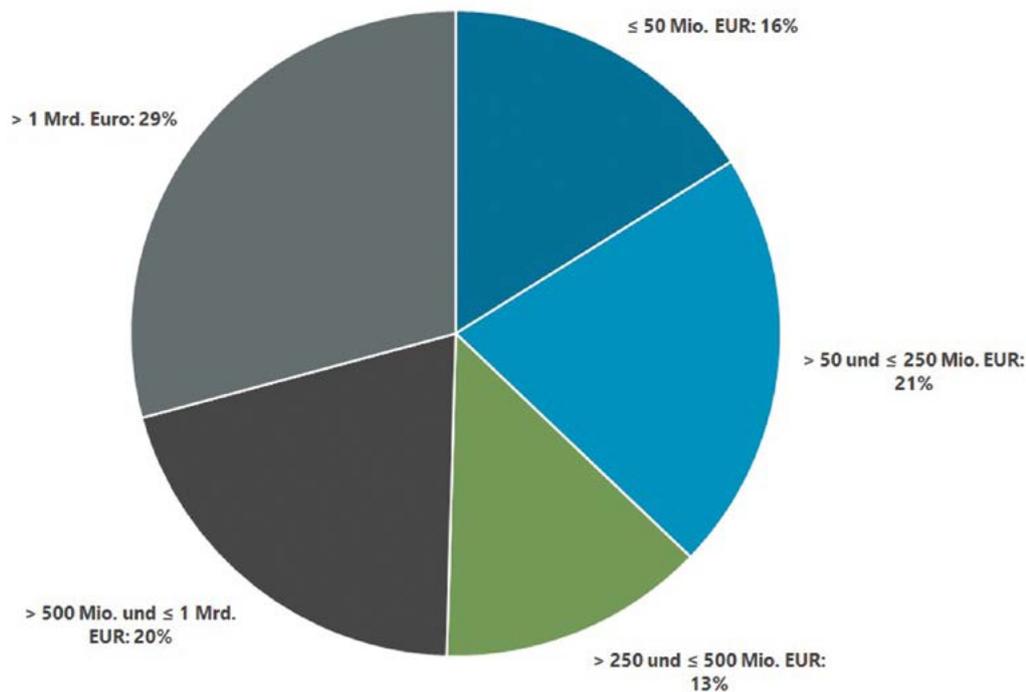


Abbildung 11: Durchschnittliche Anwendung von Digitalisierungstechnologien im Regelbetrieb nach Unternehmensgröße<sup>112</sup>



Abbildung 12: Entwicklung des Einsatzes von Digitalisierungstechnologien im eigenen Unternehmen im Vergleich zur Branche und zur Gesamtwirtschaft<sup>113</sup>

<sup>112</sup> Quelle: Eigene Darstellung;  $89 \leq n \leq 134$ ; durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden. Die Summe der Prozentwerte kann aufgrund von Rundungen ungleich 100 % sein.

<sup>113</sup> Quelle: Eigene Darstellung;  $n = 140$ . Die Summe der Prozentwerte kann aufgrund von Rundungen ungleich 100 % sein.

## 4

steht es im Vergleich zur gesamten Wirtschaft da? Antworten auf diese Fragen liefert Abbildung 12. Es zeigt sich, dass die Entwicklung des Einsatzes von Digitalisierungstechnologien, bezogen auf die vergangenen drei Jahre, im eigenen Unternehmen weniger dynamisch als sowohl in der Branche als auch in der gesamten Wirtschaft bewertet wird: Während 84 % der Befragten den Einsatz im eigenen Unternehmen als (stark) zugenommen habend ansehen, ist die Einschätzung für die Branche höher (90 %). Einen (stark) gewachsenen Einsatz in der Gesamtwirtschaft sehen gar 98 % der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Die zurückliegende Entwicklung des Einsatzes von Digitalisierungstechnologien im eigenen Unternehmen bewerten die Befragten damit eher kritisch. Auf der anderen Seite sehen 37 % der Unternehmen bei sich selbst starke Zuwächse; dies ist wiederum leicht mehr,

als für die Gesamtwirtschaft vermutet wird, und deutlich mehr als in der jeweiligen Branche. Gleichzeitig stehen dieser Aussage die Ergebnisse gegenüber, dass sich, wie oben dargestellt, seit der letzten Erhebung die Einsatzzahlen in der Breite nicht wesentlich verändert haben.

*Selbstkritisch meinen wir immer, dass wir schlechter sind als andere und mit dem einen oder anderen Thema hinterherhinken. Zum Thema Digitalisierung stellen wir aber nach und nach fest, dass selbst große Unternehmen bzw. Lieferanten noch nicht so weit sind und dass eher wir die Treiber sind. Da sind wir an der ein oder anderen Stelle weit vorne.*

*Olaf Lenker, Bereichsleiter Einkauf,  
HUBTEX Maschinenbau GmbH & Co. KG*

### 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. Um eine einheitliche Basis für diese Erfassung zu erhalten, wurde das Supply Chain Operations Reference Model, kurz: SCOR-Modell, verwendet, das von der Association for Operations Management (APICS) 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“ (Lieferten), „Return“ (Zurückgeben) und „Enable“ (Ermöglichen) ab.<sup>114</sup> Im Prozess „Plan“ werden die zukünftige Nachfrage und das Angebot prognostiziert. 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 Lieferkette und das Informationsmanagement zugeordnet.<sup>115</sup>

Wie Abbildung 13 darstellt, können durch das SCOR-Modell sowohl die einzelnen individuellen unternehmensbezogenen Supply-Chain-Prozesse als auch die gesamte unternehmensübergreifende Supply Chain abgebildet werden.

Tabelle 5 zeigt für ausgewählte Digitalisierungstechnologien, in welchem SCOR-Prozess sie in welchem Umfang eingesetzt werden. Dabei werden Werte nur

<sup>114</sup> In vielen älteren Quellen ist der „Enable“-Prozess noch nicht aufgeführt. Dieser wurde erst später in das SCOR-Modell integriert. Aktuelle Informationen zum Modell finden sich in APICS 2017, S. 5.

<sup>115</sup> Vgl. zu den Details des SCOR-Modells bspw. Becker 2018 S. 165; Bolstorff et al. 2007 S. 139. Vgl. zum SCOR-Modell auch die grundlegenden Informationen bei APICS 2017.

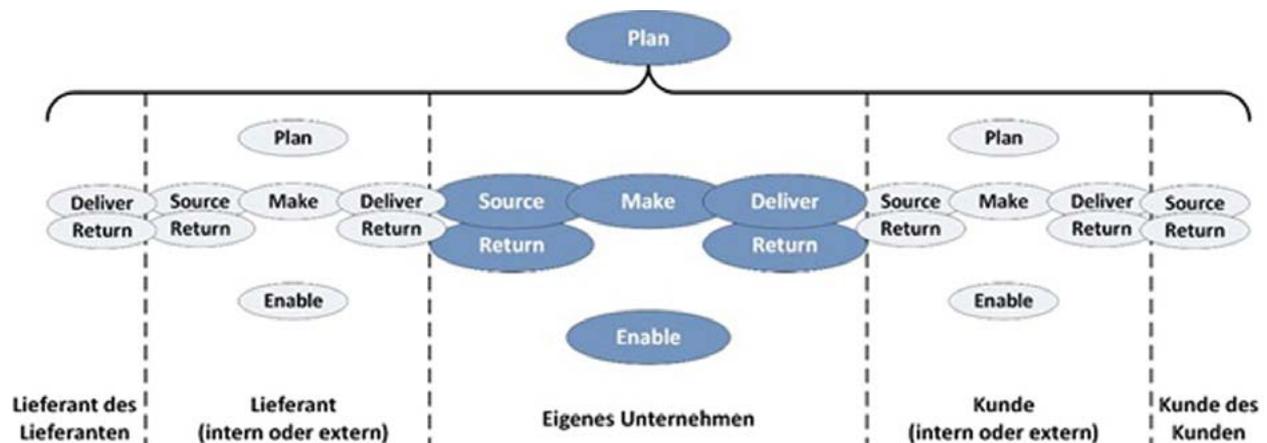


Abbildung 13: Top-Level-Prozesse des SCOR-Modells<sup>116</sup>

für solche Technologien ausgewiesen, die von 20 oder mehr Unternehmen eingesetzt werden.

Die Tabelle ist zeilenweise zu lesen: Bezogen auf alle Unternehmen, die eine bestimmte Technologie im Regel- oder im Testbetrieb nutzen, zeigt jeder Wert den prozentualen Anteil der Unternehmen, die diese Technologie im entsprechenden Supply-Chain-Prozess einsetzen. Beispielsweise wird 3D-Druck von den Unternehmen, die diese Technologie nutzen, von 20 % im Prozess „Plan“ und von 24 % im Prozess „Source“ eingesetzt. Da eine Technologie in mehreren SCOR-Prozessen eingesetzt werden kann, ergeben die Zeilensummen 100 % oder mehr.

Die Werte in der Tabelle besitzen eine grüne Hinterlegung, welche entsprechend ihrer Höhe zunehmend intensiver ist. Somit weisen Felder mit einer kräftigen Einfärbung auf einen hohen Einsatz einer Technologie in einem bestimmten Prozess hin, Felder mit einer schwachen oder keiner Einfärbung auf einen niedrigen Einsatzgrad.

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 Digitalisierungstechnolo-

Technologie	Plan	Source	Make	Deliver	Return	Enable
Künstliche Intelligenz	20%	58%	32%	20%	20%	7%
Selbstfahrende Fahrzeuge	15%	7%	49%	39%	7%	2%
Roboter und Automatisierung	14%	24%	68%	33%	8%	6%
3D-Druck	20%	24%	75%	9%	4%	5%
Drohnen	45%	0%	18%	18%	0%	9%
Internet of Things (IoT)	24%	30%	54%	33%	15%	17%
Big Data Analytics	68%	47%	35%	32%	18%	24%
Clouds und APIs	55%	39%	44%	41%	27%	33%
Blockchain	38%	56%	44%	38%	38%	50%
Next-generation Wireless	17%	33%	33%	50%	33%	17%
Digitaler Zwilling	55%	21%	38%	31%	7%	3%
Augmented Reality/Virtual Reality (AR)	24%	14%	51%	24%	8%	16%
Bionic Enhancement („Wearables“)	7%	47%	67%	47%	13%	7%
Quantum Computing	0%	50%	0%	50%	0%	0%

Tabelle 5: Anwendung ausgewählter Digitalisierungstechnologien in SCOR-Prozessen (Einsatz im Regel- oder Testbetrieb; nur Technologien mit 20 oder mehr Anwendungen)<sup>117</sup>

<sup>116</sup> Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf APICS 2017, S. v.

<sup>117</sup> Quelle: Eigene Darstellung.  $29 \leq n \leq 126$ ; durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die im Regel- oder im Testbetrieb eingesetzt werden (Frage 3), kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln (zeilenweise) angegeben werden; alphabetische Sortierung.

## 4

gien besonders eignen. Ein Vergleich der Werte für einzelne SCOR Prozesse über verschiedene Technologien, und damit über mehrere Zeilen, ist aufgrund von unterschiedlicher Stichprobenbasis nicht sinnvoll.

Viele der Werte sind unmittelbar plausibel. So ist es nicht verwunderlich, dass Technologien (vor allem mit Hardwarekomponenten) wie 3D-Druck oder Roboter und Automatisierung einen hohen Anwendungsgrad in Produktionsprozessen („Make“) aufweisen. Auch lässt sich der offensichtlich geringere Fokus auf die „Return“ und „Enable“ Prozesse nachvollziehen, da man bei den hier vertretenen Branchen vermuten kann, dass das Hauptaugenmerk auf anderen Prozessen liegt.

Weiterhin lassen sich aus Tabelle 5 folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Mit durchschnittlich 48 % Anwendung stehen die Produktionsprozesse bei Betrachtung der hier untersuchten Technologien mit deutlichem Abstand im Zentrum der Digitalisierungsbemühungen.
- Neben den bereits genannten Digitalisierungs-

technologien 3D-Druck sowie Roboter und Automatisierung sind IoT und AR/VR häufig im Produktionsprozess vertreten.

*Der Digitalisierungsprozess ist in mittelständischen Unternehmen sehr individuell, sodass die Problembereiche unterschiedlich ausfallen. So haben wir einerseits autonome Förderzeuge in der Produktion und andererseits ein Manufacturing Execution System in dem viele Transaktionen manuell vorgenommen werden müssen.*

*Kevin Woweries, Teamleiter Logistikplanung & Behältermanagement, NIDEC GPM GmbH*

- Reine Softwarelösungen finden sich tendenziell „weiter vorn“ in der innerbetrieblichen Wertschöpfungskette. Besonders stark sind sie in den Planprozessen vertreten. Dort schneiden Künstliche Intelligenz, Big Data Analytics, Clouds und APIs sowie Digitaler Zwilling mit Werten über 50 % ab.

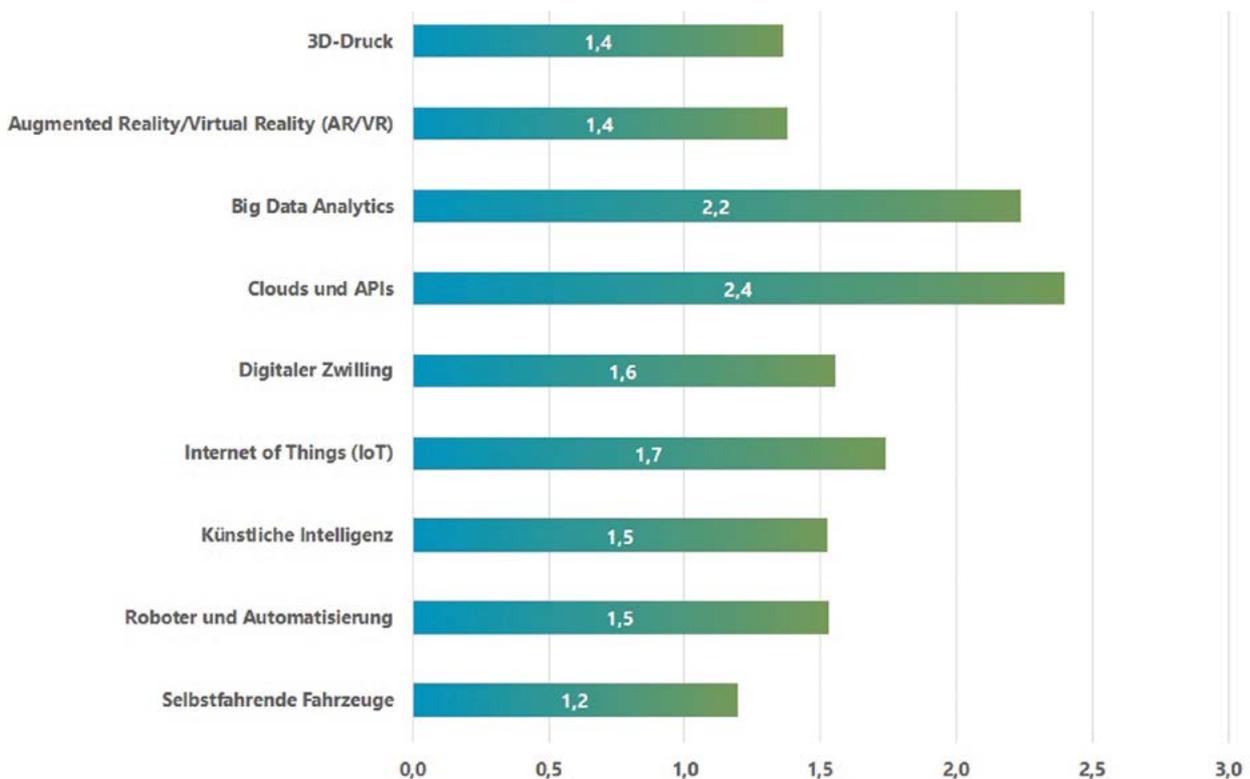


Abbildung 14: Anwendungsbreite ausgewählter Digitalisierungstechnologien in SCOR-Prozessen (Einsatz im Regel- oder Testbetrieb; nur Technologien mit 20 oder mehr Anwendungen)<sup>118</sup>

<sup>118</sup> Quelle: Eigene Darstellung.  $29 \leq n \leq 129$ , durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die im Regel- oder im Testbetrieb eingesetzt werden (Frage 3), kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden; alphabetische Sortierung.

Weiterhin lassen sich – basierend auf den in Abbildung 14 dargestellten Ergebnissen – Schlussfolgerungen zur Anwendungsbreite der betrachteten Technologien ableiten:

- Über alle SCOR-Prozesse hinweg besitzen Clouds und APIs, Big Data Analytics, das Internet of Things und Digitaler Zwilling die breitesten Anwendungsmöglichkeiten.
- Clouds und APIs verfügen von allen betrachteten Digitalisierungstechnologien über das insgesamt breiteste Anwendungspotential und werden durchschnittlich in 2,4 Prozessen genutzt. Dabei stiften Sie innerhalb der eher vernachlässigten „Return“ und „Enable“ Prozesse den größten Nutzen.
- Spezialisierter erscheinen hingegen selbstfahrende Fahrzeuge, 3D Druck und Augmented Reality/Virtual Reality. Diese sind vor allem im „Make“ Prozess vorzufinden.

## 4.4 Erfahrungen mit Digitalisierungstechnologien

Bei der Auswahl von Digitalisierungstechnologien für einen Einsatz im eigenen Unternehmen spielen auf der einen Seite die Investitionskosten, aber auch die laufenden Kosten eine Rolle. Entscheidungskriterien sind dann, insbesondere unter der Berücksichtigung zeitlicher Aspekte, unter anderem der Nettobarwert und die Amortisationsdauer einer Investition.

*Es besteht das Risiko des „Totsparens“ und dem Verschlafen von Trends, da oft nur die Kosten von Digitalisierung gesehen werden. Potenzielle Ersparnisse hingegen können nur schwer in Euro bewertet werden.*

*Kevin Woweries, Teamleiter Logistikplanung & Behältermanagement, NIDEC GPM GmbH*

*Eine Amortisationsdauer von drei bis fünf Jahren sehe ich als realistisch an. Unter einem Jahr ist ein solcher Ansatz völliger Unsinn.*

*Thomas Möllers, Leiter Logistik, Zoll und Außenwirtschaft, SpanSet Gesellschaft für Transportsysteme und Technische Bänder m.b.H. & Co. KG*

Daneben spielen aber auch die Ziele eine Rolle, die mit dem Einsatz einer Digitalisierungstechnologie verfolgt werden. Diese Ziele können unterschiedlicher Natur sein. Für die Studie wurden folgende Ziele als relevant ausgewählt:

- Kosteneinsparung
- Zeitgewinn
- Qualitätsverbesserung

- stärkere Kundenbindung
- höhere Flexibilität
- höhere Transparenz

Im Vergleich zur BME-Logistikumfrage 2019 wurde die Erhöhung der Transparenz als weiteres Ziel hinzugenommen. Dies ergibt sich vor allem auf Basis der stärkeren Bedeutung von Risiko- und Nachhaltigkeitsmanagement in Supply Chains, die beide eine höhere Transparenz innerhalb einer Supply Chain beinhalten.<sup>119</sup>

*Digitalisierung muss und kann einen wesentlichen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit beitragen, indem Personal und Kosten eingespart und Prozesse beschleunigt werden. Auch der bürokratische Aufwand und die Ressourcenverschwendung lassen sich reduzieren.*

*Thomas Möllers, Leiter Logistik, Zoll und Außenwirtschaft, SpanSet Gesellschaft für Transportsysteme und Technische Bänder m.b.H. & Co. KG*

Zunächst ist es sinnvoll, die Prioritäten bezüglich der genannten Ziele zu kennen. Die zugrundeliegende Frage für die Teilnehmenden lautete: „Welche Priorität haben folgende Ziele, wenn Sie an den Einsatz von Digitalisierungstechnologien denken?“ Die Übersicht über die Antworten zeigt Abbildung 15.

Die mit Abstand wichtigsten Ziele sind aus Sicht der teilnehmenden Unternehmen Zeitgewinn sowie eine höhere Transparenz: Jeweils rund zwei Drittel der

<sup>119</sup> Vgl. für das Risikomanagement beispielsweise Biedermann und Kotzab 2019, S. 240 sowie Huth et al. 2020, S. 31, für das Nachhaltigkeitsmanagement zum Beispiel Müller und Siakala 2020, S. 26–27, aber auch Huth et al. 2021, S. 40.

## 4

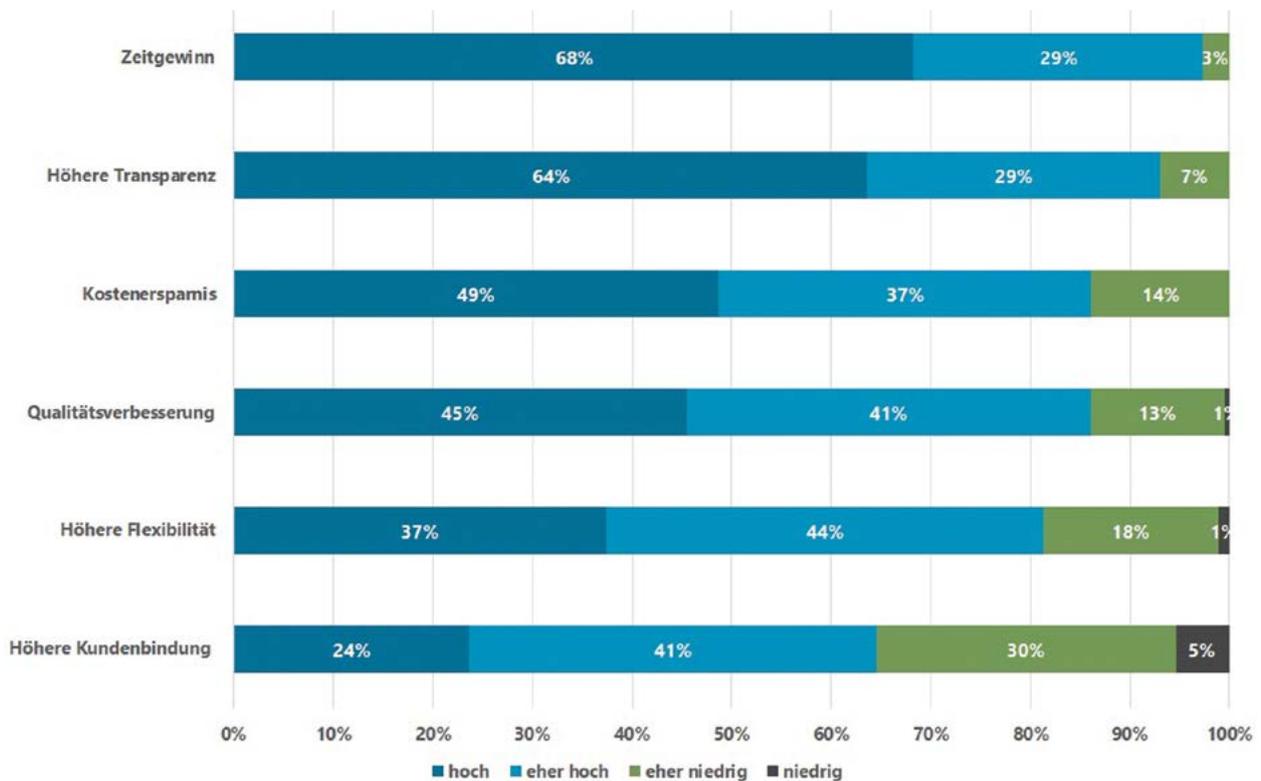


Abbildung 15: Priorisierung von Zielen im Supply Chain Management<sup>120</sup>

Befragten legen eine hohe Priorität auf diese Ziele und mehr als 90 % bewerten diese Ziele als wichtig (hohe oder eher hohe Priorität).

