

## FORSCHUNGSBEIRAT



*Expertise des Forschungsbeirats Industrie 4.0*

# Aufbau, Nutzung und Monetarisierung einer industriellen Datenbasis

Der Forschungsbeirat Industrie 4.0 wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ (Förderkennzeichen: 02P17D260) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

**Empfohlene Zitierweise:**

Forschungsbeirat Industrie 4.0/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.): *Aufbau, Nutzung und Monetarisierung einer industriellen Datenbasis*, 2022, DOI: 10.48669/fb40\_2022-06

## Impressum

**Herausgeber**

Forschungsbeirat Industrie 4.0/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

**Projektbüro**

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften  
Geschäftsstelle  
Karolinenplatz 4  
80333 München

**Autorinnen und Autoren**

FIR e.V. an der RWTH Aachen:  
Prof. Dr. Volker Stich, Maximilian Schacht,  
Tobias Schröder, Dr.-Ing. Lennard Holst,  
Nikita Fjodorovs, Franziska Sommer

i4.0MC – Industrie 4.0 Maturity Center  
Christian Hocken  
Felix Grawe

**Koordination**

Jan Biehler, acatech  
Paul Grünke, acatech

**Redaktion und Lektorat**

Karola Klatt, Berlin

**Gestaltung und Produktion**

GROOTHUIS. Gesellschaft der Ideen und Passionen mbH  
für Kommunikation und Medien, Marketing und Gestaltung;  
groothuis.de

**Bildnachweis**

iStock

**Stand**

November 2022

---

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

 **acatech**

DEUTSCHE AKADEMIE DER  
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

---

 **fir**  
an der  
RWTH Aachen

 **I40  
MC** Industrie 4.0  
Maturity Center

---

Der **Forschungsbeirat Industrie 4.0** berät als strategisches und unabhängiges Gremium die Plattform Industrie 4.0, ihre Arbeitsgruppen und die beteiligten Bundesministerien, insbesondere das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Als **Sensor** von Entwicklungsströmungen beobachtet und bewertet der Forschungsbeirat die Leistungsprofilentwicklung von Industrie 4.0 und versteht sich als **Impulsgeber** für künftige Forschungsthemen und Begleiter beziehungsweise Berater zur Umsetzung von Industrie 4.0. Dabei konzentriert sich der Forschungsbeirat inhaltlich auf folgende **Themenfelder im Kontext von Industrie 4.0**:

- Industrielle Wertschöpfung im Wandel
- Perspektiven technologischer Entwicklungen
- Engineering von Industrie 4.0-Lösungen
- Arbeit, Unternehmen und Gesellschaft

Hier setzen die **Expertisen des Forschungsbeirats** an. Vor dem Hintergrund der Themenfelder werden klar umrissene Problemstellungen aufgezeigt, Forschungs- und Entwicklungsbedarfe definiert und Handlungsoptionen für eine erfolgreiche Gestaltung von Industrie 4.0 abgeleitet.

Die Expertisen liegen in der inhaltlichen Verantwortung der jeweiligen Autorinnen und Autoren. Alle bisher erschienenen Publikationen des Forschungsbeirats stehen unter [www.acatech.de/projekt/forschungsbeirat-industrie-4-0/](http://www.acatech.de/projekt/forschungsbeirat-industrie-4-0/) zur Verfügung.