*Unsere vorrangigen Ziele bei der Nutzung der Digitalisierung sind schlanke Prozesse zur Kostensenkung, stabile Lieferketten, professionelles Supply Chain Riskmanagement und effiziente Informationsflüsse im Unternehmen.*

*Rüdiger Steinfeld, Head of Supply Chain Management, MIWE Michael Wenz GmbH*

*Wir wollen auch Zugriff auf die Prozesse haben, wenn wir mobil arbeiten, dazu müssen Planungs- und Logistikprozesse papierlos werden.*

*Sönke Jungclaus, Freudenberg Performance Materials*

Als deutlich weniger wichtig werden Kostenersparnis und Qualitätsverbesserung angesehen: Etwas weniger als die Hälfte der Unternehmen bewertet diese Ziele mit einer hohen Priorität. Vor allem beim Thema Kostenreduktion überrascht diese Einschätzung, da

Kostendruck über lange Zeit als eine der wesentlichen Herausforderungen im Supply Chain Management betrachtet wurde.<sup>121</sup> Auch in den Experteninterviews für die vorliegende wie auch für frühere BME-Logistikstudien wurde das Thema Kosten häufig als wesentlich genannt. Sie sind daher nicht zu vernachlässigen: 86 % sehen sie (mit hoher und eher hoher Priorität) als wichtig an.

Ebenfalls überraschend ist, dass einer höheren Flexibilität nur eine verhältnismäßig geringe Priorität zugemessen wird: Gut ein Drittel der Befragten bewerten eine höhere Flexibilität als sehr wichtig, wobei 81 % der Unternehmen sie als wichtig ansehen (hohe bzw. sehr hohe Priorität). Vor allem angesichts angespannter und teilweise unterbrochener Lieferketten-Stichworte: Corona-Pandemie und Ukraine-Krieg – war diese Einschätzung nicht zwangsläufig zu erwarten.

Eine höhere Kundenbindung wird lediglich von zwei Drittel der Unternehmen mit hoher oder eher hoher Priorität bewertet. Dies könnte im Adressatenkreis

<sup>120</sup> Quelle: Eigene Darstellung; n = 187. Die Summe der Prozentwerte kann aufgrund von Rundungen ungleich 100 % sein.

<sup>121</sup> Vgl. zum Beispiel die Ergebnisse bei Kersten et al. 2017.

dieser Studie begründet sein. Klassischerweise liegen die Beschaffungsmärkte und die Lieferketten im Fokus des Supply Chain Managements bzw. des Einkaufs. Die Absatzmärkte bzw. ganzheitlichen Wertschöpfungsketten genießen nicht den gleichen Stellenwert. Dies zeigte sich bereits bei den BME-Logistikstudien der vergangenen Jahre.

*Ein wichtiges Ziel der Digitalisierung war es, die personellen Ressourcen optimaler einzubringen und den operativen Aufwand entlang der Wertschöpfungskette im Unternehmen signifikant zu reduzieren.*

*Rüdiger Steinfelder, Head of Supply Chain Management, MIWE Michael Wenz GmbH*

*Der Vertrieb tut sich schwer, da die eigenen Preise aufgrund fehlender Investitionen in Digitalisierung zu hoch sind.*

*Kevin Woweries, Teamleiter Logistikplanung & Behältermanagement, NIDEC GPM GmbH*

Tabelle 6 zeigt die Erfahrungen, welche die Befragten beim Einsatz im Regel- oder Testbetrieb ausgewählter Digitalisierungstechnologien gesammelt haben. Die Tabelle ist zeilenweise zu lesen: Bezogen auf alle 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 33 % der Unternehmen, die

3D-Druck im Regel- oder Testbetrieb nutzen, Kosteneinsparungen und 39 % 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 dunkelgrün hinterlegten Werte verdeutlichen diejenigen Erfahrungen, die von einem besonders hohen Anteil an Unternehmen realisiert werden. Auf der anderen Seite stellen die in der Tabelle hellgrün und weiß hinterlegten Werte diejenigen Erfahrungen heraus, die nur selten gemacht werden.

Tabelle 6 verdeutlicht somit für jede Technologie, inwieweit sie zu den einzelnen Zielen beitragen kann. Dabei entsprechen die Ergebnisse der vorliegenden Studie – bis auf wenige Ausnahmen – strukturell denen der BME-Logistikstudie aus dem Jahr 2019:<sup>122</sup> Die Digitalisierungstechnologien tragen vor allem zu Kosteneinsparung, Zeitgewinn und Qualitätsverbesserung bei. Eine höhere Flexibilität wird deutlich weniger häufig erreicht und die Unterstützung einer stärkeren Kundenbindung ist – möglicherweise auch aufgrund des Adressatenkreises der Erhebung – weiterhin niedrig. Mit dem Einsatz von Big Data Analytics, Clouds und IoT wurde insbesondere das als mögliches Ziel neu hinzugekommenen Thema der höheren Transparenz erreicht.

Bezogen auf die einzelnen Digitalisierungstechnologien lassen sich aufgrund der Ergebnisse in Tabelle 6 folgende Aussagen ableiten:

Technologie	Kosten-		Qualitäts-		Stärkere Kun-		Höhere	
	einsparung	Zeitgewinn	verbesserung	denbindung	Flexibilität	Transparenz		
3D-Druck	37%	37%	52%	25%	17%	49%	3%	
Augmented Reality/Virtual Reality (AR/VR)	24%	24%	39%	57%	20%	20%	12%	
Big Data Analytics	41%	41%	41%	48%	21%	16%	67%	
Bionic Enhancement („Wearables“)	29%	29%	50%	38%	4%	21%	13%	
Blockchain	27%	27%	23%	41%	32%	23%	36%	
Clouds und APIs	36%	36%	53%	43%	16%	33%	52%	
Digitaler Zwilling	38%	38%	28%	47%	19%	22%	44%	
Drohnen	0%	0%	27%	23%	5%	18%	14%	
Internet of Things (IoT)	29%	29%	46%	52%	17%	19%	58%	
Künstliche Intelligenz	36%	36%	43%	59%	11%	26%	43%	
Roboter und Automatisierung	75%	75%	76%	58%	10%	23%	16%	
Selbstfahrende Fahrzeuge	51%	51%	55%	16%	6%	22%	4%	

Tabelle 6: Positive Erfahrungen mit ausgewählten Digitalisierungstechnologien (Einsatz im Regel- oder Testbetrieb; nur Technologien mit 20 oder mehr Anwendungen)<sup>123</sup>

<sup>122</sup> Vgl. dazu die Ergebnisse bei Huth et al. 2019, S. 33–35.

<sup>123</sup> Quelle: Eigene Darstellung.  $22 \leq n \leq 120$ , durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die im Regel- oder im Testbetrieb eingesetzt werden oder die bereits getestet wurden (Frage 3), kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden; alphabetische Sortierung.

## 4

- 3D-Druck kann vor allem für Zeitgewinne, aber auch eine höhere Flexibilität sorgen. Auch konnten Kosteneinsparungen realisiert werden.
- Augmented und Virtual Reality können vor allem zu Qualitätsverbesserungen, aber auch zu Zeitgewinnen führen. Der Wirkungsgrad ist dabei deutlich höher als der in der vorherigen Studie ermittelte; dagegen werden Qualitätsverbesserungen im Gegensatz zu der BME-Logistikumfrage 2019 von einem kleineren Anteil der Unternehmen realisiert.
- Die Nutzung von Big Data Analytics erhöht vor allem die Transparenz. Der Wirkungsgrad bezüglich einer höheren Transparenz ist mit 67 % hoch. Daneben wurden Qualitätsverbesserungen, aber auch Kosten- und Zeiteinsparungen realisiert. Die Wirkung bezüglich Qualitätsverbesserungen wird in der vorliegenden Studie deutlich geringer gesehen als in der BME-Logistikumfrage 2019 (65 %).

*Big Data Analytics wird ein wichtiges Thema werden.  
Sönke Jungclaus, Freudenberg Performance  
Materials*

- Wearables führen vor allem zu Zeitgewinnen; auch eine höhere Qualität lässt sich erreichen. Ein Wirkungsgrad bezüglich Kosteneinsparungen wie vor drei Jahren (53 %) wird derzeit nicht gesehen.
- Der Einsatz von Blockchains kann vor allem die Verbesserung der Qualität unterstützen und zu einer höheren Transparenz führen.
- Clouds und APIs führen vor allem zu Zeitgewinnen und einer höheren Transparenz; auch Qualitätsverbesserungen sowie Kosteneinsparungen konnten erzielt werden. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sehen allerdings hinsichtlich der Kosteneinsparungen einen deutlich geringeren Wirkungsgrad als in der BME-Logistikumfrage 2019 (44 %).
- Der Einsatz eines digitalen Zwillings führt vornehmlich zu Qualitätsverbesserungen und einer höheren Transparenz, aber auch zu Kosteneinsparungen. Der Wirkungsgrad bezüglich der Qualitätsverbesserungen wird derzeit allerdings deutlich niedriger angesehen als vor drei Jahren (74 %).
- Mit Drohnen lassen sich am ehesten Zeitgewinne und Qualitätsverbesserungen erzielen. Der Wirkungsgrad von Drohnen ist allerdings (noch) gering: nur knapp ein Viertel der Befragten erzielte damit tatsächlich Zeitgewinne; dieser Wert liegt

deutlich unter dem Wert der BME-Logistikumfrage 2019 in Höhe von 40 %. Kosteneinsparungen, vor drei Jahren noch von jedem vierten Unternehmen gesehen, das Drohnen einsetzte, werden derzeit überhaupt nicht erzielt.

- Mit dem Internet of Things werden hauptsächlich eine Erhöhung der Transparenz sowie Qualitätsverbesserungen und Zeitgewinne verbunden.
- Der Einsatz von KI führt vornehmlich zu einer Qualitätsverbesserung; dieses Ziel wurden in der BME-Logistikumfrage 2019 von einem deutlich geringeren Anteil der Unternehmen erreicht (40 %). Realisiert wurden aber auch Zeitgewinne, eine höhere Transparenz sowie Kosteneinsparungen.

*KI kann viele Aspekte übernehmen, die derzeit noch als Wissen in den Köpfen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern vorhanden ist. Damit lässt sich der Fachkräftemangel zumindest teilweise kompensieren.*

*Thomas Möllers, Leiter Logistik, Zoll und Außenwirtschaft, SpanSet Gesellschaft für Transportsysteme und Technische Bänder m.b.H. & Co. KG*

- Roboter und Automatisierung führen vor allem zu Zeit- und Kosteneinsparungen. Der Wirkungsgrad ist dabei hoch: Weit mehr als jedes siebte von 10 Unternehmen konnte derartige Ziele durch den Einsatz von Robotern und Automatisierungstechnologien erreichen. Daneben lassen sich Qualitätsverbesserungen erzielen.

*Gerade bei kleinen Unternehmen wird noch viel „mit der Hand am Arm“ gearbeitet; da ist Automatisierung eher ein Fremdwort. Wir haben es trotzdem geschafft, Prozesse ganzheitlich zu digitalisieren und zu automatisieren.*

*Olaf Lenker, Bereichsleiter Einkauf,  
HUBTEX Maschinenbau GmbH & Co. KG*

- Auch selbstfahrende Fahrzeuge unterstützen hauptsächlich Zeit- und Kostenziele. Der Wirkungsgrad hoch, allerdings deutlich niedriger als bei Robotern und Automatisierungstechnologien.

Im Wesentlichen werden die Ergebnisse der BME-Logistikumfrage 2019 bestätigt. Vereinzelt gibt es allerdings, teilweise sogar gravierende, Abweichungen bei der Zielerreichung; diese Punkte wurden oben explizit angesprochen. Die Gründe hierfür lassen sich nicht eindeutig benennen. Auf der einen Seite kann

es tatsächlich innerhalb der drei Jahre, die zwischen den beiden Studien liegen, zu neuen Ergebnissen und Erkenntnissen bezüglich der Zielerreichung gekommen sein. Auf der anderen Seite können auch die Zusammensetzung der Teilnehmerschaft sowie in Verbindung damit der Umfang der Antworten einen Einfluss auf die ermittelten Ergebnisse haben.

Die betrachteten Technologien führen häufig zu Kosteneinsparungen, Zeitgewinnen und/oder einer Qualitätsverbesserung. Hinsichtlich Kosteneinsparungen und Zeitgewinnen tragen vor allem Roboter und Automatisierung zur Zielerreichung bei: Sie sorgen bei rund 75 % der Unternehmen für niedrigere Kosten und kürzere Durchlaufzeiten. Auch selbstfahrende Fahrzeuge können diese Ziele unterstützen. Hinsichtlich einer Verkürzung von Zeiten sind weiterhin 3D-Druck, Clouds und APIs, Bionic Enhancements sowie das Internet of Things zu nennen.

Qualitätsverbesserungen werden von einer Vielzahl der Digitalisierungstechnologien substanziell unterstützt. In erster Linie zu nennen sind dabei KI, Roboter und Automatisierung sowie Augmented und Virtual Reality mit etwas weniger als 60 %, gefolgt vom Internet of Things sowie digitalen Zwillingen.

Auch die Erhöhung der Transparenz ist ein oftmals erreichtes Ziel. Im Vordergrund stehen dabei Big Data Analytics und das Internet of Things (mit 67 % bzw. 58 %), gefolgt von Clouds und APIs sowie dem digitalen Zwilling.

Eine Flexibilitätssteigerung wird von einem Großteil der Digitalisierungstechnologien nur unwesentlich unterstützt; als Ausnahme sind der 3D-Druck (49 %) und mit Abstrichen Clouds und APIs zu nennen.

Die Erhöhung der Kundenbindung ist eine Zielsetzung, die von den Technologien kaum unterstützt wird; am stärksten unterstützt die Blockchain die Zielsetzung, allerdings nur bei einem Drittel der Beteiligten.

Die obigen Ausführungen machen deutlich, dass der Einsatz von Digitalisierungstechnologien in Supply Chains dazu beiträgt, betriebliche und Supply-Chain-Ziele zu erreichen. Dies gilt sowohl für die Gesamtheit der Digitalisierungstechnologien als auch – dann spezifisch und mit unterschiedlicher Ausprägung – auf Technologieebene.

Gleichzeitig führt ein Technologieeinsatz nicht dazu, ein oder mehrere Ziele quasi automatisch zu errei-

chen. So machten die Befragten auch negative Erfahrungen mit dem Einsatz von Digitalisierungstechnologien. Die negativen Erfahrungen lassen sich in mehrere Kategorien einteilen. Diese Kategorien lassen sich allerdings nicht vollkommen exklusiv bilden. Vielmehr gibt es negative Erfahrungen, die sich mehreren Kategorien zuordnen ließen. Nachfolgend werden gesammelte negative Erfahrungen für folgende Kategorien erläutert:

- Nutzen
- Aufwand
- datentechnische Voraussetzungen
- systemtechnische Voraussetzungen
- Know-how
- Akzeptanz
- Sonstige

Auch wenn die Ergebnisse hinsichtlich der Zielerreichung grundsätzlich positiv sind, können doch Faktoren dazu beitragen, dass der Nutzen des Technologieeinsatzes niedrig ist. Der Nutzen kann beispielsweise niedrig sein, weil eine Technologie bestimmte Aufgaben schlichtweg nicht wie geplant oder nicht ausreichend unterstützt. Möglicherweise waren hierbei die Erwartungen an die Digitalisierungstechnologie zu hoch. Bei manchen Technologien wird von einer zu geringen Flexibilität gesprochen, um damit auf bestimmte Situationen und Anforderungen reagieren zu können.

Auf der anderen Seite bestimmen aufwandsbezogene Faktoren die Rentabilität einer Investition. Der zeitliche, personelle und grundsätzlich finanzielle Aufwand für Einführung, Test, Anpassung (Kalibrierung, Customizing) und Betrieb einer Digitalisierungstechnologie wurde anscheinend – so die Antworten – in einigen Fällen niedriger eingeschätzt, als er später realisiert wurde. Damit „rechnet sich der Use Case nicht mehr“. Da nicht alle Digitalisierungstechnologien bereits „reif“ sind, sondern sich teilweise noch am Beginn ihres Produktlebenszyklus befinden, sind „Plug-and-play-Lösungen“ nicht zwangsläufig zu erwarten, so dass ein hoher Aufwand entstehen kann, um eine Technologie zum Einsatz im eigenen Unternehmen zu bringen.

Viele der Digitalisierungstechnologien erfordern eine adäquate Datenbasis, um wirkungsvoll arbeiten zu können. Dabei geht es sowohl um Stamm- als auch um Bewegungsdaten. Nicht immer ist jedoch diese Datenbasis vorhanden. Möglicherweise sind die

## 4

Daten zwar verfügbar, die Datenqualität allerdings nicht ausreichend. In derartigen Fällen kann die Effektivität von Digitalisierungstechnologien eingeschränkt sein. Möglicherweise müssen Schnittstellen zu Datenquellen erst entwickelt, getestet und implementiert werden, was mit zusätzlichem Aufwand verbunden ist.

*Die fehlende Durchgängigkeit von Informationsflüssen ist dann hausgemacht, wenn jede Landesgesellschaft ein eigenes ERP-System nutzt. Damit entstehen mannigfaltige Medienbrüche und somit langsame und kostenintensive Prozesse.*

*Thomas Möllers, Leiter Logistik, Zoll und Außenwirtschaft, SpanSet Gesellschaft für Transportsysteme und Technische Bänder m.b.H. & Co. KG*

Weiterhin spielt das Thema Datensicherheit eine Rolle; insbesondere mögliche Datenverluste mit der dann eingeschränkten Effektivität der Technologien werden explizit angesprochen. Datensicherheit kann aber auch als Rahmenbedingung für Implementierung und Betrieb einer Technologie interpretiert werden. Dann ist sie auf der einen Seite Muss-Kriterium, auf der anderen Seite führt sie in der Regel zu einem höheren Aufwand, der dann wiederum die Rentabilität verringern kann.

Derartige Rahmenbedingungen existieren auch in systemtechnischer Hinsicht. Kaum eine Technologie wird „stand alone“ implementiert und betrieben werden. Vielmehr ist – je nach Technologie – eine Einbindung in die bestehende Systemlandschaft notwendig, die sowohl die Hard- als auch die Software betrifft. Auch hier kann eine Umsetzung schwierig werden oder gar scheitern; zumindest treiben derartige Rahmenbedingungen den Aufwand nach oben, was die Rentabilität des zugrundeliegenden Anwendungsfalls reduziert. Eine solche systemtechnische Einbindung erhöht auf der anderen Seite die Abhängigkeit von einer Technologie. Insbesondere ein Technologie- oder Systemausfall kann dann gravierende Auswirkungen darauf haben, ob und wie „das Tagesgeschäft“ abgewickelt werden kann.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Implementierung, aber auch den Betrieb von Digitalisierungstechnologien ist das spezifische Know-how. Nicht immer ist dieses Wissen in den Unternehmen vorhanden, auch eine adäquate Unterstützung durch die eigene IT-Abteilung kann möglicherweise nicht gewährleistet werden; der Fachkräftemangel macht sich bei die-

ser Thematik gravierend bemerkbar. Um die fehlenden fachlichen Kompetenzen auszugleichen, kann es sinnvoll sein, externe Expertinnen und Experten hinzuzuziehen. Damit wird allerdings ein Anwendungsfall wiederum weniger rentabel.

Einführung und Betrieb von Digitalisierungstechnologien führen quasi immer zu Veränderungen in Prozessen, Systemen und möglicherweise Verantwortlichkeiten. Derartige Veränderungen können die Akzeptanz von Technologien einschränken, so dass ein Unwille aufgebaut wird, diese Technologien zu nutzen. Unweigerlich nimmt damit die Effektivität einer Digitalisierungstechnologie ab. Wenn dann noch „Kinderkrankheiten“ dazukommen, also Probleme in der ersten Nutzungsphase, oder mehr manuelle Eingriffe notwendig sind als geplant, nimmt die Akzeptanz einer Technologie weiter ab.

*Es geht nicht darum, durch Digitalisierung Personal einzusparen; das ist wichtig und muss den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern erklärt werden. Im Gegenteil: Die letzten Jahre waren geprägt von einer positiven Geschäftsentwicklung. Mit der bestehenden Mannschaft kann so das Mehr an Volumen und Herausforderungen bearbeitet werden – dazu müssen Prozesse digitalisiert und automatisiert werden.*

*Olaf Lenker, Bereichsleiter Einkauf, HUBTEX Maschinenbau GmbH & Co. KG*

Nicht zuletzt mögen einige Digitalisierungstechnologien bereits einen hohen Reifegrad aufweisen; andere stehen dagegen erst am Beginn ihres Produktlebenszyklus. Bei letztgenannten können Erfahrungen im Einsatz der Technologie fehlen; ebenso bestehen möglicherweise keine Standards, an denen sich ein Unternehmen orientieren kann. Viele der Technologien verlangen nach definierten (und am besten schlanken) Prozessen; nicht immer können diese Voraussetzungen seitens des Unternehmens erbracht werden.