# Inhalt

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Theoretischer Rahmen</b> .....	<b>6</b>
2.1. Definition „industrielle Datenbasis“ .....	6
2.2. Aufbau einer industriellen Datenbasis .....	6
2.3. Nutzung einer industriellen Datenbasis .....	8
2.4. Monetarisierung einer industriellen Datenbasis.....	10
<b>3. Methodisches Vorgehen</b> .....	<b>12</b>
<b>4. Ergebnisbericht</b> .....	<b>17</b>
4.1. Auswertung der Fragebogenstudie .....	17
4.1.1. Allgemein .....	17
4.1.2. Aufbau.....	20
4.1.3. Nutzung .....	23
4.1.4. Monetarisierung.....	28
4.1.5. Herausforderungen für die Industrie .....	32
4.2. Vergleichende Auswertung .....	38
4.2.1. Branchenspezifische Eigenheiten .....	38
4.2.2. Unterschiede der Unternehmensgröße.....	40
4.2.3. Vergleich von Pionieren und Followern.....	41
4.3. Fazit des Ergebnisberichts .....	49
<b>5. Handlungsoptionen</b> .....	<b>51</b>
5.1. Unternehmen .....	51
5.1.1. Aufbau.....	51
5.1.2. Nutzung .....	53
5.1.3. Monetarisierung.....	56
5.2. Umfeld.....	58
5.2.1. Verbände .....	59
5.2.2. Politik.....	60
5.2.3. Wissenschaft .....	61
5.3. Zusammenfassung der Handlungsoptionen .....	63
<b>6. Schlussfolgerungen und Ausblick</b> .....	<b>64</b>
<b>7. Anhang</b> .....	<b>65</b>
7.1. Tabellen.....	65
7.2. Abbildungen .....	65
7.3. Beteiligte Experten .....	66
<b>Literatur</b> .....	<b>67</b>
<b>Mitglieder des Forschungsbeirats</b> .....	<b>73</b>

# Zusammenfassung

Der Zugriff auf Daten und ihre Nutzung sind zunehmend wettbewerbsentscheidend und begründen die Notwendigkeit zur digitalen Transformation etablierter Geschäftsmodelle und -prozesse innerhalb der produzierenden Industrie. Der Aufbau der notwendigen Datenbasis, inklusive einer zielgerichteten Datenanalyse, sowie darauf basierender Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle im industriellen Kontext verlangt dabei weitreichende Investitionen. Physische Produkte müssen mit Sensorik ausgerüstet werden, die Infrastruktur zur Speicherung und Verarbeitung der Daten ist aufzubauen und fachkundiges Personal einzustellen respektive auszubilden. Industrielle Unternehmen schaffen es heute vielfach noch nicht, die vorhandenen Daten über neue datenbasierte Produkte und Dienstleistungen zu monetarisieren und damit diese Investitionen zu rechtfertigen. Es stellt sich daher die folgende Frage: Wie können Potenziale industrieller Daten in deutschen Unternehmen besser genutzt werden und welche Herausforderungen stehen dem entgegen?

Ziel dieser Expertise ist es, in den Handlungsfeldern *Aufbau*, *Nutzung* und *Monetarisierung* einer industriellen Datenbasis die aktuelle Reife von Industrieunternehmen zu bestimmen, gegenwärtige Herausforderungen in diesen Bereichen herauszuarbeiten und konkrete Handlungsoptionen darzulegen. Diese Handlungsoptionen sollen Möglichkeiten aufzeigen, wie der Grad der Nutzung der Datenbasis erhöht werden kann und wie sich die Potenziale der Monetarisierung ausschöpfen lassen. Ein weiteres Ziel ist, die Rolle von industriellen Daten als Zahlungsmittel zu bewerten. Dazu wurde zum einen eine Fragebogenstudie mit insgesamt 69 teilnehmenden Unternehmen, vornehmlich aus dem Maschinen- und Anlagenbau sowie der Elektro-, Automobil- und Chemieindustrie, durchgeführt. Zum anderen fanden sieben vertiefende Interviews mit Experten statt.<sup>1</sup>