Die Erfahrungen der Befragten bieten eine gute Basis, sich sinnvoll auf den Einsatz vorzubereiten. Letztlich können die „negativen Erfahrungen“ der Teilnehmerinnen und Teilnehmer als „Checkliste“ genutzt werden, um sie bereits im Vorfeld auszumerzen und damit einen effektiven und rentablen Betrieb von Digitalisierungstechnologien zu ermöglichen. Im Anhang: Negative Erfahrungen findet sich eine Tabelle mit allen in der Umfrage genannten negativen Erfahrungen.

## 4.5 Zukünftige Anwendung von Digitalisierungstechnologien

Die bisherigen Ergebnisse verdeutlichen den derzeitigen Kenntnis- und Anwendungsstand von Digitalisierungstechnologien in Supply Chains sowie die Erfahrungen, welche die Befragten beim Einsatz der Technologien gesammelt haben. Dabei wurde deutlich, dass insbesondere der Anwendungsstand häufig noch überschaubar ist. Es ist daher auch der Blick in die Zukunft von Interesse und dabei die Frage, welche Ambitionen befragte Unternehmen in Bezug auf die zukünftige Implementierung neuer Technologien

haben. Mit anderen Worten: Welche Digitalisierungstechnologien für Supply Chains planen Unternehmen in den nächsten Jahren einzusetzen?

Abbildung 16 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 und die sie derzeit noch nicht im Regelbetrieb nutzen.

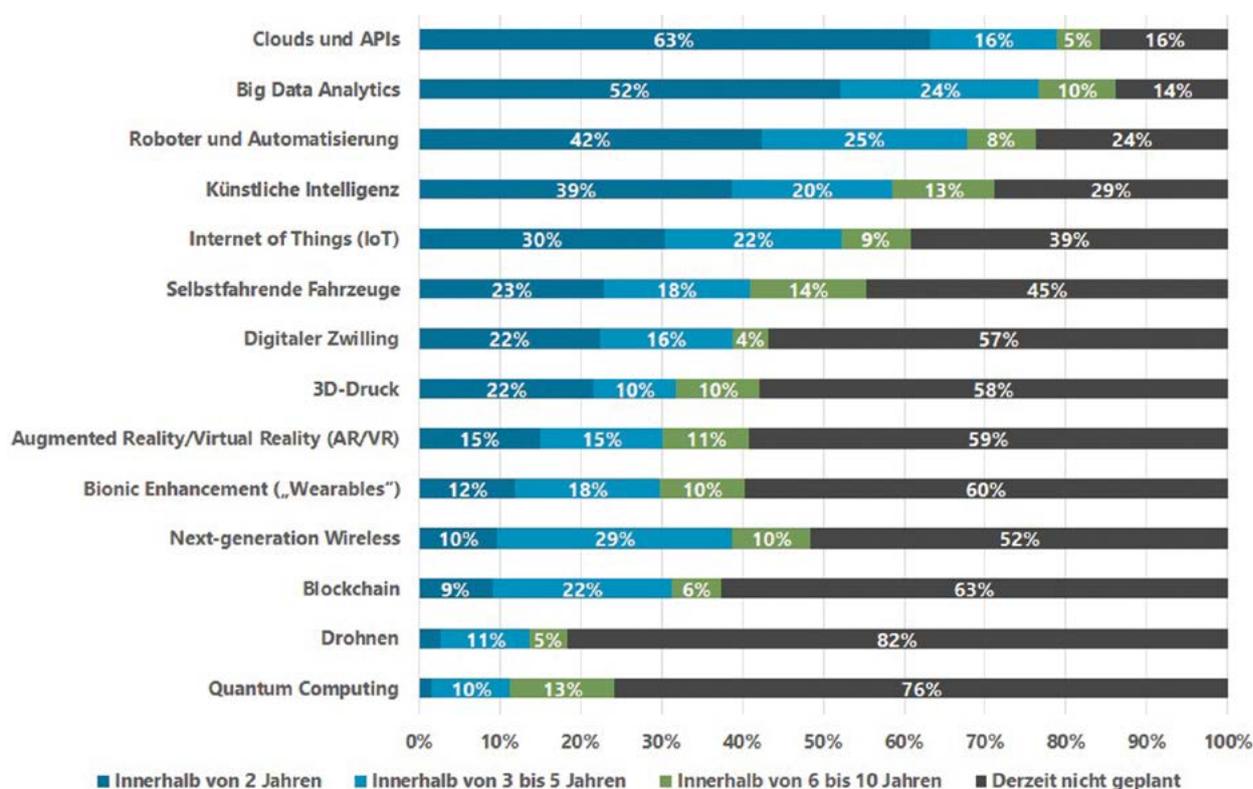


Abbildung 16: Zeitlicher Horizont des zukünftigen Einsatzes von Digitalisierungstechnologien<sup>124</sup>

Die drei Digitalisierungstechnologien, welche – in Bezug auf die kommenden fünf Jahre – den größten Zuwachs erwarten lassen, sind, wie auch in der vorangegangenen Studie aus dem Jahr 2019, Clouds und APIs, Big Data Analytics sowie Roboter und Au-

tomatisierung. Knapp vier von fünf Unternehmen planen den Einsatz von Clouds und APIs sowie von Big Data Analytics, etwa zwei Drittel die Anwendung von Robotern und Automatisierung. Damit geht einher, dass diese Technologien über alle Ziele

<sup>124</sup> Quelle: Eigene Darstellung.  $38 \leq n \leq 111$ ; durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden. Die Summe der Prozentwerte kann aufgrund von Rundungen ungleich 100 % sein. Sortierung nach den Werten für „Innerhalb von 2 Jahren“.

## 4

gemessen die höchste Zielerreichung verzeichnen (vgl. dazu die Aussagen in Abschnitt 4.4). Somit liegt nahe, dass Unternehmen nicht auf der Suche nach Insellösungen sind, sondern nach Technologien, die möglichst Verbundeffekte mit sich bringen. Zwischen 59 % und 52 % der Unternehmen planen, innerhalb der nächsten fünf Jahre Künstliche Intelligenz sowie Internet of Things einzusetzen. Andere Technologien erhalten eine deutlich geringere Zustimmung.

Hinweise auf höhere Zurückhaltung und Vorsicht der Wirtschaft in Bezug auf Investitionen in Digitalisierung bietet der Umstand, dass, verglichen mit 2019, kurz- und mittelfristig geplante Technologieeinführungen leicht zurückgegangen sind. Weitere Ursachen eines Rückgangs sind möglicherweise die vollzogenen Einführungen der letzten Jahre oder der Einbezug neuer Technologien, die von zukünftigen Nutzern erst noch „entdeckt“ werden müssen (Beispiel Quantum Computing).

Bei der Beurteilung der generellen „Beliebtheit“ von Technologien gemessen an ihrem geplanten Einsatz innerhalb der kommenden fünf Jahre wird ersichtlich, dass die Aufmerksamkeit stärker auf reinen Softwarelösungen liegt. Im Hinblick auf deren oft breiten Einsatzmöglichkeiten (siehe Abschnitt 4.4) erscheint dies plausibel. Zudem stellt sich die Frage nach der Höhe der Investition sowie des Implementierungsaufwands.

Big Data Analytics und Künstliche Intelligenz stechen in Abbildung 16 durch besonders hohe Werte im Zeitraum bis zu fünf Jahren hervor. Verglichen mit ihrem verhältnismäßig geringen Einsatz im Regelbetrieb scheinen Unternehmen in diesen Technologien besonderes Potenzial erkannt zu haben, was ebenso für ihre anteilig hohen Testnutzungen spricht. Obwohl diese Dynamik bezogen auf 2019 rückläufig erscheint, ist die zu beobachtende Spanne weiterhin sehr deutlich.

Für Blockchain und Next-generation Wireless, die aktuell nur wenig im Regelbetrieb eingesetzt werden, wird innerhalb der kommenden fünf Jahre ein Einsatz von 30 % bis 40 % der Unternehmen erwartet. Die Studie aus dem Jahr 2019 zeichnete ein ähnliches Bild. Somit wird deutlich, dass sich die Vorhaben bezüglich dieser Neuerungen nicht grundlegend geändert haben. Der aus den Daten implizierte Aufschub lässt sich in diesem Rahmen nicht eindeutig nachweisen, jedoch stellt sich die Frage nach möglicherweise fehlenden Impulsen für die Implementierung.

*Gerade innerhalb eines Unternehmensgeflechts warten viele ab. Wenn dann Schwestergesellschaften bestimmte Technologien erfolgreich ausprobieren, hängt man sich aber schnell daran an.*

*Thomas Möllers, Leiter Logistik, Zoll und Außenwirtschaft, SpanSet Gesellschaft für Transportsysteme und Technische Bänder m.b.H. & Co. KG*

Die Zahlen in Tabelle 3 (Abschnitt 4.2, S. 28) zeigen, dass die Anwendung der Technologien im Vergleich zu 2019 im Regel- aber auch Testbetrieb zugenommen haben. Für die geplante Anwendung in zwei bzw. fünf Jahren sieht das Bild allerdings anders aus. So planen vor allem in den nächsten zwei Jahren teils deutlich weniger Unternehmen eine Einführung der diskutierten Technologien; vgl. dazu Tabelle 7. Besonders betroffen sind davon Drohnen, die Blockchain, AR/VR, das Internet of Things und der Digitale Zwilling. Interessanterweise werden diese Technologien auch aktuell kaum im Regelbetrieb eingesetzt. Deutliche Zuwächse gibt es nur beim geplanten Einsatz der KI. Deren Einsatz binnen zweier Jahre planen 42 % mehr Unternehmen als 2019.

KI ist auch der Spitzenreiter beim geplanten Einsatz innerhalb der nächsten fünf Jahre mit einem deutlichen Plus gegenüber 2019 (vgl. dazu Tabelle 8). Nennenswerte Steigerungen sind nur noch beim geplanten Einsatz von selbstfahrenden Fahrzeugen zu beobachten. Leicht positive Tendenzen weist der geplante Einsatz von Clouds, Big Data Analytics und Wearables auf.

*In den nächsten drei Jahren erhöhen wir die Geschwindigkeit bei der Realisierung von Digitalisierungsprojekten.*

*Sönke Jungclaus, SVP Global Purchasing & SCM, Freudenberg Performance Materials Holding SE & Co. KG*

Allerdings zeichnet sich auch in diesem erweiterten Betrachtungszeitraum eine sinkende Zahl von Unternehmen ab, welche die Einführung einer Technologie planen. Im Vergleich zum Zweijahreshorizont flachen die Zahlen zwar etwas ab; trotzdem ist weiterhin eine Tendenz zu einer geringen geplanten Anwendung zu sehen.

Neben den gesamtheitlichen Ergebnissen, bei denen Branche und Unternehmensgröße außer Acht gelassen werden, sollen auch mögliche Branchen- und Größenspezifika betrachtet werden. Abbildung 17 tritt zunächst einen Schritt zurück und gewährt den Blick

Technologie	Innerhalb von 2		Entwicklung	
	Jahren (2019)	Jahren (2022)		
Clouds und APIs	66%	63%	↘	-4%
Big Data Analytics	52%	52%	→	-1%
Roboter und Automatisierung	53%	42%	↘	-20%
Künstliche Intelligenz	27%	39%	↑	42%
Internet of Things (IoT)	39%	30%	↘	-23%
Selbstfahrende Fahrzeuge	22%	23%	↔	4%
Digitaler Zwilling	28%	22%	↘	-21%
3D-Druck	26%	22%	↘	-18%
Augmented Reality/Virtual Reality (AR/VR)	22%	15%	↘	-33%
Bionic Enhancement („Wearables“)	13%	12%	↘	-9%
Next-generation Wireless		10%		
Blockchain	21%	9%	↘	-57%
Drohnen	8%	3%	↘	-64%
Quantum Computing		2%		

Tabelle 7: Entwicklung des zukünftigen Einsatzes von Digitalisierungstechnologien (Vergleich der Werte für Einsatz „innerhalb von 2 Jahren“)<sup>125</sup>

Technologie	Innerhalb von 5		Entwicklung	
	Jahren (2019)	Jahren (2022)		
Clouds und APIs	74%	79%	↗	6%
Big Data Analytics	72%	77%	↗	7%
Roboter und Automatisierung	70%	68%	↘	-3%
Künstliche Intelligenz	47%	59%	↑	25%
Internet of Things (IoT)	60%	52%	↘	-13%
Selbstfahrende Fahrzeuge	35%	41%	↗	16%
Digitaler Zwilling	40%	39%	↘	-3%
Next-generation Wireless		39%		
3D-Druck	39%	32%	↘	-18%
Blockchain	41%	31%	↘	-24%
Augmented Reality/Virtual Reality (AR/VR)	44%	30%	↘	-31%
Bionic Enhancement („Wearables“)	29%	30%	↗	4%
Drohnen	19%	14%	↘	-29%
Quantum Computing		11%		

Tabelle 8: Entwicklung des zukünftigen Einsatzes von Digitalisierungstechnologien (Vergleich der Werte für Einsatz „innerhalb von 5 Jahren“)<sup>126</sup>

<sup>125</sup> Quelle: Eigene Darstellung; 2022:  $38 \leq n \leq 111$ , 2019:  $50 \leq n \leq 132$ ; durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden. Sortierung nach den Werten für „Innerhalb von 2 Jahren (2022)“. Aufgrund von Rundungen kommt es zu scheinbaren Widersprüchen, wie z. B. bei Big Data Analytics.

<sup>126</sup> Quelle: Eigene Darstellung; 2022:  $38 \leq n \leq 111$ , 2019:  $50 \leq n \leq 132$ ; durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden. Sortierung nach den Werten für „Innerhalb von 5 Jahren (2022)“.

## 4

auf die aggregierten Ergebnisse der Zukunftspläne von Unternehmen, basierend auf der Unternehmensgröße, gemessen anhand des Umsatzes.<sup>127</sup> Um eine ausgewogene Teilnehmerstruktur zu simulieren und somit eine bessere Interpretationsgrundlage zu schaffen, wurden die zugrundeliegenden Daten normiert. Dafür wurden, unter- und überdurchschnittlich vertretene Umsatzklassen entsprechend ihres Antwortverhaltens skaliert.

Es ist zu erkennen, dass bei der geplanten Implementierung neuer Digitalisierungstechnologien innerhalb der kommenden fünf Jahre sowohl große Unternehmen mit einem Umsatz von mehr als 1 Milliarde Euro als auch kleine Unternehmen mit einem Umsatz bis zu 250 Millionen Euro unterrepräsentiert sind. Bei den großen Unternehmen ist möglicherweise der bereits bestehen-

de Implementierungsvorsprung ausschlaggebend für die Zurückhaltung. Bei kleinen Unternehmen lässt sich vermuten, dass die Kombination aus geringerer Kenntnis über vorhandene Technologien und geringerer Kapitalausstattung zu einer Zurückhaltung führt. Unternehmen im mittleren Segment, also mit einem Umsatz zwischen 250 Millionen und 1 Milliarde Euro zeigen anteilig die größten Ambitionen zu digitalem Fortschritt.

Abbildung 18 zeigt ebenfalls die Pläne zum zukünftigen Einsatz von Digitalisierungstechnologien, auch hier aufgegliedert nach Unternehmensgrößen.<sup>128</sup> Die Untergliederung in einzelne Technologien ermöglicht Rückschlüsse auf besonders stark oder schwach vertretene Digitalisierungstechnologien innerhalb der einzelnen Unternehmensgrößen.

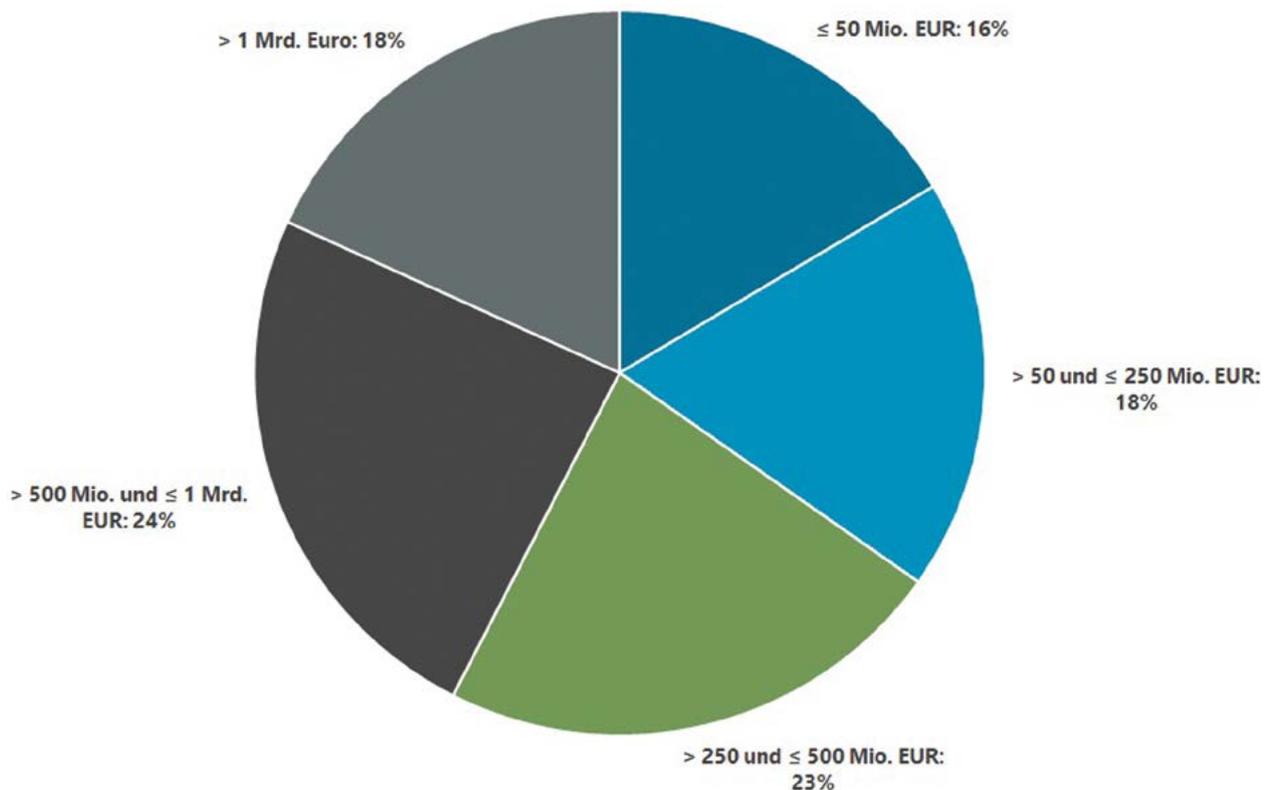


Abbildung 17: Zukünftiger Einsatz von Digitalisierungstechnologien nach Unternehmensgröße (aggregiert) (Einsatz geplant innerhalb von maximal fünf Jahren, nur Technologien mit 25 oder mehr geplanten Anwendungen)<sup>129</sup>

<sup>127</sup> Auch hier wurden die Ergebnisse bei der Auswertung normiert, so dass die Verteilung der teilnehmenden Unternehmen berücksichtigt werden konnte.

<sup>128</sup> Auch hier wurden die Ergebnisse bei der Auswertung normiert, so dass die Verteilung der teilnehmenden Unternehmen berücksichtigt werden konnte.

<sup>129</sup> Quelle: Eigene Darstellung;  $38 \leq n \leq 111$ ; durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden. Die Summe der Prozentwerte kann aufgrund von Rundungen ungleich 100% sein.

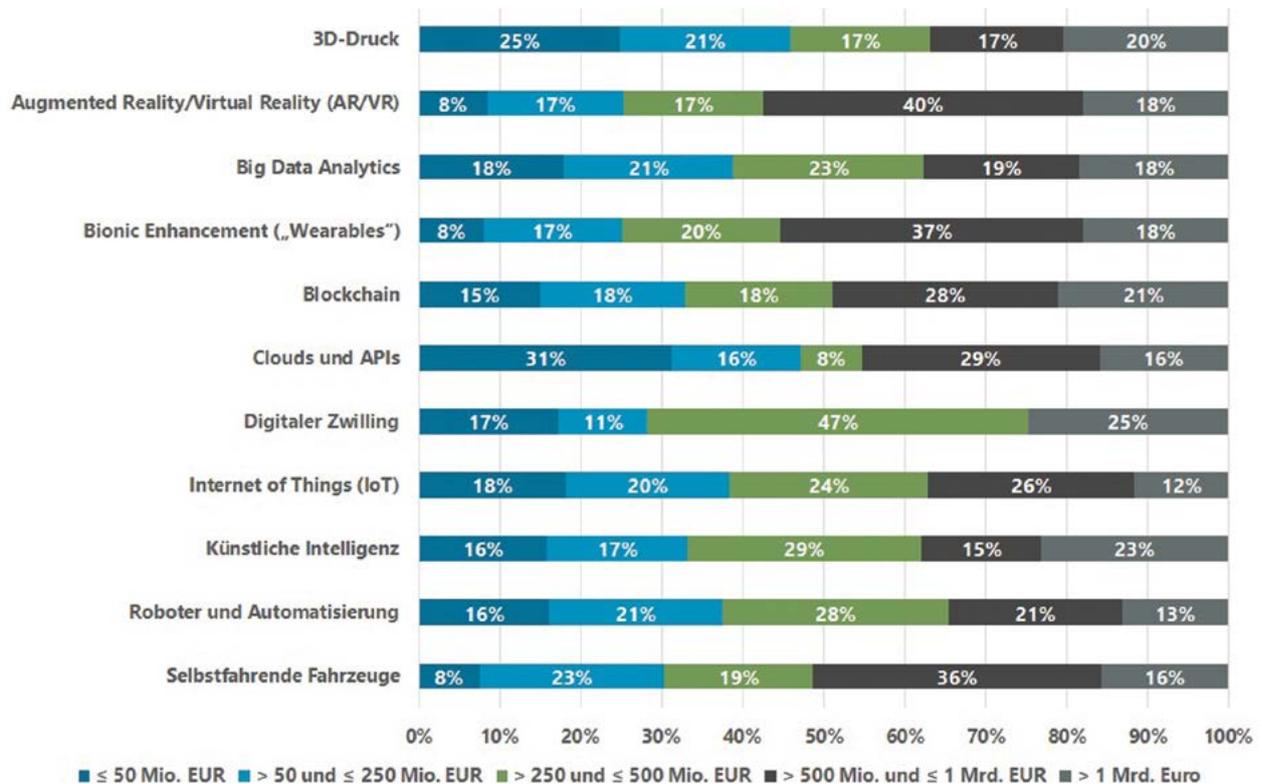


Abbildung 18: Zukünftiger Einsatz von Digitalisierungstechnologien nach Unternehmensgröße (Einsatz geplant innerhalb von maximal fünf Jahren, nur Technologien mit 25 oder mehr geplanten Anwendungen)<sup>130</sup>

Dabei lassen sich – ergänzend zu dem oben erläuterten Überblick – folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Große Unternehmen mit mehr als 1 Milliarde Euro Umsatz sind überdurchschnittlich im zukünftigen Einsatz des digitalen Zwillings und KI involviert. Internet of Things sowie Roboter und Automatisierung stehen bei ihnen nur unterdurchschnittlich auf der Agenda.
- Unternehmen mit einem Umsatz zwischen 500 Millionen und 1 Milliarde Euro fokussieren vor allem auf den zukünftigen Einsatz von AR/VR, Bionic Enhancements sowie von selbstfahrenden Fahrzeugen. Der digitale Zwilling ist für sie derzeit kein Thema; auch Künstliche Intelligenz und 3D-Druck werden nur unterdurchschnittlich verfolgt.
- Mittelgroße Unternehmen mit einem Umsatz zwischen 250 und 500 Millionen Euro zeigen sich besonders investitionsfreudig beim digitalen Zwilling; auch KI sowie Roboter und Automatisierung sollen zukünftig stark eingesetzt werden. Clouds und APIs sind dagegen nur wenig nachgefragt.
- Mittlere Unternehmen, die einen Umsatz zwischen 50 und 250 Millionen Euro aufweisen, zeigen ein überdurchschnittliches Interesse am Einsatz von selbstfahrenden Fahrzeugen, am 3D-Druck, an Big Data Analytics sowie an Robotern und Automatisierung. Der digitale Zwilling ist allerdings kaum ein Thema.
- Bei den kleinen Unternehmen mit einem Umsatz von bis zu 50 Millionen Euro stehen zukünftig vor allem Clouds und APIs, aber auch der 3D-Druck auf der Agenda. Weniger interessant für Unternehmen dieser Größe sind AR/VR, Bionic Enhancement sowie selbstfahrende Fahrzeuge.

<sup>130</sup> Quelle: Eigene Darstellung;  $38 \leq n \leq 111$ ; durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden. Die Summe der Prozentwerte kann aufgrund von Rundungen ungleich 100 % sein; Alphabetische Sortierung.

## 4

## 4.6 Einsatzpotenzial von Digitalisierungstechnologien für aktuelle Herausforderungen im Supply Chain Management

### 4.6.1 Übersicht

Neben der zukünftigen Anwendung und den allgemeinen in Abbildung 15 dargestellten Zielen von Digitalisierungstechnologien spielt auch das Potenzial dieser Technologien eine Rolle, um aktuellen Herausforderungen im Supply Chain Management zu begegnen. Dabei geht es vor allem um Risikomanagement, Nachhaltigkeit sowie Innovationsfähigkeit.

Tabelle 9 zeigt die Einschätzung der Befragten hinsichtlich des Einsatzpotenzials der untersuchten Digitalisierungstechnologien für ausgewählte Herausforderungen im Supply Chain Management. Dabei werden die Zustimmungswerte durch die unterschiedlich grüne Einfärbung kenntlich gemacht. Wie zuvor gilt: Je intensiver die grüne Einfärbung ist, desto größer wird das Einsatzpotenzial einer Technologie gesehen.

Grundsätzlich werden sämtliche Technologien als unterstützend für die Entwicklung von Innovationen gesehen, wobei die maximale Zustimmung 53 % beträgt (Künstliche Intelligenz), also rund jedes zweite Unternehmen diese Technologie als hilfreich bewertet. Vor allem die Risikoidentifikation lässt sich durch Big Data

Analytics und KI unterstützen. Diesen Technologien wird auch Potenzial für den Aufbau von Resilienz zugeschrieben. Das Einsatzpotenzial, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren, wird bereits als geringer angesehen (3D-Druck und selbstfahrende Fahrzeuge). Einen Beitrag für sozial-nachhaltige Supply Chains und zur Einhaltung des Lieferkettensorgfaltspflichtengesetzes sieht jeweils nur eine Minderheit.

Die Ergebnisse werden nachfolgend in detaillierter Form je Themengebiet diskutiert.

### 4.6.2 Supply Chain Risk Management

Nicht erst seit der Corona-Pandemie und dem Krieg in der Ukraine spielt Risikomanagement eine wichtige Rolle für die Effektivität von Supply Chains. Diese dennoch eher junge Managementdisziplin zielt darauf ab, Risiken in Supply Chains zu identifizieren, zu analysieren, zu bewerten und dann durch geeignete Maßnahmen zu handhaben, so dass ihre Wirkung auf Supply Chains vermindert oder zumindest vermieden werden kann.<sup>131</sup> Gleichzeitig soll durch Maßnahmen des Risikomanagements Resilienz in Lieferketten erzeugt werden.<sup>132</sup>

Technologie	...unterstützt die Risiko-	...trägt zur Resilienz	...führt zur CO <sub>2</sub> -	...ermöglicht sozial-	...unterstützt die	...unterstützt die	
	identifikation in Supply	von Supply Chains	Reduktion in Supply	nachhaltige Supply	Einhaltung des	Entwicklung von	
	Chains	bei	Chains	Chains	LkSG	Innovationen	
3D-Druck		6%	17%	44%	12%	5%	51%
Augmented Reality/Virtual Reality (AR/VR)		18%	13%	14%	10%	3%	47%
Big Data Analytics		62%	46%	18%	15%	20%	45%
Bionic Enhancement („Wearables“)		10%	10%	7%	24%	5%	35%
Blockchain		21%	27%	7%	10%	16%	27%
Clouds und APIs		31%	35%	13%	14%	13%	42%
Digitaler Zwilling		39%	36%	16%	14%	7%	42%
Drohnen		6%	12%	30%	7%	6%	28%
Internet of Things (IoT)		36%	33%	13%	10%	13%	45%
Künstliche Intelligenz		58%	46%	15%	12%	19%	53%
Next-generation Wireless		9%	22%	11%	5%	5%	28%
Quantum Computing		18%	22%	8%	6%	8%	40%
Roboter und Automatisierung		11%	35%	26%	14%	8%	44%
Selbstfahrende Fahrzeuge		9%	21%	39%	19%	6%	29%

Tabelle 9: Einsatzpotenzial von Digitalisierungstechnologien für aktuelle Herausforderungen im Supply Chain Management<sup>133</sup>

<sup>131</sup> Vgl. Ho et al. 2015, S. 5036.

<sup>132</sup> Vgl. beispielsweise Ivanov 2018, S. 53–54.

<sup>133</sup> Quelle: Eigene Darstellung;  $78 \leq n \leq 147$ ; durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden. Die Summe der Prozentwerte kann aufgrund von Rundungen ungleich 100 % sein; alphabetische Sortierung.

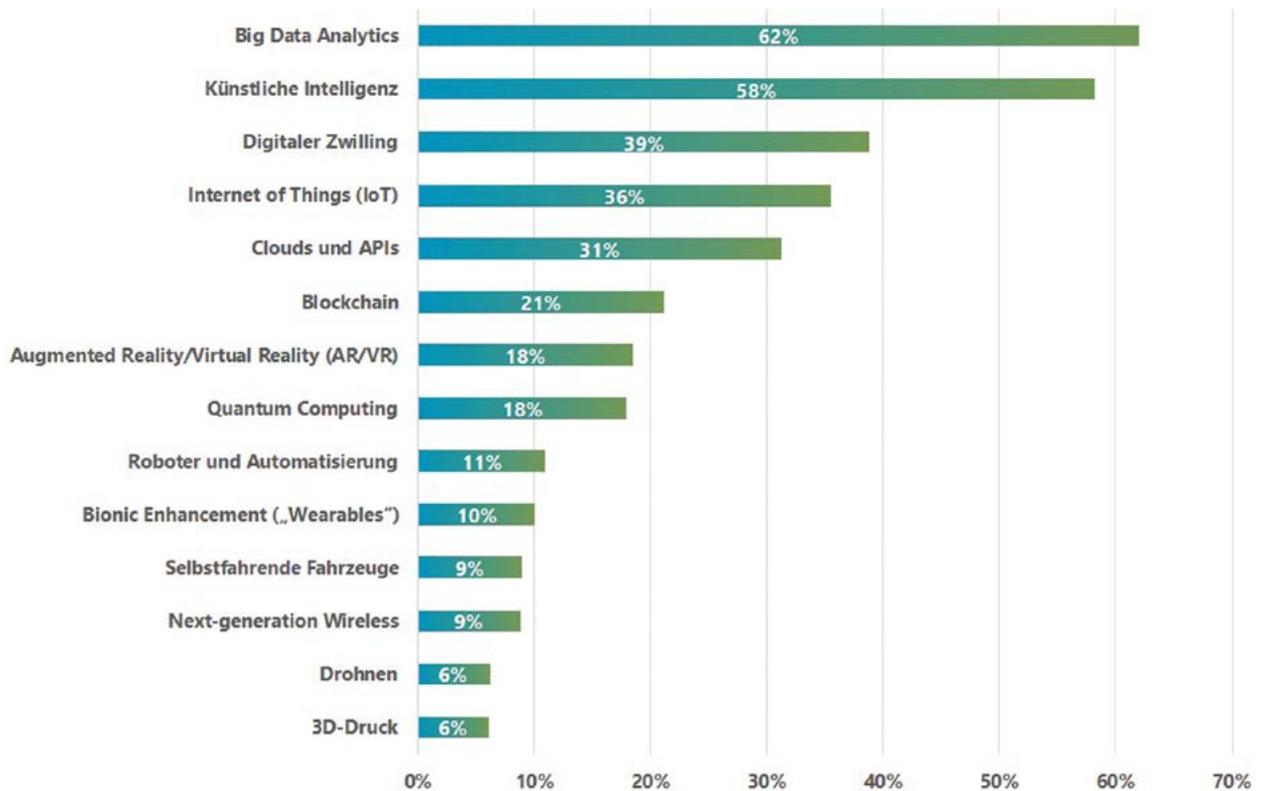


Abbildung 19: Unterstützung der Risikoidentifikation in Supply Chains<sup>134</sup>

Eine wesentliche Voraussetzung, um Risiken überhaupt handhaben zu können, ist das Wissen über diese Risiken. Ein solches Wissen wird im Rahmen der Risikoidentifikation erzeugt.<sup>135</sup> Dazu existieren verschiedene Methoden, die für die Identifikation von Risiken genutzt werden können. Gleichzeitig stellt sich aber die Frage, ob neu entwickelte und etablierte Digitalisierungstechnologien eine derartige Risikoidentifikation besser, umfassender, schneller und/oder kostengünstiger durchführen lassen.

*Digitalisierung im Risikomanagement trägt zur Transparenz bei. Die vorhandenen Tools sind bislang noch zu allgemein. Uns interessieren die konkreten Auswirkungen eines Ereignisses auf unsere Supply Chains: Welche Schadensfälle können wir vermeiden?*

Sönke Jungclaus, Freudenberg Performance Materials

Abbildung 19 zeigt, inwieweit Digitalisierungstechnologien die Risikoidentifikation in Supply Chains unterstützen können. Vor allem Big Data Analytics und KI werden von den Unternehmen, und zwar von deutlich mehr als der Hälfte der Befragten, als Technologien mit hohem Potenzial angesehen.<sup>136</sup> Technologien, die von immerhin noch zwischen 31% und 39% der Teilnehmerinnen und Teilnehmer als wirkungsvoll erachtet werden, sind der digitale Zwilling, das Internet of Things sowie Clouds und APIs. Den übrigen Digitalisierungstechnologien wird nur ein geringes Potenzial zugeschrieben.

*Ziele der Digitalisierung bei uns? Effizienz, Kontrolle, Struktur und professionelles Supply Chain Risk Management.*

Rüdiger Steinfeld, Head of Supply Chain Management, MIWE Michael Wenz GmbH

<sup>134</sup> Quelle: Eigene Darstellung;  $78 \leq n \leq 147$ , durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

<sup>135</sup> Vgl. dazu beispielsweise Romeike und Huth 2016, S. 65.

<sup>136</sup> Siehe hierzu ähnliche Ergebnisse einer empirischen Erhebung bei Brylowski et al. 2021, S. 4.

## 4

Der Begriff der Resilienz hat in den vergangenen Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. Er ist allerdings nicht neu; so wurde bereits vor knapp 20 Jahren mit Blick auf Lieferketten Resilienz als die Fähigkeit eines Systems verstanden, nach einer Störung zum vorherigen Zustand oder gar einem höheren Niveau zurückzukehren.<sup>137</sup> Dazu sind zwei Voraussetzungen notwendig: Einerseits müssen Störungen in der Supply Chain verzögert und der Effekt auf die Lieferkette reduziert werden; zum anderen muss sich die Supply Chain schnell von der Störung erholen können.<sup>138</sup>

Abbildung 20 verdeutlicht, inwieweit die Befragten in den einzelnen Digitalisierungstechnologien das Potenzial zum Aufbau von Resilienz in Supply Chain sehen. Das höchste Potenzial wird bei denselben Technologien gesehen, die auch bei der Risikoidentifikation eine Rolle spielen. Gleichzeitig ist der Zuspruch

bei Big Data Analytics und KI deutlich niedriger als im Einsatzgebiet der Risikoidentifikation. Zusätzlich werden Roboter und Automatisierung als Mittel angesehen, Resilienz zu erzeugen. Das Potenzial anderer Digitalisierungstechnologien wird als deutlich geringer eingeschätzt.

#### 4.6.3 Nachhaltigkeit in Supply Chains

Neben Risikomanagement ist Nachhaltigkeit in Supply Chains ein weiteres hochaktuelles Thema, das oftmals eine Herausforderung für Managerinnen und Manager von Lieferketten darstellt. Es ist ein Thema, dessen Bedeutung in den letzten Jahren deutlich gewachsen ist.<sup>140</sup>

Dabei kann man Nachhaltigkeit in Supply Chains als das „Management der ökologischen, sozialen und

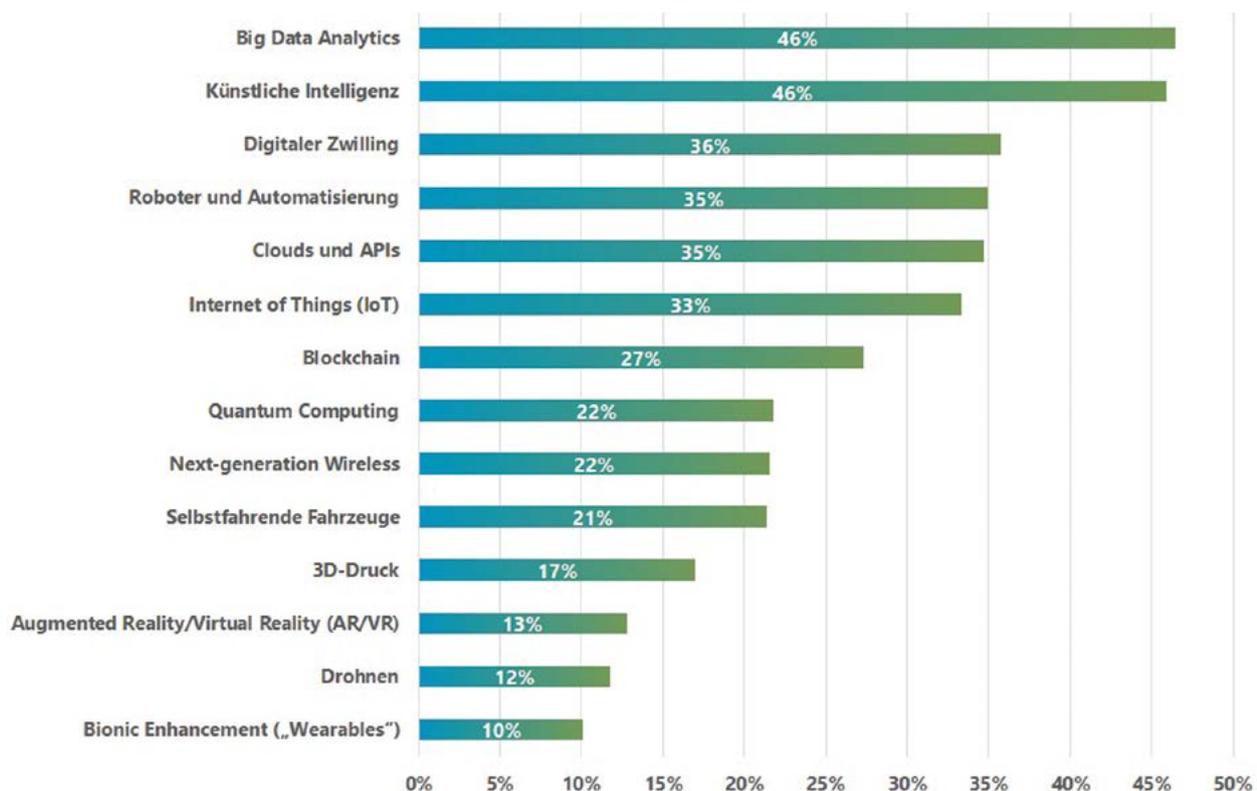


Abbildung 20: Aufbau von Resilienz in Supply Chains<sup>139</sup>

<sup>137</sup> Vgl. Christopher und Peck 2004, S. 2.

<sup>138</sup> Vgl. Melnyk et al. 2014, S. 35.

<sup>139</sup> Quelle: Eigene Darstellung;  $78 \leq n \leq 147$ , durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

<sup>140</sup> Vgl. Kersten et al. 2017, S. 20.

wirtschaftlichen Auswirkungen sowie die Förderung guter Unternehmensführung über den gesamten Lebenszyklus von Produkten und Dienstleistungen<sup>141</sup> verstehen. Bei der Erfassung der Bedeutung von Nachhaltigkeit in Supply Chains im Rahmen der BME-Logistikstudie 2021 zeigte sich, dass Nachhaltigkeit in Supply Chains primär mit umweltbezogenen Aspekten in Verbindung gebracht wird, z. B. der Einhaltung von Umweltstandards, der CO<sub>2</sub>-Neutralität bei Produkten und Dienstleistungen sowie „grüner Logistik“.<sup>142</sup> Daneben sehen Managerinnen und Manager auch die sozialen Aspekte der Nachhaltigkeit wie menschenwürdige Arbeitsbedingungen und Einhaltung von Menschenrechten.<sup>143</sup>

Vor dem Hintergrund dieser steigenden Bedeutung von vor allem ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit für Unternehmen im Allgemeinen, gleichwohl aber auch für Lieferketten stellt sich die Frage, welche

Digitalisierungstechnologien Potenzial aufweisen, das Nachhaltigkeitsmanagement für Supply Chains zu unterstützen.

*Für die Erfassung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks werden gute Tools benötigt.*

*Sönke Jungclaus, Freudenberg Performance Materials*

Abbildung 21 zeigt, welchen Technologien die Befragten Potenzial zubilligen, zu einer CO<sub>2</sub>-Reduktion beizutragen. Zwei von fünf Unternehmen sehen ein solches Potenzial in 3D-Druck und selbstfahrenden Fahrzeugen, ein gutes Viertel in Drohnen sowie Roboter und Automatisierung. Andere Technologien haben nach Meinung der Teilnehmenden nur wenig Potenzial. Allerdings werden auch die vier am besten bewerteten Technologien nur von einer Minderheit als bedeutsam eingeschätzt.

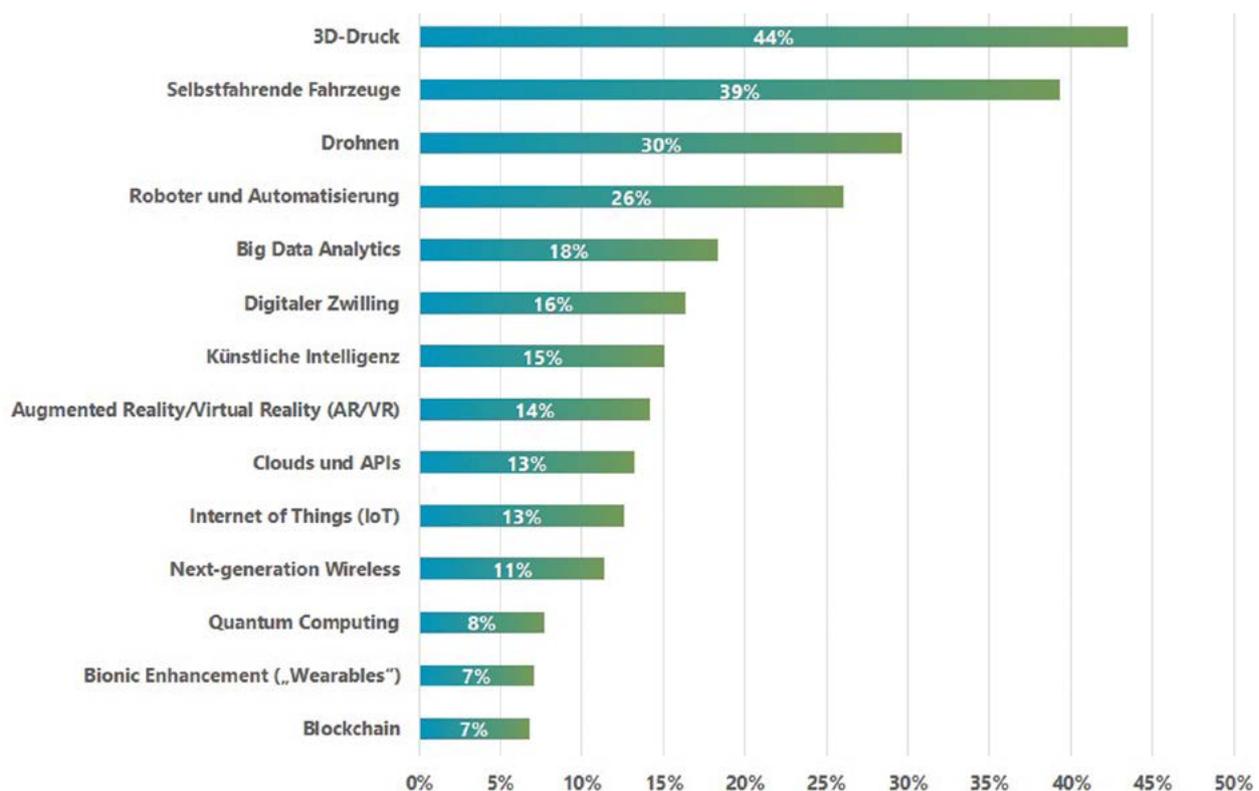


Abbildung 21: Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduktion in Supply Chains<sup>144</sup>

<sup>141</sup> Global Compact Office der Vereinten Nationen 2010, S. 5.