Die Ergebnisse zeigen, dass Unternehmen der Industrie eine deutlich höhere Reife in den Handlungsfeldern *Aufbau* und *Nutzung* als in der *Monetarisierung* einer Datenbasis aufweisen. Herausforderungen existieren vor allem im Datenrecht, dem Fachkräftemangel und der Quantifizierung des Werts von Daten. Dabei war auffällig, dass kein Unternehmen der Umfrage in allen drei Handlungsfeldern führend war und es kaum übergeordnete Strategien gibt, wie diese Felder auch gemeinsam betrachtet werden können. Entsprechend ist eine erste empfohlene Handlungsoption die Festlegung von Unternehmenszielen und einer Datenstrategie in Bezug auf Erfassung und Nutzung von Daten. Um automatisiert Daten erheben zu können, muss die Digitalisierung vorangetrieben werden. Die Implementierung von abteilungsübergreifenden datenbasierten Zielen kann dabei die Zusammenarbeit fördern. Für die Monetarisierung ist darauf zu achten, einen konkreten Mehrwert durch die Daten zu schaffen, den der Vertrieb nutzen kann. Neben den technischen Aspekten einer industriellen Datenbasis spielt somit auch die Fähigkeit, neue Geschäftsmodelle zu kreieren, zu realisieren und zu vertreiben, eine zentrale Rolle.

Verbände sollten die Unternehmen in diesen Aktivitäten unterstützen. Sie können als Trusted-Partner in einem Ökosystem zum Datenaustausch agieren und auch entsprechende Standards festlegen. Die Politik ist gefordert, Rahmenbedingungen festzulegen, die Rechtssicherheit schaffen, und Investitionen in Bildung, Infrastruktur und die Förderung von Unternehmen zu tätigen. Zuletzt kann die Wissenschaft durch die Entwicklung übergreifender Strategien vom Aufbau bis zur Monetarisierung einer industriellen Datenbasis und der Erforschung von Kollaborationskonzepten mit Fokus auf Rechtsfragen und Monetarisierung unterstützen.

<sup>1</sup> Eine Auflistung der befragten Experten findet sich im Anhang unter 7.3.

# 1. Einleitung

Erstmals in der Geschichte belegten 2021 große Digitalkonzerne die obersten sechs Ränge der weltweit wertvollsten Unternehmen: Apple, Amazon, Alphabet, Microsoft, Facebook und Alibaba. Zusammen kamen sie auf eine Marktkapitalisierung von circa 8.234 Milliarden US-Dollar.<sup>2</sup> Im Gegensatz zu traditionellen Industrieunternehmen bestimmt sich der größte Anteil der Unternehmens- beziehungsweise Börsenwerte dieser Konzerne nicht durch physische Assets, sondern durch den immateriellen Wert vorhandener Daten, Informationen und informationstechnischer Dienste.<sup>3</sup> Datenzugriff und -nutzung sind zunehmend wettbewerbsentscheidend und begründen die Notwendigkeit zur digitalen Transformation etablierter Geschäftsmodelle und -prozesse innerhalb der produzierenden Industrie.<sup>4</sup>

Welche Bedeutung digitale Fähigkeiten für den zukünftigen Geschäftserfolg, auch in der Industrie, mittlerweile beigemessen wird, zeigt die Marktkapitalisierung von Tesla. Sie überstieg zeitweise die der neun nächstgrößten Wettbewerber auf dem Automobilmarkt zusammen.<sup>5</sup> Auch wenn weitere Einflussfaktoren, wie der momentane Elektromobilitäts-Hype und die Pionier-Rolle des CEO Elon Musk, hier ebenfalls wirken, bringt der Markt deutlich seine Erwartungen an einen zukünftig datengetriebenen Wettbewerb zum Ausdruck.<sup>6</sup> Bewertet wird primär, dass Tesla sich an Kundenanforderungen im Kontext des elektrifizierten, vernetzten und teilautonomen Fahrens ausrichtet, die stark an Relevanz gewinnen und sich nur auf Grundlage einer breiten Datenbasis erfüllen lassen.<sup>7</sup> Gleichzeitig sind mit Blick auf mögliche Umsatzpotenziale in den momentan absehbaren Märkten und auf die groß angelegten Investitionsprogramme anderer Elektromobilitätsanbieter jedoch Zweifel an der hohen Bewertung Teslas angebracht.<sup>8</sup> Eine Erklärung für den zugestandenen Wert sind Hoffnungen auf zukünftige Nutzenpotenziale einer bereits bestehenden Datenbasis, die fortschreitend erweitert wird. Bisher sind diese Nutzenpotenziale noch nicht eindeutig zu spezifizieren, sie könnten jedoch das Erschließen neuer Märkte ermöglichen.<sup>9</sup>