<sup>142</sup> Vgl. Huth et al. 2019, S. 16.

<sup>143</sup> Vgl. Huth et al. 2019, S. 17.

<sup>144</sup> Quelle: Eigene Darstellung; 78 ≤ n ≤ 147, durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

## 4

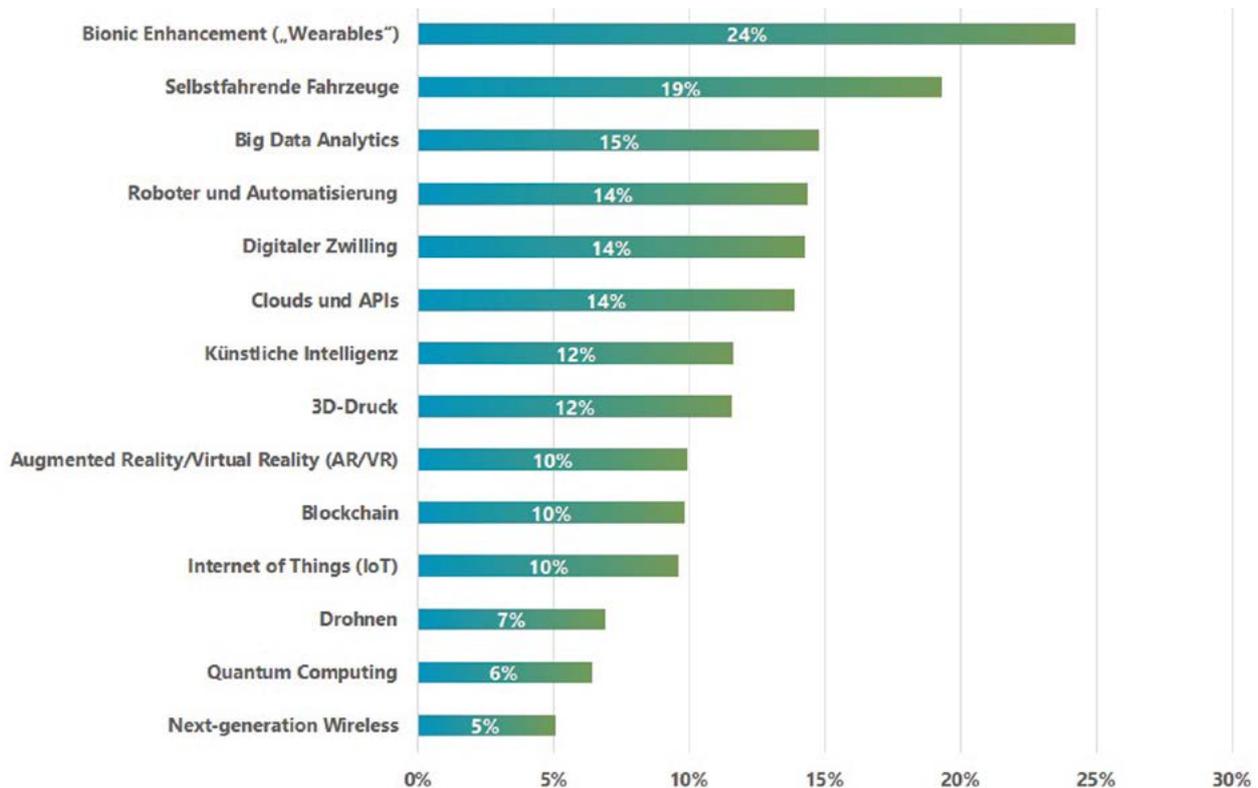


Abbildung 22: Unterstützung bei der Gestaltung sozial-nachhaltiger Supply Chains<sup>145</sup>

*Wenn es um den Beitrag der Digitalisierung zum Umweltschutz und Umweltmanagement geht, sind die realen Potentiale im Bereich SCM für mich noch nicht vollständig sichtbar. Beim Thema Risikomanagement sieht es anders aus: Risk Management ohne digitale Adaptionen und Big Data Analytics ist nicht möglich.*

*Rüdiger Steinfeld, Head of Supply Chain Management, MIWE Michael Wenz GmbH*

Noch geringer sehen die Befragten das Potenzial von Digitalisierungstechnologien, wenn es um die Gestaltung sozial-nachhaltiger Supply Chains geht. Nur jedes vierte Unternehmen sieht in Bionic Enhancements („Wearables“) die Möglichkeit, sozial-nachhaltige Lieferketten zu gestalten. Andere Technologien werden kaum in Betracht gezogen.

Es überrascht, dass vor allem Technologien wie Künstliche Intelligenz, das Internet of Things und Blockchains

wenig Potenzial zugemessen wird. Dieses Potenzial wird andernorts als deutlich stärker bewertet; so sieht eine aktuelle Studie dies vor dem Hintergrund neuer, vor allem nachhaltigkeitsbezogener Anforderungen an Supply Chains als „eine ideale Spielwiese für die Verwendung von Blockchain-Lösungen“<sup>146</sup>. Auch wird das notwendige Zusammenspiel von KI, dem Internet of Things und der Blockchain-Technologie betont, um Nachhaltigkeit durchsetzen zu können.<sup>147</sup>

Eng verbunden mit der Frage der sozialen Nachhaltigkeit ist das Potenzial von Digitalisierungstechnologien, die Einhaltung des Lieferkettensorgfaltspflichtengesetzes (LkSG) zu unterstützen. Abbildung 23 zeigt die Einschätzung der Befragten auf.

*Gerade in Bezug auf mögliche Risiken in der Lieferkette kann Digitalisierung helfen. Hier geht es um Lieferantenmanagement, beispielsweise um die Herkunft der Lieferanten, aber auch um einen*

<sup>145</sup> Quelle: Eigene Darstellung;  $78 \leq n \leq 147$ , durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

<sup>146</sup> Pressleitner und Schramm 2021.

<sup>147</sup> Vgl. Zimmermann 2021, S. 20.

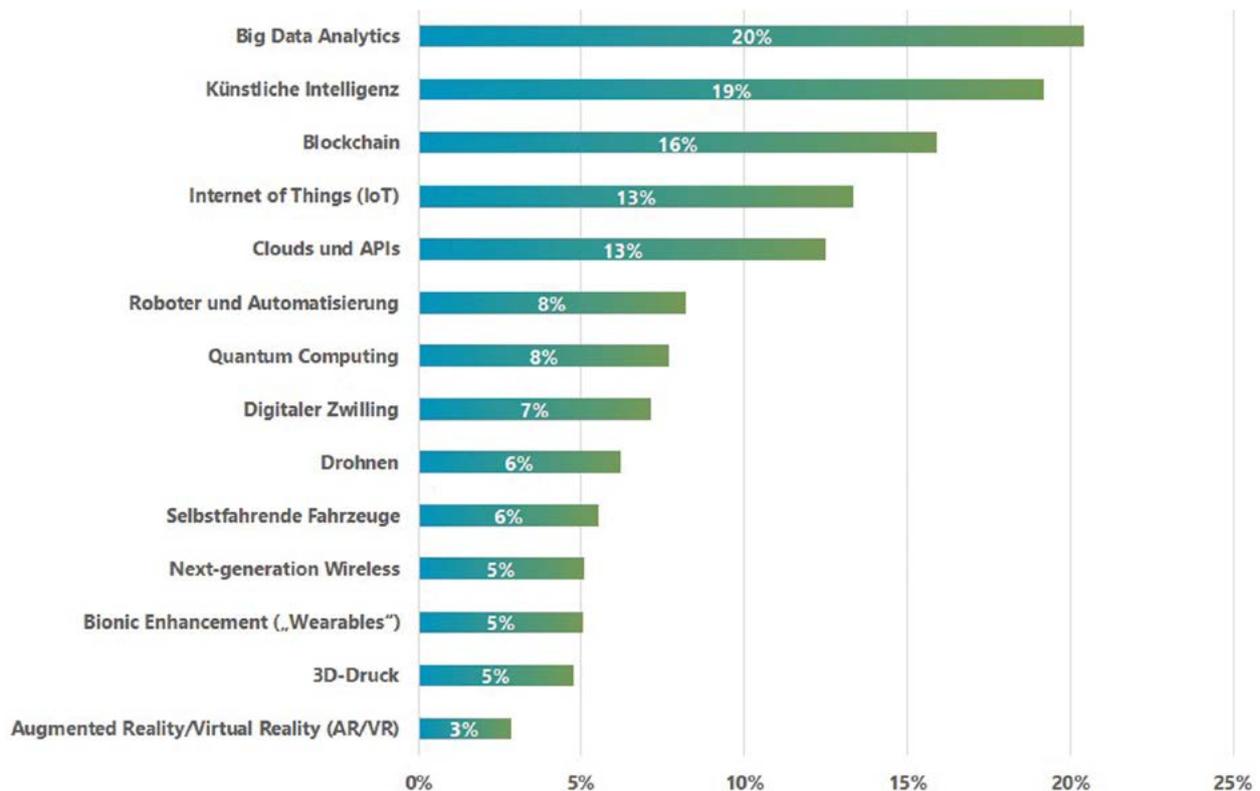


Abbildung 23: Unterstützung bei der Einhaltung des Lieferkettensorgfaltspflichtengesetzes (LkSG)<sup>148</sup>

*Produkt-Breakdown – immer mit dem Ziel, die Produktion am Laufen zu halten, indem beispielsweise mögliche Fehlteile substituiert werden können.*

*Olaf Lenker, Bereichsleiter Einkauf,  
HUBTEX Maschinenbau GmbH & Co. KG*

Es zeigt sich, dass vor allem solchen Technologien ein Potenzial zugebilligt wird, die zur Erfassung, Verarbeitung und Analyse digitaler Daten (Big Data Analytics, KI, Blockchain) oder zur Vernetzung (Internet of Things, Clouds und APIs) dienen.

*Ich messe Big Data und Predictive Analytics ein hohes Potenzial für die Zukunft im Supply Chain Management bei.*

*Rüdiger Steinfeld, Head of Supply Chain Management, MIWE Michael Wenz GmbH*

#### 4.6.4 Innovationen in Supply Chains

Last not least sind nicht nur Risiken und deren Beherrschung sowie das Thema Nachhaltigkeit aktuelle

Herausforderungen für Supply-Chain-Verantwortliche. Vielmehr gilt es auch, Innovationen zu erzeugen, um den vorgenannten Herausforderungen, aber auch anderen Trends und Entwicklungen in und um Lieferketten begegnen zu können. Die Innovationsfähigkeit innerhalb von Supply Chains ist daher von hoher Bedeutung.

Abbildung 24 zeigt die Einschätzung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer, inwieweit die ausgewählten Digitalisierungstechnologien die Entwicklung von Innovationen unterstützen können. Dabei werden vor allem Künstliche Intelligenz und 3D-Druck von einer knappen Mehrheit als führende Technologien gesehen. Einer Vielzahl weiterer Technologien wird von über 40% der teilnehmenden Unternehmen ein gewisses Potenzial zugebilligt. Selbst die am schwächsten bewerteten Digitalisierungstechnologien (Blockchain) wurden von mehr als einem Viertel der Befragten als potenzielle Unterstützer angesehen. Diese Werte sind deutlich höher als bei den vorherigen Fragen.

<sup>148</sup> Quelle: Eigene Darstellung;  $78 \leq n \leq 147$ , durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

## 4

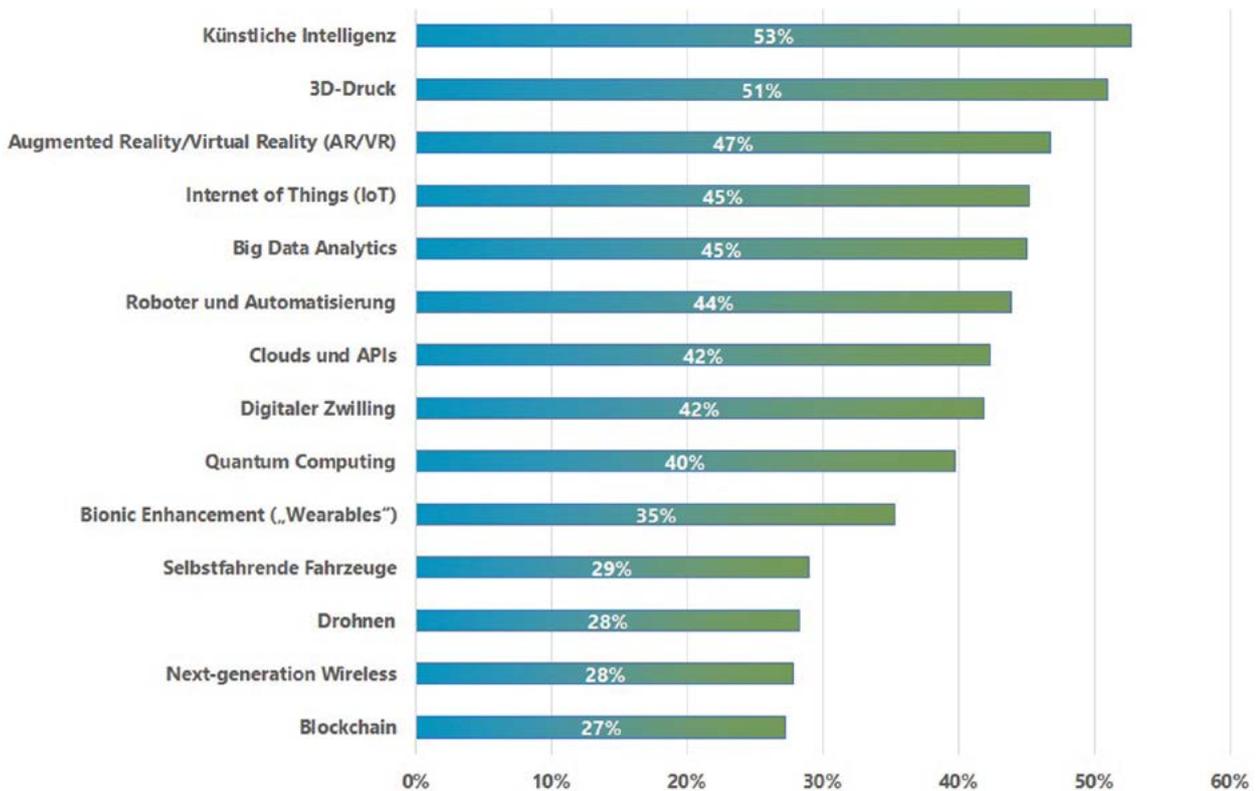


Abbildung 24: Unterstützung bei der Entwicklung von Innovationen<sup>149</sup>

Auf der anderen Seite werden aber bei keiner Herausforderung Digitalisierungstechnologien mit einem herausragenden Potenzial gesehen: Neben der KI und dem 3D-Druck beim Thema Innovation werden einzig bei der Risikoidentifikation noch zwei Techno-

logien von rund der Hälfte der Teilnehmenden als wesentlich angesehen. Ansonsten lagen die als am besten bewerteten Technologien bei deutlich niedrigeren Zustimmungswerten.

<sup>149</sup> Quelle: Eigene Darstellung;  $78 \leq n \leq 147$  durch die Filterung auf diejenigen Digitalisierungstechnologien, die in Frage 2 als bekannt oder gut bekannt angegeben wurden, kann eine Stichprobengröße nur für jede Technologie einzeln angegeben werden.

## 4.7 Treiber und Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien

### 4.7.1 Treiber des Einsatzes von Digitalisierungstechnologien

Abschließend soll der Frage nachgegangen werden, welche Faktoren Treiber für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien im Supply Chain Management sind und welche Faktoren als Hemmnisse wirken. Zunächst sollen die Treiber eines Technologieeinsatzes untersucht werden. Abbildung 25 zeigt, welche Faktoren die Befragten als Treiber ansehen.

Obwohl die Befragten den genannten Technologien häufig kein bedeutendes Potenzial für die Bewältigung aktueller Herausforderung im Supply Chain Management wie dem Supply Chain Risk Management, bei der Reduktion des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks, bei der Umsetzung des LkSG oder auch bei der Entwicklung von

Innovationen zutrauen, geben drei Viertel der Teilnehmerinnen und Teilnehmer das Erkennen von Vorteilen als den wesentlichen Treiber an. Mit deutlichem Abstand auf dem zweiten Rang ist die Aussage, dass sich Aufgaben im Supply Chain Management besser bewältigen lassen; gut die Hälfte der Befragten sieht diesen Punkt als wesentlich an. Ebenfalls wichtig als Treiber sind die Kunden der Unternehmen; dies gilt für knapp die Hälfte der Befragten. Der Einfluss der Kunden auf Entwicklungen in den Unternehmen wurde auch in den vorangehenden Studien des BME und der Hochschule Fulda gezeigt. So nannten 2021 knapp zwei Drittel der teilnehmenden Unternehmen Kundenanforderungen als Grund für die Umsetzung von Nachhaltigkeitsstrategien.<sup>151</sup> Neben den Ergebnissen auf Basis der Online-Erhebung wurde auch im

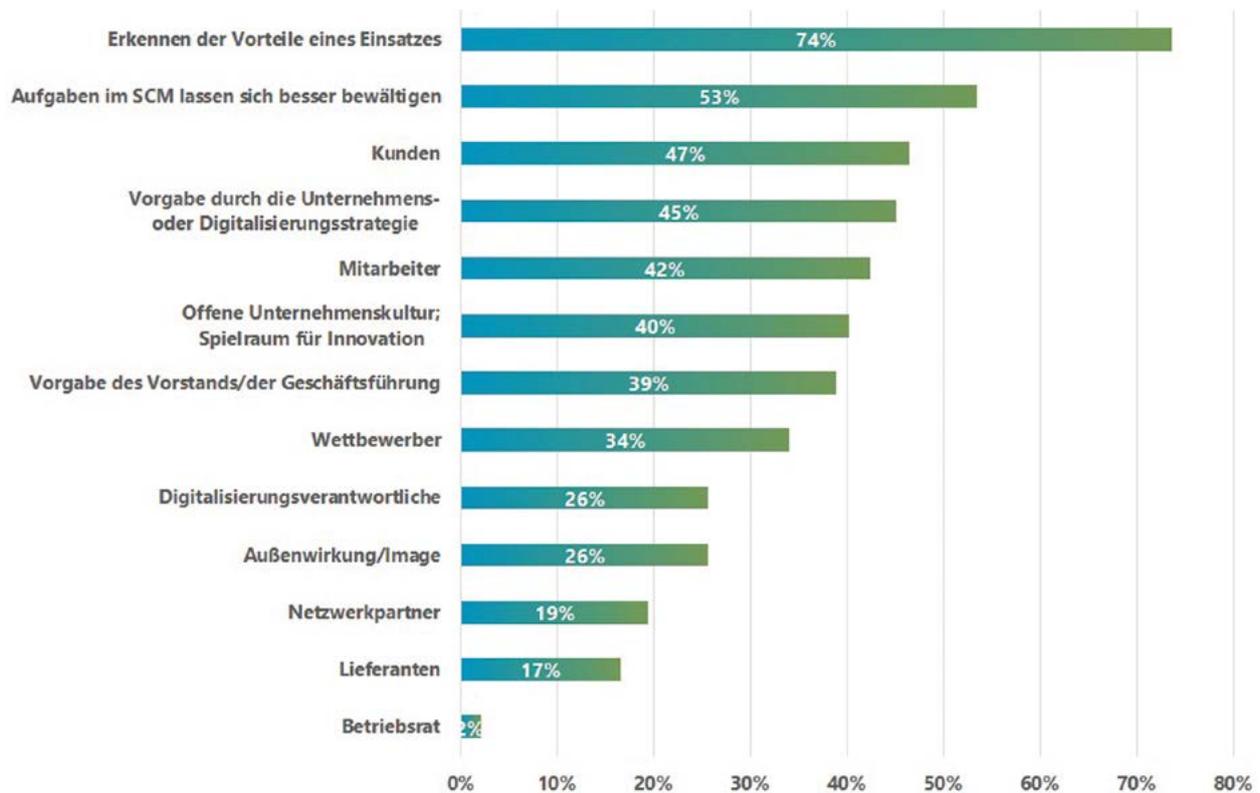


Abbildung 25: Treiber für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien<sup>150</sup>

<sup>150</sup> Quelle: Eigene Darstellung; n = 144.

<sup>151</sup> Vgl. Huth et al. 2021, S. 21.

## 4

Rahmen der Expertengespräche zur BME-Logistikstudie 2020 zum Thema SCRM immer wieder auf die Kunden verwiesen.<sup>152</sup>

*Als Einkäufer bin ich bei unseren Lieferanten der Kunde, der Digitalisierung vorantreibt.*

*Olaf Lenker, Bereichsleiter Einkauf,  
HUBTEX Maschinenbau GmbH & Co. KG*

Unternehmensinterne Treiber sind deutlich vor weiteren externen Treibern platziert. So belegen z. B. die Wettbewerber als Treiber mit rund einem Drittel Zustimmungen Platz 8; Aspekte wie Außenwirkung, Netzwerkpartner sowie die Anstöße durch Lieferanten werden nur selten als Treiber genannt. Die Unternehmen nehmen sich beim Thema Digitalisierung somit selbst als Treiber und nicht als Getriebene wahr. Dies belegt zusätzlich die deutlich ausgeprägte höhere prozentuale Zustimmung bei internen Treibern. So gaben 2022 59% mehr der Unternehmen das Erkennen der Vorteile als Grund an als 2019. Unternehmen mit offener Kultur und Spielraum für Innovationen nahmen um 56% zu und auch die Treiberrolle der Digitalisierungsverantwortliche nahm deutlich zu.

*Wir besitzen keine eigene Abteilung für Digitalisierung. Stattdessen gibt es ein Lean Management, welches Ideen und Anstöße aus den Fachabteilungen aufgreift.*

*Kevin Woweries, Teamleiter Logistikplanung & Behältermanagement, NIDEC GPM GmbH*

Die Rolle der Lieferanten oder der Kunden veränderte sich nicht wesentlich. Ein weiterer interessanter Aspekt ist, dass das Thema Vorgabe durch die Strategie oder die Unternehmensleitung eine geringere Rolle als Treiber spielt. Das Thema Digitalisierung scheint somit beim Einkauf, der Logistik und dem SCM angekommen zu sein und muss nicht per Vorgabe vorangetrieben werden. Die beiden genannten Treiber sind die einzigen, die eine geringere Rolle als 2019 spielen.

*Ich habe den Eindruck, dass die großen Unternehmen in der Logistik vieles digitalisieren. Aber – dabei geht es fast nur um interne Prozesse; die unternehmensübergreifende Digitalisierung mit Kunden und Lieferanten wird nur selten angegangen.*

*Thomas Möllers, Leiter Logistik, Zoll und Außenwirtschaft, SpanSet Gesellschaft für Transportsysteme und Technische Bänder m.b.H. & Co. KG*

Treiber	2019	2022	Veränderung
Erkennen der Vorteile eines Einsatzes	46%	74% ↑	61%
Aufgaben im SCM lassen sich besser bewältigen	47%	53% ↗	13%
Kunden	44%	47% ↗	7%
Vorgabe durch die Unternehmens- oder Digitalisierungsstrategie	60%	45% ↓	-25%
Mitarbeiter		42%	
Offene Unternehmenskultur; Spielraum für Innovation	26%	40% ↑	54%
Vorgabe des Vorstands/der Geschäftsführung	42%	39% ↘	-7%
Wettbewerber		34%	
Außenwirkung/Image		26%	
Digitalisierungsverantwortliche	19%	26% ↑	37%
Netzwerkpartner	14%	19% ↑	36%
Lieferanten	17%	17% →	-1%
Sonstige	5%	6% ↑	20%
Betriebsrat	2%	2% →	-5%

Tabelle 10: Treiber für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien (Veränderungen im Vergleich zu 2019)<sup>153</sup>

<sup>152</sup> Vgl. Huth et al. 2020, S. 10, 24 und 51.

<sup>153</sup> Quelle: Eigene Darstellung; 2022: n = 144, 2019: n = 151. Treiber ohne Angaben für 2019 wurden im Jahr 2019 nicht abgefragt. Vereinzelt wurden die Bezeichnungen der Treiber aus grafischen Gründen leicht angepasst.

#### 4.7.2 Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien

Im vorherigen Abschnitt wurde deutlich, dass insbesondere zwei unternehmensinterne Faktoren den Einsatz von Digitalisierungstechnologien treiben. Auf der anderen Seite gibt es allerdings auch Hemmnisse, die dazu führen, dass Technologien nicht eingesetzt werden oder dass sich ein Einsatz verzögert. Abbildung 26 zeigt, welche Hemmnisse die Befragten der Online-Befragung sehen.

Den Spitzenplatz bei den Hemmnissen nehmen nach wie vor nicht ausreichende Personalressourcen ein; mehr als die Hälfte der Befragten sieht in diesem Mangel einen wesentlichen Bremsklotz. Im Vergleich zu 2019 hat sich dieser Punkt verschärft (siehe dazu auch Tabelle 11).

*Kurzfristige Entscheidungen und hohe Lohnkosten sind ein Problem. Der Unternehmensstandort spielt eine große Rolle bezüglich der Löhne und verfügbarem Fachpersonal.*

*Kevin Woweries, Teamleiter Logistikplanung & Behältermanagement, NIDEC GPM GmbH*

*Die Digitalisierungsprojekte sind an teilweise an fehlenden Ressourcen gescheitert. Die offenen Stellen sind schwer zu besetzen.*

*Sönke Jungclaus, Freudenberg Performance Materials*

Fehlende Stammdaten bzw. deren schlechte Qualität wird von knapp der Hälfte der Befragten als zweitgrößter Hemmschuh genannt, nicht-definierte oder nicht-standardisierte Prozesse belegen den dritten

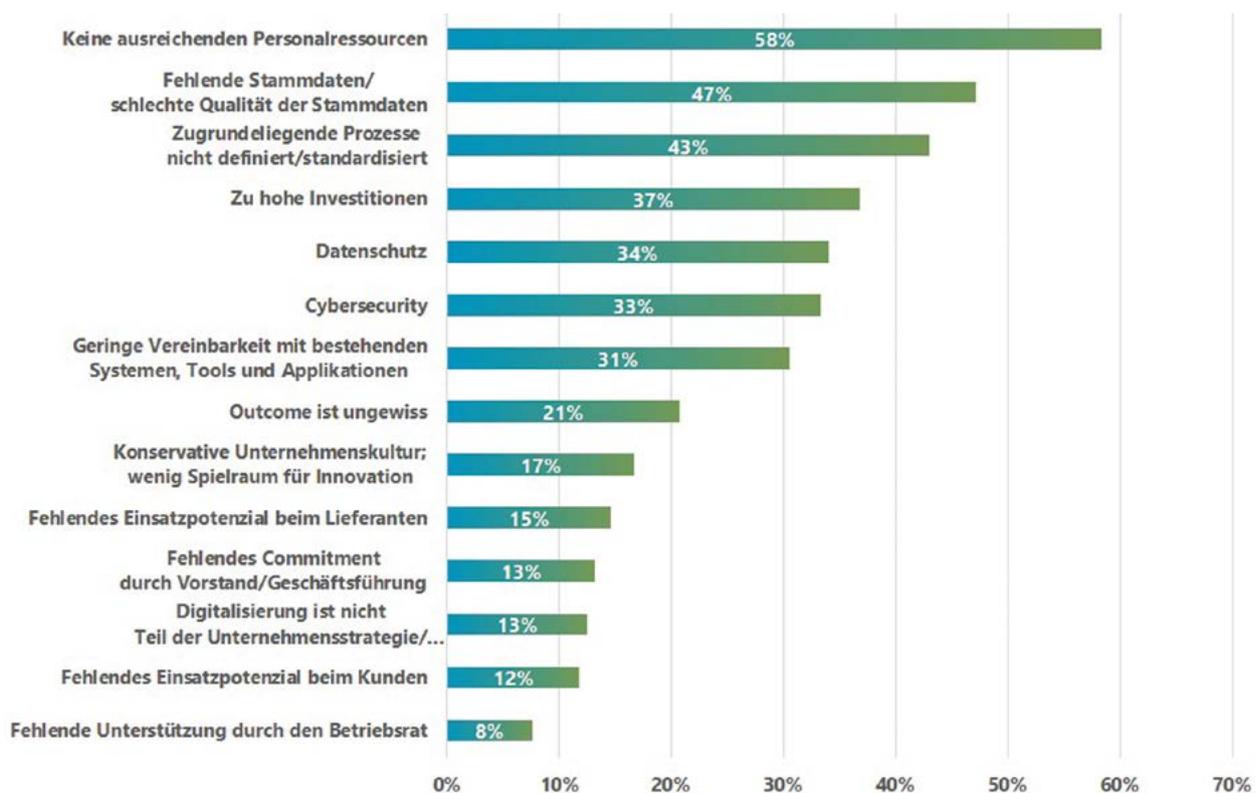


Abbildung 26: Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien<sup>154</sup>

<sup>154</sup> Quelle: Eigene Darstellung; n = 144.

## 4

Hemmnisse	2019	2022	Veränderung
Keine ausreichenden Personalressourcen		50%	58% ↑ 16%
Fehlende Stammdaten/schlechte Qualität der Stammdaten			47%
Zugrundeliegende Prozesse nicht definiert/standardisiert			43%
Zu hohe Investitionen	46%	37%	↓ -19%
Datenschutz	44%	34%	↓ -22%
Cybersecurity	38%	33%	↓ -13%
Geringe Vereinbarkeit mit bestehenden Systemen, Tools und Applikationen	44%	31%	↓ -31%
Outcome ist ungewiss	29%	21%	↓ -28%
Konservative Unternehmenskultur; wenig Spielraum für Innovation	22%	17%	↓ -25%
Fehlendes Einsatzpotenzial beim Lieferanten			15%
Fehlendes Commitment durch Vorstand/Geschäftsführung	14%	13%	↓ -6%
Digitalisierung ist nicht Teil der Unternehmensstrategie/ Es gibt keine Digitalisierungsstrategie	13%	13%	↓ -7%
Fehlendes Einsatzpotenzial beim Kunden			12%
Fehlende Unterstützung durch den Betriebsrat	14%	8%	↓ -46%
Sonstige	5%	5%	↓ -9%

Tabelle 11: Hemmnisse für den Einsatz von Digitalisierungstechnologien (Veränderungen im Vergleich zu 2019)<sup>155</sup>

Platz der Hemmnisse. Weitere, von rund einem Drittel der Teilnehmerinnen und Teilnehmer gesehene Hemmnisse sind zu hohe Investitionen, die Themen Datenschutz und Cybersecurity sowie eine geringe Vereinbarkeit mit bereits eingesetzten IT-Anwendungen.

*Die Fragen gerade bei der Digitalisierung des Lieferantenmanagements sind: Wo kommen Daten her? Wo kann ich sie aus den Systemen abgreifen? Welche Informationsqualität liegt vor bzw. welche Datenqualität benötige ich?*

*Rüdiger Steinfelder, Head of Supply Chain Management, MIWE Michael Wenz GmbH*

Der Vergleich der aktuellen Einschätzung mit den Ergebnissen der Studie von 2019 in Tabelle 11 zeigt einen positiven Trend: Zwar werden immer noch zahlreiche Hemmnisse gesehen, und insbesondere der perso-

nelle Ressourcenmangel gibt zu denken, jedoch kann es als Zeichen des Aufbruches interpretiert werden, dass der Anteil der Befragten, die diese Hemmnisse sehen, im Vergleich zur Befragung vor drei Jahren teils deutlich abgenommen hat.

*Für papierlose Prozesse sind neben der Technologie auch gesetzliche Grundlagen notwendig. Letztere fehlen im Gegensatz zu der Technologie aber häufig noch.*

*Thomas Möllers, Leiter Logistik, Zoll und Außenwirtschaft, SpanSet Gesellschaft für Transportsysteme und Technische Bänder m.b.H. & Co. KG*

Die Digitalisierung in Supply Chains scheint deutlichen besser in den Köpfen und den Unternehmen angekommen zu sein als noch vor drei Jahren und die Hemmnisse wurden ein Stück weit abgebaut.

<sup>155</sup> Quelle: Eigene Darstellung; 2022: n = 144, 2019: n = 149. Hemmnisse ohne Angaben für 2019 wurden im Jahr 2019 nicht abgefragt. Vereinzelt wurden die Bezeichnungen der Hemmnisse aus grafischen Gründen leicht angepasst.

## 5 Fazit und Handlungsempfehlungen

### 5.1 Fazit

Als wesentliches Fazit kann festgehalten werden, dass die Kernaussagen der ersten Studie zum Thema Digitalisierung in Supply Chains aus dem Jahr 2019 weiterhin Gültigkeit haben: Die Technologien sind weitestgehend (gut) bekannt, der Einsatz dieser Technologien ist aber nicht stark verbreitet. Die Bekanntheit der Technologien nimmt mit der Unternehmensgröße zu; große Unternehmen kennen sich als bei Digitalisierungstechnologien tendenziell besser aus als kleine Unternehmen.

Ein detaillierterer Blick in die Ergebnisse zeigt, dass lediglich Clouds und APIs, Roboter und Automatisierung sowie Big Data Analytics nennenswert im Regel- bzw. Testbetrieb eingesetzt werden. Mit Ausnahme von Big Data Analytics, KI und dem Internet of Things prüfen nur eine geringe Anzahl von Unternehmen einen Test- oder Regeleinsatz der betrachteten Technologien. Die Zahl der Unternehmen, die solche Einsätze prüfen, ist zudem stark rückläufig.

Vorreiterrollen haben die Automobilbranche und die Pharma- und Chemiebranche inne. Sie setzen am häufigsten Digitalisierungstechnologien ein. Auch bei der Größe der Unternehmen gibt es Unterschiede beim Umgang mit Digitalisierung. So nutzen Unternehmen mit einem Umsatz von über 1 Milliarde Euro Umsatz am häufigsten Digitalisierungstechnologien, gefolgt von klassischen Mittelständlern mit einem Umsatz zwischen 50 und 250 Millionen und den Unternehmen mit 500 Mio. bis 1 Mrd. Umsatz.

Bei der Einschätzung, inwieweit Digitalisierungstools in den letzten drei Jahren im eigenen Unternehmen, in der eigenen Branche sowie in der Gesamtwirtschaft genutzt wurde, sehen die Befragten die Rolle des eigenen Unternehmens konservativer als die der Branche oder der gesamten Wirtschaft: Die Teilnehmenden gehen also davon aus, dass das eigene Unternehmen das Thema Digitalisierung in Supply Chains in diesem Zeitraum nicht so offensiv vorangetrieben hat wie die Branche oder die Gesamtwirtschaft.

Bei der Untersuchung des prozessbezogenen Einsatzes stellt sich heraus, dass die untersuchten Technologien am häufigsten im Produktionsprozess eingesetzt

werden. Relativ prozessunabhängig werden Clouds und Big Data Analytics genutzt. Diese beiden Technologien stellen auch diejenigen dar, die im Source-Prozess (Big Data Analytics) und im Deliver-Prozess (Clouds und APIs) am häufigsten eingesetzt werden.

Die Digitalisierungstechnologien, die für Unternehmen in den nächsten bis zu fünf Jahren interessant erscheinen und somit von einem Großteil der Betriebe zukünftig eingesetzt werden sollen, weichen nicht wesentlich von den Ergebnissen der vorherigen Studie aus dem Jahr 2019 ab: Clouds und APIs, Big Data Analytics, Roboter und Automatisierung, Künstliche Intelligenz sowie das Internet of Things sind die führenden Technologien, wenn es um den zukünftigen Einsatz geht. Mehr als die Hälfte der Unternehmen plant, diese Technologien innerhalb der nächsten fünf Jahre zu nutzen; bei Clouds und APIs sowie Big Data Analytics plant dies sogar mehr als Dreiviertel der Unternehmen.

Auf der anderen Seite scheint eine Mehrheit der Technologien, nämlich acht von 14, für mehr als die Hälfte der Unternehmen auch langfristig keinen Nutzen zu bieten. So ist derzeit der Einsatz dieser acht Technologien in den abgefragten Zeiträumen von zwei, fünf oder 10 Jahren nicht geplant. Dies gilt auch für Technologien wie die Blockchain, die lange Zeit im Medien- und Wissenschaftsfokus lag, allerdings von zwei Drittel der Unternehmen als nicht konkret nutzbringend angesehen wird. Insgesamt planen weniger Unternehmen als vor drei Jahren einen Einsatz sowohl in den nächsten zwei als auch den nächsten fünf Jahren.

Im Vergleich zu 2019 ist der Anteil der kleinen Unternehmen, die eine Technologieneinführungen innerhalb der kommenden fünf Jahre planen, gestiegen, jedoch noch immer klar unterdurchschnittlich. Die größte Unternehmensklasse liegt bei der geplanten Einführung im betrachteten Zeitraum ebenfalls, allerdings nur knapp, unter dem Durchschnitt, lag 2019 aber deutlich darüber. Dies kann durch die bereits erfolgte Einführung oder Tests begründet sein. Überdurchschnittlich häufig planen Unternehmen mit



einem Umsatz von 250 Mio. Euro bis 500 Mio. Euro sowie die von 500 Mio. Euro bis 1 Mrd. Euro, Digitalisierungstechnologien in den nächsten fünf Jahren einzusetzen.

Als negative Erfahrungen nennen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer vor allem (zu) hohe Zeit- und Kostenaufwände, mangelnde Mitarbeiterakzeptanz, nicht genügende Kompatibilität, aufwändige Integration, komplizierte und langwierige Implementierung und der nicht zu gewährleistenden Qualität von Stammdaten. Auch wurde die große Abhängigkeit nach Einführung einer Technologie als Beispiel für gesammelte Erfahrung aufgeführt.

Überwiegend wurden jedoch positive Erfahrungen beim Einsatz der abgefragten Technologien gemeldet. Sie tragen vor allem zu Kosteneinsparung, Zeitgewinn und Qualitätsverbesserung bei. Der Beitrag zu mehr Flexibilität wird deutlich weniger häufig erreicht. Beim Ziel der stärkeren Kundenbindung hinken die Ergebnisse etwas hinterher. Dies könnte daran liegen, dass das Thema Kundenbindung nicht primär im Aufgabenbereich des Adressatenkreises der Umfrage liegt.

Die wichtigsten Ziele beim Einsatz der Technologien sind Zeitgewinn und höhere Transparenz. Kostensparnis liegt deutlich zurück auf Platz drei. Jedoch trägt in den Augen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Digitalisierung nicht wesentlich zu Themen

wie Risikoidentifikation, Aufbau von Resilienz, CO<sub>2</sub>-Reduktion, Gestaltung sozial-nachhaltiger Supply Chains, Einhaltung des LkSG oder der Entwicklung von Innovationen bei. Trotzdem ist das Erkennen der Vorteile eines Einsatzes der mit Abstand größte Treiber mit einem Zuwachs von 59% seit der Erhebung aus dem Jahr 2019. Das größte Hemmnis sind mangelnde Personalressourcen und fehlende bzw. qualitativ mangelhafte Stammdaten. Somit scheint die Digitalisierung beim Einkauf, der Logistik und dem SCM in den Köpfen angekommen zu sein, denn Vorgaben der Unternehmensführung oder durch die Strategie spielen eine geringere Rolle als 2019. Was fehlt, ist das Vertrauen in die Technologien, dass sie bei den großen Zukunftsthemen wie Resilienz, Nachhaltigkeit oder Risikomanagement unterstützen können, oder die Fantasien bei der Anwendung. Die Basis von guter Bekanntheit und einem grundsätzlich positiven Mindset muss nun bei der Umsetzung und Anwendung genutzt werden. Nur so können die erkannten Vorteile auch realisiert werden.

*Sehr hilfreich wäre eine Plattform, die über Technologien, realisierte Projekte, aber auch Forschungsaktivitäten informiert.*

*Thomas Möllers, Leiter Logistik, Zoll und Außenwirtschaft, SpanSet Gesellschaft für Transportsysteme und Technische Bänder m.b.H. & Co. KG*

## 5.2 Handlungsempfehlungen

Welche Handlungsempfehlungen lassen sich aus den gewonnenen Ergebnissen der diesjährigen Erhebung ableiten? Die Kernaussagen der aktuellen Studie stützen die Ergebnisse, die bereits vor drei Jahren gewonnen werden konnten. So sind auch die abgeleiteten Handlungsempfehlungen nicht gravierend anders. Vielmehr lassen sich die Handlungsempfehlungen noch bestärken.

*Digitalisierung sollten wir nicht als Selbstzweck sehen.*

*Sönke Jungclauss, Freudenberg Performance Materials*

*Digitalisierung wird von einer klaren Vision heraus betrieben: Wir wollen die Ziele erreichen, schlanke Prozesse zu gestalten, einen schnelleren Durchlauf zu gewährleisten und Kosten einzusparen.*

*Olaf Lenker, Bereichsleiter Einkauf, HUBTEX Maschinenbau GmbH & Co. KG*

### Digitalisierungstechnologien kennen!

Kernaussage: Viele der aktuellen Digitalisierungstechnologien sind gut bekannt. Das ist positiv. Gleichzeitig gibt es noch zu viele Technologien, die auf der einen



Seite für Supply Chains relevant sein können, die aber andererseits nicht oder nicht ausreichend bekannt sind. Dies gilt vor allem für kleinere Unternehmen.

Schlussfolgerung: Um richtige Entscheidungen zur Digitalisierung von Supply Chains treffen zu können, müssen Managerinnen und Manager von Supply Chains die relevanten Technologien kennen. Ansonsten besteht – insbesondere für KMU – die Gefahr, bei der digitalen Transformation abgehängt zu werden. Diese Lücke kann im Laufe der Zeit größer werden.

*Eine Technologie muss nicht unbedingt „ganz oder gar nicht“ eingeführt werden. Wenn eine Zwischenlösung auch einen positiven Effekt hat, dann ist das ein gangbarer Weg.*

*Thomas Möllers, Leiter Logistik, Zoll und Außenwirtschaft, SpanSet Gesellschaft für Transportsysteme und Technische Bänder m.b.H. & Co. KG*

Empfehlungen: Verantwortliche im Supply Chain Management sollten sich noch stärker als bisher möglichst umfassend mit Digitalisierungstechnologien auseinandersetzen. Dies gilt nicht nur für Führungskräfte; auch in anderen, angrenzenden Bereichen ist es wichtig, zu erkennen, dass sich Berufsbilder ändern oder ändern müssen. Der Bezug zu Digitalisierungsthemen ist deutlich stärker in diesen Berufsbildern zu verankern.

*Ein Digitalisierungsprojekt scheinbarweise, also mit temporären Zwischenlösungen anzugehen, führt zu erheblichem Mehraufwand und ist wenig effektiv. Besser ist es, ein solches Projekt gezielt und von vorneherein ganzheitlich umzusetzen.*

*Für den schnelleren digitalen Fortschritt fehlt das Verständnis auf der Management-Ebene. Teilweise ist es ein Generationenproblem, teilweise der fehlende Bezug zu den operativen Bereichen.*

*Kevin Woweries, Teamleiter Logistikplanung & Behältermanagement, NIDEC GPM GmbH*

### Bei der digitalen Transformation nicht abgehängt werden!

Kernaussage: Der Umsetzungsstand von digitalen Technologien ist weiterhin auf einem überschaubaren Niveau. Gravierende Veränderungen haben sich in den letzten drei Jahren nicht gezeigt. Einzig Cloud Computing, Roboter und Automatisierung sowie – mit Abstrichen – Big Data Analytics werden intensiv

eingesetzt. Alle anderen Digitalisierungstechnologien spielen derzeit keine wesentliche Rolle. Der Blick in die Zukunft zeigt bei einigen Technologien eine deutliche Intensivierung der Digitalisierungsbestrebungen.