Das Beispiel Tesla zeigt: Während Konsens über die zentrale Rolle von Daten in der zukünftigen Wertschöpfung herrscht, gibt es aktuell keinen allgemeingültigen Standard zur Quantifizierung der vielfältigen Nutzenpotenziale von Daten, sodass eine oft notwendige Kosten-Nutzenrechnung für Investitionen in die Datenökonomie

nicht durchgeführt werden kann. Klar ist aber, dass im industriellen Kontext der Aufbau der notwendigen Datenbasis sowie darauf basierender Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle weitreichende Investitionen in die Digitalisierung verlangt, wobei Deutschland im internationalen Vergleich mit anderen Industrienationen weit hinten liegt.<sup>10</sup> Gerade für Industrieunternehmen bedeuten solche Investitionen auch Transformation. Bei sogenannten Brownfield-Projekten beispielsweise muss die Umgestaltung der Produktion in bestehenden Werken erfolgen. Die für diese Werke geschaffenen IT-Infrastrukturen zur Produktionsplanung und -steuerung müssen angepasst werden. Hier ist erforderlich, während der Transformation und Erschließung neuer Geschäftsfelder auch das bestehende Geschäft aufrechtzuerhalten, weshalb gewachsene Strukturen berücksichtigt werden müssen.<sup>11</sup> Vor dem Hintergrund der bestehenden Unsicherheiten über Nutzenpotenziale sind Investitionen in Bereiche, die zukünftig wohlmöglich die Wettbewerbsfähigkeit erhalten, zwar als enorm risikobehaftet anzusehen – gleichzeitig unbedingt notwendig.

Wie schwer die Rechtfertigung solcher umfassenden Investitionen fällt, zeigt die Verzögerung beim Strukturwandel der deutschen Automobilindustrie in den vergangenen Jahren. Mittlerweile haben die großen deutschen OEMs hinsichtlich der Strukturierung und Nutzung ihrer Datenbasis umfangreiche Transformationsprogramme angestoßen und sind Kooperationen mit internationalen Digitalkonzernen eingegangen. Ein aktuelles Beispiel ist die angekündigte Zusammenarbeit von Bosch und Microsoft zur Entwicklung einer Softwareplattform für Autos.<sup>12</sup> Auch aus anderen Industriezweigen lassen sich vielfältige Leuchtturmprojekte mit Fokus auf die Datennutzung zusammentragen.<sup>13</sup> Was den Austausch und die Monetarisierung von Daten in Ökosystemen betrifft, haben deutsche Unternehmen mittlerweile vielfältige Plattformlösungen mit unterschiedlichen Ausrichtungen. Nach einer Untersuchung des Instituts der deutschen Wirtschaft im Auftrag der Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft generieren bereits 71 Prozent der Unternehmen im B2B-Bereich zusätzliche Umsätze durch Plattformen.<sup>14</sup>

Dennoch stellt Deutschland relativ zu seiner wirtschaftlichen Bedeutung immer noch zu wenige Potenzialträger für die Datenwirtschaft.<sup>15</sup> Gerade die Corona-Pandemie hat Schwachstellen im Bereich der Digitalisierung im Land besonders deutlich werden