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 von Nutzen und Kosten – und damit der Rentabilität. Derzeit erwarten Unternehmen vor allem von fünf Technologien (Clouds und APIs, Big Data Analytics, Roboter und Automatisierung, Künstliche Intelligenz sowie das Internet of Things) einen erheblichen Nutzen. Diese Technologien planen mehr als die Hälfte der Unternehmen in den kommenden fünf Jahren einzusetzen. Dabei handelt es sich um Technologien mit einem breiten Anwendungsgebiet (SCOR-Modell) und mit einem breiten Nutzenspektrum (Zielunterstützung). Andere Technologien, deren Anwendungsgebiet enger ist und die ein geringeres Nutzenspektrum anbieten, werden nur von einem geringen Anteil der Unternehmen als implementierungswürdig eingeschätzt. Dennoch kann es mittelfristig sinnvoll sein, bereits jetzt stärker als bisher Digitalisierungstechnologien im eigenen Unternehmen umzusetzen, um 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.

*Es gibt Automatisierungsprojekte, bei denen die Effizienz gesteigert wird. Dann ist Offenheit erforderlich: Wie können die freiwerdenden Ressourcen künftig genutzt werden, wie können Aufgaben verlagert werden oder für zusätzliche Projekte und Aktivitäten eingesetzt werden? Diese Diskussion wird oftmals zu spät in einem Projekt begonnen.*

*Sönke Jungclaus, Freudenberg Performance Materials*



*Die Wirkung eines jeden digitalen Tools geht verloren, wenn ich solche Projekte nicht gezielt angehe, sie nachhaltig im Unternehmen und im Prozess implementiere, sondern sie nur „fürs Papier“ mache.*

*Rüdiger Steinfelder, Head of Supply Chain Management, MIWE Michael Wenz GmbH*

### **Gezielt Nutzen realisieren!**

**Kernaussage:** Die untersuchten Digitalisierungstechnologien können zu konkretem Nutzen führen. Im Vordergrund stehen dabei technologieübergreifend die Verbesserung der Qualität, Zeitgewinne, Kosteneinsparungen und die Erhöhung der Transparenz.

**Schlussfolgerung:** Je nach Wettbewerbs- und davon abgeleiteter Supply-Chain-Strategie kommen unterschiedliche Zielkriterien zum Tragen. Der Einsatz von Digitalisierungstechnologien kann helfen, die jeweilige Wettbewerbs- und Supply-Chain-Strategie zielgerichtet zu unterstützen.

*Wir wollen die operativen Prozesse so weit wie möglich automatisieren, so dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mehr Zeit für die strategischen Themen haben.*

*Olaf Lenker, Bereichsleiter Einkauf, HUBTEX Maschinenbau GmbH & Co. KG*

**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 und detaillierte Anhaltspunkte, welche Technologien sich sinnvollerweise im eigenen Unternehmen umsetzen lassen. Auch die Unterstützung bei aktuellen Herausforderungen im Supply Chain Management wurde detailliert untersucht, so dass die mit den Ergebnissen gezielt Digitalisierungstechnologien ausgewählt werden können.

*Nicht zuletzt in einem mittelständischen Unternehmen stellt es eine große Herausforderung dar, den Gap zwischen digital affinen Teams und Teams mit eher traditioneller Ausprägung im Zuge des kontinuierlichen digitalen Changemanagements zu schließen.*

*Rüdiger Steinfelder, Head of Supply Chain Management, MIWE Michael Wenz GmbH*

Diese Empfehlungen müssen selbstverständlich von einer umfassenden Bewertung der Kosten und Nutzen ergänzt werden. 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 notwendigen Prozessveränderungen einhergehen.

*Die Großen müssten zusammenarbeiten, um reibungslose unternehmensübergreifende digitale Informationsflüsse zu entwickeln; das tun sie aber nicht. Hier fehlt ein richtiger Treiber.*

*Die Personaleinsparungen betreffen keine Entlassungen des derzeitigen Personals. Aber: In den nächsten 10 Jahren gehen viele Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Ruhestand. Deren Arbeitsplätze sind kaum wiederzubesetzen; Digitalisierung kann aber helfen, diese Lücken auszugleichen.*

*Thomas Möllers, Leiter Logistik, Zoll und Außenwirtschaft, SpanSet Gesellschaft für Transportsysteme und Technische Bänder m.b.H. & Co. KG*

*Oft fehlt in den Unternehmen die ganzheitliche Betrachtung des Betriebes, seiner Prozess- und Wertschöpfungsketten. Hier stellt das Supply Chain Management eine wichtige Funktionseinheit dar, um dem Unternehmen eine umfassende Sicht als Basis der Weiterentwicklung seiner Informations- und Prozesslandschaft zu ermöglichen.*  
*Rüdiger Steinfelder, Head of Supply Chain Management, MIWE Michael Wenz GmbH*

*Digitalisierung muss auch beim mobile working eine größere Rolle spielen. Sie kann helfen, den richtigen Mix zwischen klassischen Meetings und papierlosem, mobilen Arbeiten umzusetzen. Zudem muss sie helfen, mobile Teams nicht nur zu steuern, sondern ein Wir-Gefühl zu erzeugen.*

*Sönke Jungclaus, Freudenberg Performance Materials*

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

**Kernaussage:** Wesentlicher Treiber für die Digitalisierungsbestrebungen ist das Erkennen von Vorteilen, die mit dem Einsatz einer Technologie verbunden



sind. (Siehe dazu die vorherigen Aussagen zur Zielunterstützung.) Hemmnisse für die Umsetzung der Digitalisierung sind vor allem fehlende Personalressourcen; daneben können allerdings auch fehlende oder schlechte Stammdaten sowie nur vage spezifizierte oder nicht-standardisierte Prozesse einen Einsatz mindern.

*Im Einkauf haben wir die Standardisierung weit vorangetrieben, jetzt folgt die Automatisierung.  
Sönke Jungclaus, Freudenberg Performance  
Materials*

Schlussfolgerungen: Treiber und Hemmnisse sind mitentscheidend für die Umsetzung von Digitalisierungsansätzen; sie beeinflussen damit auch die Wettbewerbssituation eines Unternehmens. Diese Aspekte nicht zu berücksichtigen kann zu Misserfolgen und damit verbundenen negativen Konsequenzen bei der Implementierung führen.

Empfehlungen: Treiber und Hemmnisse sollten bei Digitalisierungsbestrebungen unbedingt 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 Absolventinnen und Absolventen aufzubauen und damit „frisches Wissen“ in das eigene Unternehmen zu holen. Gut geeignete Anknüpfungspunkte sind beispielsweise die Vergabe von Bachelor- oder Master-Abschlussarbeiten.

*Es ist eine zunehmend hohe Herausforderung, neues Personal bekommen. Daher suchen wir auf vielen Kanälen gezielt auch neue Kollegen/-innen mit hohem Entwicklungspotential, die in ihre Rolle bei uns erst noch hineinwachsen müssen. Wir geben hierbei intensive Hilfestellung, individuelles Mentoring und fördern deren Weiterentwicklung ganz gezielt.*

*Rüdiger Steinfeld, Head of Supply Chain  
Management, MIWE Michael Wenz GmbH*

Die Thematik der geringen Stammdaten-Qualität und der nicht ausreichend spezifizierten Prozesse sind den Unternehmen bekannt. Gleichzeitig sind dies Themenbereiche, die „ungern“ angegangen werden, weil damit kein unmittelbarer Nutzen, zum Beispiel im Sinne eines höheren Umsatzes, verbunden ist. Dennoch sind diese Themen elementar für den nutzbringenden Einsatz von Digitalisierungstechnologien. Sie sind quasi die „Hausaufgaben“, die Unternehmen in jedem Fall erledigen sollten, um wirkungsvoll Digitalisierungstechnologien einsetzen zu können.

*Für den Erfolg ist ein gutes Change Management unabdingbar und dabei insbesondere die Schaffung von Akzeptanz.  
Sönke Jungclaus, Freudenberg Performance  
Materials*

## 6 Anhang: Negative Erfahrungen

Die in der Online-Umfrage in einem Freitextfeld angegebenen Antworten sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Digitalisierungstechnologie	Negative Erfahrung(en)
<b>3D-Druck</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zu teuer</li> <li>• Zu aufwendig für unser Produkt</li> <li>• Unsaubere Verarbeitung</li> <li>• Sehr schlanke Prozesse notwendig</li> <li>• Qualitätsvorgaben, Rechtsthema bzgl. geistigen Eigentums</li> <li>• Im Metallbereich noch sehr teuer</li> <li>• Langer Druckprozess von Einzelkomponenten (aber teilweise schneller als Bezug von Lieferanten)</li> <li>• Für Serienprodukte im regulierten Umfeld bis dato kaum nutzbar</li> <li>• Für Logistikdienstleister zu individuell, um daraus ein Dienstleistungsprodukt zu entwickeln</li> <li>• Fehldrucke</li> <li>• Anwendungsbereiche waren limitiert</li> <li>• Zu langsam und teuer</li> </ul>
<b>Augmented Reality/Virtual Reality (AR/VR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teuer</li> <li>• Brillen sind im operativen Betrieb meist schwer und ergonomisch noch nicht optimal konstruiert (vermehrt Mitarbeiterbeschwerden innerhalb einer Schicht) Mitarbeiterakzeptanz</li> <li>• Aufwändige Entwicklung und Integration</li> <li>• Keine Erfahrung</li> </ul>
<b>Big Data Analytics</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zu viele Daten, Fehlinterpretationen durch nicht direkt Beteiligte</li> <li>• Welche Daten kann man wirklich nutzen? Viele Versuche nötig, um zu sehen, welche Daten zur Verarbeitung einen Mehrwert bieten. Unterschiedliche Quellsysteme lassen sich nicht immer vereinen</li> <li>• Server- und Netzwerk-Kapazitäten</li> <li>• Schwieriger Zugang zu geeigneten Quellen</li> <li>• Rechenleistung von PCs/ Servern teilweise zu gering</li> <li>• Lange Projektlaufzeit, intensiver Abstimmungsbedarf + Schulungen intern</li> <li>• Komplexität der Daten</li> <li>• Komplexe Fragestellungen/Use Cases, Zeit- und kostenintensiver Know-how-Aufbau</li> <li>• Barrieren in den Köpfen bzw. wenig Bereitschaft zur Umsetzung festgestellt</li> </ul>
<b>Bionic Enhancement („Wearables“)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niedrigere Prozessgeschwindigkeit</li> <li>• Funklöcher</li> <li>• Eingeschränkte Akzeptanz bei Mitarbeitern.</li> <li>• Einbindung in IT-Systemlandschaft</li> <li>• Angst bei Anwendung</li> <li>• An- und Ablegen dauert lange</li> </ul>
<b>Blockchain</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativ komplex in der Umsetzung; schwierig, Partner dazu zu finden; hohe Kosten zur Inbetriebnahme</li> <li>• Internes Verständnis nur gering. Sehr komplex in der Planung &amp; Implementierung im Unternehmen</li> <li>• Akzeptanz bezüglich Sicherheit immer noch sehr gering</li> </ul>

<b>Clouds und APIs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viele Systeme, die miteinander kommunizieren, bieten viele Vorteile, aber erzeugen auch systemseitige Abhängigkeiten, welche schnell komplex werden können</li> <li>• Verbindungsprobleme und lange Test- und Einführungsphasen</li> <li>• Schnittstellen benötigen viel Abstimmung</li> <li>• Risiko des Datenverlustes</li> <li>• In der ländlichen Region, in der sich unser Unternehmen befindet, ist eine sichere Datenverbindung nicht immer gegeben.</li> <li>• Datenverfügbarkeit</li> <li>• Datensicherheit muss gewährleistet sein</li> <li>• APIs (anstatt EDI) in Richtung Kunden oder DL oder beides?</li> <li>• APIs sind statisch, Aufwand für Flexibilität notwendig</li> <li>• Zu wenig interne IT Unterstützung</li> </ul>
<b>Digitaler Zwilling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Startschwierigkeiten, da Änderungen im Netzwerk nicht immer im Zwilling abgebildet wurden</li> <li>• Stabilität nicht immer gut, da meist in Testumgebung</li> <li>• Kompetenzaufbau im Unternehmen notwendig</li> <li>• Hoher Initialaufwand bzgl. „Datenbefüllung“</li> <li>• Daten- und Informationsqualität oftmals leider nicht ausreichend</li> </ul>
<b>Drohnen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zu unflexibel und zu teuer</li> <li>• Zeit- und Kostenaufwand zu hoch</li> <li>• Einsatz derzeit noch zu eingeschränkt möglich</li> <li>• Aufwändig</li> </ul>
<b>Internet of Things (IoT)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wenig bekannt</li> <li>• Verbindungsprobleme</li> <li>• Technische Abstürze, Servershutdown</li> <li>• Nicht vorhandene Infrastruktur für Anschluss</li> <li>• Informationen manchmal nicht korrekt</li> <li>• Angst bei Anwendung</li> <li>• Allgemein stärkere Anforderungen an die IT-Sicherheit</li> </ul>
<b>Künstliche Intelligenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teilweise hohe Ausfallrate/manuelle Eingriffe notwendig</li> <li>• Unklare Zielvorgaben, falsche Daten werden gesammelt</li> <li>• Teilweise schwer planbar, da die Zeit für Trainings oft nicht kalkulierbar ist</li> <li>• Sehr komplexes Thema, nur mit externer fachlicher Unterstützung/Beratung umsetzbar</li> <li>• Overfitting; am Ziel vorbei entwickelt; geringe Akzeptanz</li> <li>• Master Data Quality ist extrem wichtig und nicht immer einfach konstant zu gewährleisten</li> <li>• Längere Zeitreihen nötig für Mehrwert</li> <li>• Komplexe Fragestellungen/Use Cases, Zeit- und kostenintensiver Know-how-Aufbau</li> <li>• Fehlende (Industrie-)Standards, auf die Wertschöpfungskette bezogen</li> <li>• Fachliche Kompetenz fehlt</li> <li>• Aufwand im Vorlauf/Testphase</li> <li>• Viel Aufwand für die Kalibrierung der KI-Software</li> </ul>

## 6

<b>Roboter und Automatisierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unzureichende eigene Erfahrungen kosten Zeit in der Implementierung</li> <li>• Unflexibel; durch den Faktor Mensch kann man schneller auf Sonderfälle eingehen (kurze Prozessoptimierung bei schwankender Auftragslage)</li> <li>• Steigende Investitionskosten, vergleichsweise starre Systeme</li> <li>• Starke Abhängigkeit, bei Ausfall der Technologie ist es fast unmöglich, das Tagesgeschäft normal abzuwickeln</li> <li>• Servicetechniker-Qualifikation</li> <li>• Schlechte Spezifizierung</li> <li>• Roboter und Automatisierung sind statisch, Aufwand für Flexibilität notwendig</li> <li>• Recht fehleranfällig, nicht flexibel, bei Ersterstellung hoher manueller Aufwand, wartungsintensiv</li> <li>• Nur der vorgegebene Prozess ist möglich, weniger Flexibilität</li> <li>• Kosten/Investitionen</li> <li>• Hoher Initialaufwand bzgl. Programmierung</li> <li>• Software für eigene Mitarbeiter oft bedienerunfreundlich (Hersteller Support notwendig)</li> <li>• Hohe Anlaufkosten (Implementierung) und Nutzen nur bei hoher Auslastung</li> <li>• Allgemein stärkere Anforderungen an die IT Sicherheit</li> <li>• Akzeptanz der Mitarbeiter</li> <li>• Systemprobleme führen teils zu Ausfällen</li> </ul>
<b>Selbstfahrende Fahrzeuge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zu unflexibel</li> <li>• Zeitintensive Testphase, bis die Roboter so fahren, wie sie sollen</li> <li>• Viele Kinderkrankheiten</li> <li>• Sind auf Grund des Fabriklayouts nicht sinnvoll einsetzbar</li> <li>• Sicherheitsanforderungen</li> <li>• Schwierig einsetzbar, da Produkte von Größe und Transportgebinde stark variieren</li> <li>• Probleme bei Traffic Management innerhalb von Gebäuden (gleichzeitiger Personen- und FFZ-Verkehr)</li> <li>• Noch Pilotstadium</li> <li>• Keine Flexibilität durch definierte Geschwindigkeiten</li> <li>• Derzeit immer noch kein Plug and Play; Implementierung aufwendig</li> <li>• Allgemein Stärkere Anforderungen an die IT-Sicherheit.</li> <li>• Akzeptanz der Mitarbeiter, teuer für Einsatz in Best-Cost-Ländern</li> </ul>

Tabelle 12: Negative Erfahrungen der Befragten beim Einsatz von Digitalisierungstechnologien in Supply Chains<sup>156</sup>

<sup>156</sup> Quelle: Eigene Darstellung.



## 7 Literaturverzeichnis

- Andelfinger, Volker P. (2015): *Internet der Dinge*: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Andelfinger, Volker P.; Hänisch, Till (Hg.) (2017): *Industrie 4.0. Wie cyber-physische Systeme die Arbeitswelt verändern*. Wiesbaden: Springer Gabler (SpringerLink Bücher).
- APICS (2017): *Supply Chain Operations Reference Model. SCOR Version 12.0*. Hg. v. APICS, zuletzt geprüft am 28.09.2021.
- Bahashwan, Abdullah Ahmed; Anbar, Mohammed; Abdullah, Nibras; Al-Hadhrami, Tawfik; Hanshi, Sabri M. (2021): Review on Common IoT Communication Technologies for Both Long-Range Network (LPWAN) and Short-Range Network. In: Faisal Saeed, Tawfik Al-Hadhrami, Fathey Mohammed und Errais Mohammed (Hg.): *Advances on Smart and Soft Computing*, Bd. 1188. Singapore: Springer Singapore (Advances in Intelligent Systems and Computing), S. 341–353.
- Bauernhansl, Thomas; Hompel, Michael ten; Vogel-Heuser, Birgit (2014): *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Becker, Torsten (2018): *Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren*. 3. neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Becker, Wolfgang; Pflaum, Alexander (2019): Begriff der Digitalisierung. Extension und Intension aus betriebswirtschaftlicher Perspektive. In: Wolfgang Becker, Brigitte Eierle, Alexander Fliaster, Björn Sven Ivens, Alexander Leischnig, Alexander Pflaum und Eric Sucky (Hg.): *Geschäftsmodelle in der digitalen Welt. Strategien, Prozesse und Praxiserfahrungen*. korrigierte Publikation. Wiesbaden: Springer Gabler (Springer eBook Collection), S. 3–13.
- Berndt, D.; Gohla, M.; Seidel, H.; Seiffert, U. (2015): Produktionssysteme. In: Michael Schenk (Hg.): *Produktion und Logistik mit Zukunft - Digital Engineering and Operation*, 151-244. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Biedermann, Lukas; Kotzab, Herbert (2019): Erfolgsfaktoren zur zukünftigen Gestaltung resilienter Supply Chains – Konzeption eines Bezugsrahmens. In: Christoph Bode, Ronald Bogaschewsky, Michael Eßig, Rainer Lasch und Wolfgang Stölzle (Hg.): *Supply Management Research*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 235–254.
- Bodkhe, Umesh; Tanwar, Sudeep; Parekh, Karan; Khanpara, Pimal; Tyagi, Sudhanshu; Kumar, Neeraj; Alazab, Mamoun (2020): Blockchain for Industry 4.0: A Comprehensive Review. In: *IEEE Access* 8, S. 79764–79800. DOI: 10.1109/access.2020.2988579.
- Bolstorff, Peter A.; Rosenbaum, Robert G.; Poluha, Rolf G. (2007): *Spitzenleistungen im Supply Chain Management*. Ein Praxishandbuch zur Optimierung mit SCOR. 1. Aufl. s.l.: Springer-Verlag. Online verfügbar unter <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10187366>.
- Brabra, Hayet; Mtibaa, Achraf; Petrillo, Fabio; Merle, Philippe; Sliman, Layth; Moha, Naouel et al. (2019): On semantic detection of cloud API (anti)patterns. In: *Information and Software Technology* 107, S. 65–82. DOI: 10.1016/j.infsof.2018.10.012.
- Bracht, Uwe (2018): *Digitale Fabrik. Methoden und Praxisbeispiele*. Unter Mitarbeit von Dieter Geckler und Sigrid Wenzel. 2nd ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg (VDI-Buch Ser). Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=5267513>.
- Brylowski, Martin; Schröder, Meike; Kersten, Wolfgang (2021): *Machine Learning im Supply Chain Risk Management*. Technische Universität Hamburg. Hamburg. Online verfügbar unter <https://tore.tuhh.de/bitstream/11420/10799/1/Brylowski%20et%20al.%20%282021%29%20-%20Machine%20Learning%20im%20SCRM.pdf>, zuletzt geprüft am 15.09.2022.
- Christopher, Martin; Peck, Helen (2004): Building the Resilient Supply Chain. In: *The International Journal of Logistics Management* 15 (2), S. 1–14. DOI: 10.1108/09574090410700275.
- DHL (2022): *Next-Generation Wireless in Logistics*. Hg. v. DHL Customer Solutions & Innovation. Online verfügbar unter <https://www.dhl.com/global-en/home/insights-and-innovation/thought-leadership/trend-reports/next-generation-wireless.html>, zuletzt geprüft am 27.10.2022.



- DHL Customer Solutions & Innovation (Hg.) (2016): Logistics Trend Radar. Delivering insight today. Creating value tomorrow. Troisdorf.
- DHL Customer Solutions & Innovation (Hg.) (2022): The Logistics Trend Radar. Delivering insight today, creating value tomorrow. 5. Aufl. Troisdorf. Online verfügbar unter <https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-logistics-trend-radar-5thedition.pdf>, zuletzt geprüft am 01.10.2022.
- Fastermann, Petra (2012): 3D-Druck/Rapid Prototyping. Eine Zukunftstechnologie – kompakt erklärt. 1st ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (X.media.press). Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=968554>.
- Fläming, H. (2015): Autonome Fahrzeuge und autonomes Fahren im Bereich des Gütertransports. In: Markus Maurer (Hg.): Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Technische, Rechtliche und Gesellschaftliche Aspekte. Unter Mitarbeit von J. Christian Gerdes, Barbara Lenz und Hermann Winner. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg, S. 377–398.
- Flossbach von Storch AG (2018): Blockchain: So entsteht ein Block - Flossbach von Storch. Online verfügbar unter <https://www.flossbachvonstorch.de/de/news/blockchain-so-entsteht-ein-block/>, zuletzt aktualisiert am 17.01.2018, zuletzt geprüft am 29.08.2022.
- Fritz, A. Herbert (Hg.) (2018): Fertigungstechnik. 12., neu bearbeitete und ergänzte Auflage. Berlin, Germany: Springer Vieweg (Lehrbuch). Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1512734>.
- Global Compact Office der Vereinten Nationen (2010): Nachhaltigkeit in der Lieferkette. Ein praktischer Leitfaden zur kontinuierlichen Verbesserung. Online verfügbar unter [https://www.globalcompact.de/migrated\\_files/wAssets/docs/Lieferkettenmanagement/nachhaltigkeit\\_in\\_der\\_lieferkette.pdf](https://www.globalcompact.de/migrated_files/wAssets/docs/Lieferkettenmanagement/nachhaltigkeit_in_der_lieferkette.pdf), zuletzt geprüft am 01.09.2022.
- Göpfert, Ingrid (2019): Logistik der zukunft - logistics for the future. GABLER.
- Günthner, W. A.; Chisu, R.; Kuzmany, F. (2010): Die Vision vom Internet der Dinge. In: Willibald Günthner und M. ten Hompel (Hg.): Internet der Dinge in der Intralogistik. Unter Mitarbeit von Michael Hompel. Dordrecht: Springer (VDI-Buch), S. 43–46.
- Heinrich, Christian; Stühler, Gregor (2017): Die Digitale Wertschöpfungskette: Künstliche Intelligenz im Einkauf und Supply Chain Management. In: Christian Gärtner und Christian Heinrich (Hg.): FALLSTUDIEN ZUR DIGITALEN TRANSFORMATION. Case Studies für die Lehre und praktische Anwendung. GABLER, S. 77–88.
- Ho, William; Zheng, Tian; Yildiz, Hakan; Talluri, Srinivas (2015): Supply chain risk management: a literature review. In: *International Journal of Production Research* 53 (16), S. 5031–5069. DOI: 10.1080/00207543.2015.1030467.
- Hompel, M. ten; Wolf, O.; Daniluk, D.; Rahn, J. (2012): Logistics Mall - Software aus der Steckdose. In: Wolfgang Stölzle und Thomas C. Lieb (Hg.): Business Innovation in der Logistik. Chancen und Herausforderungen für Wissenschaft und Praxis. Unter Mitarbeit von Kerstin Lampe. Wiesbaden: Springer Gabler (Business Innovation Universität St. Gallen : Profildbereich Business Innovation), S. 127–146.
- Huber, Walter (2018): Industrie 4.0 kompakt – Wie Technologien unsere Wirtschaft und unsere Unternehmen verändern. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Hughes (2021): Quantum Computing for the Quantum Curious. Cham: Springer International Publishing.
- Huth, Michael; Knauer, Carsten; Prang, Jeanine (2020): BME-Logistikumfrage 2020. Supply Chain Risk Management. Hg. v. Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. (BME). Online verfügbar unter [https://a.storyblok.com/f/104752/x/e368482abd/bme-logistikumfrage-2020\\_supply-chain-risk-management.pdf](https://a.storyblok.com/f/104752/x/e368482abd/bme-logistikumfrage-2020_supply-chain-risk-management.pdf), zuletzt geprüft am 11.09.2022.
- Huth, Michael; Knauer, Carsten; Ruf, Tobias (2019): BME-Logistikumfrage. Digitalisierung in Supply Chains. Hg. v. Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. (BME). Online verfügbar unter [https://a.storyblok.com/f/104752/x/7e064e82ff/bme-logistikumfrage-2019\\_digitalisierung\\_in\\_supplychains.pdf](https://a.storyblok.com/f/104752/x/7e064e82ff/bme-logistikumfrage-2019_digitalisierung_in_supplychains.pdf), zuletzt geprüft am 11.07.2022.
- Huth, Michael; Knauer, Carsten; Vasileiadis, Nikolaos (2021): BME-Logistikstudie 2021. Nachhaltigkeit in Supply Chains. Hg. v. Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. (BME). Online verfügbar unter [https://a.storyblok.com/f/104752/x/8c81332d0f/bme-logistikstudie-2021-nachhaltigkeit-in-supply-chains\\_web.pdf](https://a.storyblok.com/f/104752/x/8c81332d0f/bme-logistikstudie-2021-nachhaltigkeit-in-supply-chains_web.pdf), zuletzt geprüft am 11.09.2022.

- 
- 
- Ivanov, Dmitry (2018): Structural Dynamics and Resilience in Supply Chain Risk Management. Cham: Springer International Publishing (265).
- Ivanov, Dmitry; Tsipoulanis, Alexander; Schönberger, Jörn (2021): Global Supply Chain and Operations Management. A Decision-Oriented Introduction to the Creation of Value. Unter Mitarbeit von Alexander Tsipoulanis und Jörn Schönberger. Third Edition. Cham: Springer International Publishing (Springer Texts in Business and Economics). Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6809648>.
- Kersten, Wolfgang; Seiter, Mischa; See, Birgit von; Hackius, Niels; Maurer, Timo (2017): Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management. Chancen der digitalen Transformation. Hg. v. Bundesvereinigung Logistik e.V. (BVL). Hamburg. Online verfügbar unter [https://www.bvl.de/files/1951/1988/2128/Trends\\_und\\_Strategien\\_in\\_Logistik\\_und\\_Supply\\_Chain\\_Management\\_-\\_Kersten\\_von\\_See\\_Hackius\\_Maurer.pdf](https://www.bvl.de/files/1951/1988/2128/Trends_und_Strategien_in_Logistik_und_Supply_Chain_Management_-_Kersten_von_See_Hackius_Maurer.pdf), zuletzt geprüft am 01.09.2022.
- Klüh, Ulrich; Hütten, Moritz; Kleinod, Sonja (2022): Blockchains und die Zukunft von Arbeit und Organisation: Technologische Mythen als Elemente eines umfassenden Wissensmanagements im digitalen Wandel. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung (Working Paper Forschungsförderung, 245). Online verfügbar unter <https://www.econstor.eu/handle/10419/260570>.
- Kommadi, Bhagvan (2020): Quantum Computing Solutions. Berkeley, CA: Apress.
- Kozioł, Michael (2022): "Great Capacity!" "Less Latency!"—How Wi-Fi 7 Achieves Both. In: *IEEE Spectrum*, 27.05.2022. Online verfügbar unter <https://spectrum.ieee.org/what-is-wifi-7>, zuletzt geprüft am 27.10.2022.
- Krzywdzinski, Martin (2020): Automatisierung, Digitalisierung und Wandel der Beschäftigungsstrukturen in der Automobilindustrie. Eine kurze Geschichte vom Anfang der 1990er bis 2018. Hg. v. Wissenschaftszentrum Berlin für. Berlin (WZB Discussion Paper, SP III 2020-302). Online verfügbar unter <https://www.econstor.eu/handle/10419/221758>, zuletzt geprüft am 13.09.2022.
- Kurz, Constanze; Rehak, Rainer (2018): Nur eine Kette aus Blöcken. In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 10.12.2018. Online verfügbar unter <https://www.faz.net/aktuell/feuilleton/aus-dem-maschinenraum/der-hype-um-blockchain-hat-deutlich-abgenommen-15932936.html>, zuletzt geprüft am 29.08.2022.
- Lamothe, Maxime; Guéhéneuc, Yann-Gaël; Shang, Weiyi (2021): A Systematic Review of API Evolution Literature. In: *ACM Comput. Surv.* 54 (8), S. 1–36. DOI: 10.1145/3470133.
- Landrock, Holm; Baumgärtel, Anne (2018): Die Industriedrohne - der fliegende Roboter. Professionelle Drohnen und ihre Anwendung in der Industrie 4.0. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Lehmacher, Wolfgang (2017): The global supply chain. Online verfügbar unter <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-51115-3.pdf>.
- Leimeister, Jan Marco (2021): Einführung in die Wirtschaftsinformatik. 13., aktualisierte und überarbeitete Auflage. Berlin, Germany: Springer Gabler (Lehrbuch).
- Liebethuth, Thomas (2020): Prozessmanagement in Einkauf und Logistik. Instrumente und Methoden Für das Supply Chain Process Management. 2nd ed. Wiesbaden: Springer Gabler. in Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Märkel, Christian; Stronzik, Marcus; Simons, Martin; Wissner, Matthias; Lundborg, Martin (2021): Einsatz von Blockchain in KMU: Chancen & Hemmnisse. Bad Honnef: WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK Diskussionsbeitrag, 477). Online verfügbar unter <https://www.econstor.eu/handle/10419/248433>.
- Márquez, García (2021): Internet of Things. 1st ed. [S.l.]: Springer International Publishing (305).
- Mell, P. M.; Grance, T. (2011): The NIST definition of cloud computing. Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology.
- Melnyk, Steven A.; Closs, David J.; Griffis, Stanley E.; Zobel, Christopher W.; Macdonald, John R. (2014): Understanding Supply Chain Resilience. In: *Supply Chain Management Review* (January/February), S. 34–41. Online verfügbar unter [https://www.scmr.com/plus/SCMR1401\\_F\\_Resilience.pdf](https://www.scmr.com/plus/SCMR1401_F_Resilience.pdf), zuletzt geprüft am 31.08.2022.
- Mertens, Peter (2017): Grundzüge der Wirtschaftsinformatik. 12., grundlegend überarbeitete Aufl. Berlin: Springer Gabler (Lehrbuch).



- Mohammed Sadeeq, Mohammed; Abdulkareem, Nasiba M.; Zeebaree, Subhi R. M.; Mikael Ahmed, Dindar; Saifullah Sami, Ahmed; Zebari, Rizgar R. (2021): IoT and Cloud Computing Issues, Challenges and Opportunities: A Review. In: *QAJ* 1 (2), S. 1–7. DOI: 10.48161/qaj.v1n2a36.
- Müller, Martin; Siakala, Sara (2020): Nachhaltiges Lieferkettenmanagement. Von der Strategie zur Umsetzung. Berlin: De Gruyter Oldenbourg.
- Nachtigall, Werner (1998): Bionik. Grundlagen und Beispiele Für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6670384>.
- Nakamoto, Satoshi (2008): Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. In: *SSRN Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.3977007.
- Panetta, Kasey (2017): Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017. Gartner, Inc. Online verfügbar unter <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017>, zuletzt aktualisiert am 15.08.2017, zuletzt geprüft am 01.10.2022.
- Panetta, Kasey (2021): 3 Themen tauchen im Hype Cycle für Emerging Technologies 2021 auf. Gartner, Inc. Online verfügbar unter <https://www.gartner.de/de/artikel/3-themen-im-hype-cycle-fuer-emerging-technologies-2021>, zuletzt aktualisiert am 23.08.2021, zuletzt geprüft am 01.10.2022.
- Pfohl, Hans-Christian (2018): Logistiksysteme. Betriebswirtschaftliche Grundlagen. 9. Auflage 2018. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (SpringerLink Bücher).
- Pirke, Herbert (2021): Technologievorausschau in frühen Entwicklungsstadien. Unter Mitarbeit von Universitätsbibliothek der FU Berlin und Gerhard de Haan.
- Porter, Michael E.; Heppelmann, James E. (2015): How smart, connected products are transforming companies. In: *Harvard business review*. Online verfügbar unter [https://boundarysys.com/wp-content/uploads/2021/03/hbr-how-smart-connected-products-are-transforming-companies.ik\\_.pdf](https://boundarysys.com/wp-content/uploads/2021/03/hbr-how-smart-connected-products-are-transforming-companies.ik_.pdf).
- Pressleitner, Christoph; Schramm, Michael (2021): Warum Ihre Lieferkette für eine nachhaltige Zukunft eine Blockchain braucht. Ernst & Young Global Limited (EYG). Online verfügbar unter [https://www.ey.com/de\\_at/supply-chain/warum-ihre-lieferkette-fuer-eine-nachhaltige-zukunft-eine-blockchain-braucht](https://www.ey.com/de_at/supply-chain/warum-ihre-lieferkette-fuer-eine-nachhaltige-zukunft-eine-blockchain-braucht), zuletzt aktualisiert am 13.10.2021, zuletzt geprüft am 01.09.2022.
- PvC (2018): Auswirkungen der Nutzung von künstlicher Intelligenz in Deutschland. Online verfügbar unter [https://www.forum-institut.de/de/media/B3/Content/PwC%20Deutschland\\_Auswirkungen%20der%20Nutzung%20von%20k%C3%BCnstlicher%20Intelligenz%20in%20Deutschland.pdf](https://www.forum-institut.de/de/media/B3/Content/PwC%20Deutschland_Auswirkungen%20der%20Nutzung%20von%20k%C3%BCnstlicher%20Intelligenz%20in%20Deutschland.pdf), zuletzt geprüft am 18.10.2022.
- Rashid, Aaqib; Chaturvedi, Amit (2019): Cloud Computing Characteristics and Services A Brief Review. In: *ijcse* 7 (2), S. 421–426. DOI: 10.26438/ijcse/v7i2.421426.
- Rhode, A.-K. (2016): Robotik in der Logistik – Einsatzpotenziale, Herausforderungen und Trends. In: Frank Molzow-Voit, Moritz Quandt, Michael Freitag und Georg Spöttl (Hg.): Robotik in der Logistik. Qualifizierung für Fachkräfte und Entscheider. 1. Aufl. 2016. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Springer eBook Collection), S. 23–42.
- Ritz, Johannes (2018): Mobilitätswende – autonome Autos erobern unsere Straßen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Romeike, Frank; Huth, Michael (2016): Struktur des Risikomanagements in der Logistik. In: Michael Huth und Frank Romeike (Hg.): Risikomanagement in der Logistik. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 49–84.
- Santoro, Mattia; Vaccari, Lorenzino; Mavridis, Dimitrios; Smith, Robin; Posada, Monica; Gattwinkel, Dietmar (2019): Web Application Programming Interfaces (APIs). General-purpose standards, terms and European Commission initiatives. Luxembourg: Publications Office of the European Union (EUR, 29984).
- Schallmo, Daniel (2019): Die Digitale Transformation von Geschäftsmodellen als Erfolgsfaktor. Grundlagen, Beispiele und Roadmap. In: Stefan Meinhardt und Alexander Pflaum (Hg.): Digitale Geschäftsmodelle – Band 1. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 47–66.



- Schulte, Christof (2017): Logistik: Wege zur Optimierung der Supply Chain. Wege zur Optimierung der Supply Chain. 7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. [Place of publication not identified]: Verlag C.H. Beck; Vahlen (Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften). Online verfügbar unter <http://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=4776648>.
- Siepmann, David (2016): Industrie 4.0. Struktur und Historie. In: Armin Roth (Hg.): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0. Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler, S. 17–34.
- Statista GmbH (Hg.) (2022): Anzahl der rechtlichen Einheiten/ Unternehmen in Deutschland nach Umsatzgrößenklassen im Jahr 2020. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/239418/umfrage/unternehmen-in-deutschland-nach-umsatzgroessenklassen/>, zuletzt aktualisiert am 24.01.2022, zuletzt geprüft am 25.08.2022.
- Stölzle, Wolfgang; Schmidt, Thorsten; Kille, Christian; Schulze, Frank; Wildhaber, Victor (2018): Digitalisierungswerkzeuge in der Logistik: Einsatzpotenziale, Reifegrad und Wertbeitrag. Impulse für Investitionsentscheidungen in die Digitalisierung – Erfolgsgeschichten und aktuelle Herausforderungen: Cuvillier Verlag.
- Szozda, Natalia (2017): Industry 4.0 and its impact on the functioning of supply chains. In: *Logforum* 13 (4), S. 401–414. DOI: 10.17270/J.LOG.2017.4.2.
- VDI Technologiezentrum GmbH (Hg.): Roadmap Quantencomputing. Düsseldorf. Online verfügbar unter <http://www.quantentechnologien.de/roadmap-quantencomputing>, zuletzt geprüft am 13.09.2022.
- Wannenwetsch, Helmut (Hg.) (2014): Integrierte Materialwirtschaft, Logistik und Beschaffung. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (Springer-Lehrbuch).
- Westkämper, Engelbert (2010): Einführung in die Fertigungstechnik. 8., aktualisierte und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Vieweg+Teubner (Studium).
- Wischmann, Steffen; Hartmann, Ernst Andreas (2018): Zukunft der Arbeit - Eine praxisnahe Betrachtung. Unter Mitarbeit von Ernst Andreas Hartmann. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6422724>.
- Zijm, Henk; Klumpp, Matthias; Regattieri, Alberto; Heragu, Sunderesh (Hg.) (2019): Operations, Logistics and Supply Chain Management. Cham: Springer International Publishing (Lecture Notes in Logistics).
- Zimmermann, Guido (2021): Wie kann Blockchain zur Nachhaltigkeit beitragen? Qualitätskontrolle, ESG-Kriterien und DLT-Green Bonds. Landesbank Baden-Württemberg. Online verfügbar unter [https://www.lbbw.de/konzern/research/2021/blickpunkte/20210601-lbbw-research-blockchain-nachhaltigkeit\\_ac32t36y6h\\_m.pdf](https://www.lbbw.de/konzern/research/2021/blickpunkte/20210601-lbbw-research-blockchain-nachhaltigkeit_ac32t36y6h_m.pdf), zuletzt geprüft am 01.09.2022.
- Zreikat, Aymen (2020): Performance Evaluation of 5G/WiFi-6 Coexistence. In: *International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing* 14, S. 903–913. DOI: 10.46300/9106.2020.14.116.

## Über uns

### BME e.V.

Der 1954 gegründete Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. (BME) ist der Fachverband für Einkäufer, Supply Chain Manager und Logistiker in Deutschland und Kontinentaleuropa. Wir verstehen uns als Netzwerkpartner für alle Branchen und Sektoren: 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 hilft der BME 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 rund 9.750 Mitglieder 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 mehr als einem Drittel des deutschen Bruttoinlandsprodukts.

## Sektion Logistik

### Fachgruppenkonzept

Der Bundesverband als Fachverband für Einkauf, Supply Chain und Logistik bündelt sein Fachwissen in den BME-Fachgruppen. Das dabei erarbeitete Fachwissen fließt in Publikationen, Veranstaltungen und alle weiteren Aktivitäten des BME ein. Unsere Fachgruppen bestehen aus zirka 10 bis 20 Personen, die sich regelmäßig treffen, um sich über ein bestimmtes einkaufs- oder logistikrelevantes Thema auszutauschen.

Ziel der Fachgruppen ist es,

- den fachlichen Austausch zwischen den Verbandsmitgliedern unabhängig von der Unternehmensgröße und Branchenzugehörigkeit zu fördern,
- die Einkaufsprozesse im Ergebnis gemeinsam zu verbessern und
- Standards zu schaffen.

Eine Übersicht über das aktuelle **Fachgruppen-Portfolio** finden Sie unter:

<https://www.bme.de/netzwerk/sektionen/>

Die gemeinsam erarbeiteten Ergebnisse, gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen fließen in Leitfäden, Whitepaper oder Veranstaltungen ein, die anderen Verbandsmitgliedern oder Interessierten zur Verfügung gestellt werden können.

Die **Leitfäden** stehen für BME-Mitglieder kostenfrei zum Download im Mitgliederbereich zur Verfügung:

<https://www.bme.de/der-bme/fachinformationen-fuer-mitglieder/?u=1>

Alle verfügbaren **Whitepaper** können ebenfalls kostenfrei heruntergeladen werden:

<https://www.bme.de/netzwerk/sektionen/whitepaper/>

---



## BME Akademie GmbH

Die BME Akademie GmbH ist Ihr kompetenter Ansprechpartner bei der praxisnahen Qualifizierung von Fach- und Führungskräften aus Einkauf und Logistik. Seit über 50 Jahren sind wir mit unseren Maßnahmen zur Aus- und Weiterbildung und gebündeltem Know-how erfolgreich am Markt vertreten. Über 200.000 zufriedene Teilnehmer sprechen für sich. Mehr als 900 jährliche Veranstaltungen decken ein umfangreiches Themenportfolio ab. » Mehr Infos

## BME Marketing GmbH

Die BME Marketing GmbH ist für die Vermarktung von Veranstaltungen sowie Print- und Online-Produkten des BME verantwortlich. Dabei richtet sich die Ansprache an Beschaffungsdienstleister und Beratungsunternehmen. Eine Einbindung in diese Produkte und Services kann dabei durch Präsenz vor Ort (Ausstellungsstand), durch klassische Branding-Leistungen (Sponsoring, Anzeigen und Banner) oder Inhaltlich (Fachbeitrag) erfolgen. » Mehr Infos

## BMEnet GmbH

Die BMEnet ist ein praxisorientierter Dienstleister, der unseren Mitgliedern bei ihren operativen Herausforderungen behilflich ist. Zu den wichtigsten Angeboten zählen Benchmarks zur Kosten- und Prozessoptimierung sowie internationale Hilfestellungen bei der Erschließung fremder Märkte. Dienstleistungen zur Kundengewinnung wie die Verleihung von Gütesiegeln oder Eintragungen in Branchenverzeichnisse runden das Portfolio ab. » Mehr Infos

**Titel:**

BME-Logistikstudie 2022: Digitalisierung in Supply Chains

**Herausgeber:**

Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. (BME)  
Frankfurter Straße 27  
65760 Eschborn  
Telefon.: 06196 5828-0  
E-Mail: info@bme.de

**Ansprechpartner:**

Carsten Knauer  
BME e.V.  
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

Erscheinungsdatum: Dezember 2022



**BME e.V.**

Frankfurter Straße 27

65760 Eschborn

Telefon: 06196 5828-0

[info@bme.de](mailto:info@bme.de)

[www.bme.de](http://www.bme.de)



Bundesverband  
Materialwirtschaft,  
Einkauf und Logistik