2 Vgl. PWC 2021, S. 22.

3 Vgl. Tamir et al. 2015, S. 3.

4 Vgl. Akred/Samani 2018.

5 Vgl. Brien 2021.

6 Vgl. Clausen/Olteanu 2020, S. 37–38.

7 Vgl. Kaul et al. 2019, S. 231.

8 Vgl. Nagel 2021.

9 Vgl. Kaiser et al. 2021, S. 11–12, Bertocello et al. 2021.

10 Vgl. Zimmermann 2021, S. 4.

11 Vgl. BMWi 2020, S. 5 ff, Haberstock 2021.

12 Vgl. Microsoft 2021.

13 Vgl. Plattform Industrie 4.0 2021.

14 Vgl. Lichtblau 2019, S. 32.

15 Vgl. Otto et al. 2019, S. 8.

lassen.<sup>16</sup> Beim Aufbau ihrer Datenbasis beschäftigen sich Unternehmen häufig noch mit den Herausforderungen bei der internen Vernetzung ihrer Ressourcen, IT-Systeme und Datenmodelle. Beim Ausschöpfen externer Potenziale durch die Monetarisierung von industriellen Daten sind besonders kleinere Unternehmen bisher zurückhaltend.<sup>17</sup> Trotz Kenntnissen über strategische Potenziale der digitalen Transformation werden notwendige Investitionen nicht hinreichend getätigt. Dabei mangelt es neben Budget auch an Vertrauen und Know-how zur Beurteilung von digitalen Technologien und Datenpotenzialen.<sup>18</sup>

Doch Investitionen in die Digitalisierung lohnen sich. Industrieunternehmen, die in digitale Fähigkeiten investieren, weisen ein höheres Umsatzwachstum und eine höhere Steigerung des Unternehmenswerts auf.<sup>19</sup> Durch Industrie 4.0 können ökonomische und ökologische Aspekte der Nachhaltigkeit umgesetzt werden.<sup>20</sup> Über datenbasierte Geschäftsmodelle sind produzierende Unternehmen in der Lage, ihren Kundinnen und Kunden einen höheren Nutzen zu bieten.<sup>21</sup> Grundvoraussetzung dafür ist jedoch, dass produzierende Unternehmen Daten aus verschiedenen Quellen zusammenführen und einen Nutzen daraus generieren können.<sup>22</sup>

Ziel dieser Expertise ist es, produzierenden Unternehmen konkrete Handlungsoptionen im Aufbau, der Nutzung und der Monetarisierung einer industriellen Datenbasis aufzuzeigen, damit sie die Potenziale der Digitalisierung besser realisieren können. Verbände, Politik und Wissenschaft erhalten ebenfalls Empfehlungen, wie sie ihre Unterstützung für die Wirtschaft ausweiten können. Basis für die Identifizierung der Handlungsoptionen ist eine umfassende Fragebogenstudie, die den aktuellen Status-Quo in Deutschland ermittelt sowie aktuelle Herausforderungen erfasst. Ergänzt werden die Erkenntnisse durch darauf aufbauende Interviews mit Fachleuten und eine Literaturanalyse. Konkret sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Welchen Herausforderungen stehen Unternehmen beim Aufbau einer umfassenden industriellen Datenbasis entgegen?
- Welche Gründe (zum Beispiel strukturelle, technische etc.) hemmen die Erfassung weiterer Daten?
- Wie ist der aktuelle Stand der Umsetzung bei der Nutzung, Bewertung und Monetarisierung von Daten im Zusammenhang mit Industrie 4.0-Aktivitäten produzierender Unternehmen?
- Welche Maßnahmen müssen eingeleitet werden, um den Grad der Nutzung, Bewertung und Monetarisierung zu erhöhen?
- Wie können industrielle Daten als Zahlungsmittel in neuen Geschäftsmodellen nutzbar gemacht werden?
- Wie können die Potenziale industrieller Daten in deutschen Unternehmen besser genutzt werden?

In Kapitel 2 führen wir zunächst in den theoretischen Rahmen ein, definieren den Begriff „industrielle Datenbasis“ und erläutern die Handlungsfelder Aufbau, Nutzung und Monetarisierung. In Kapitel 3 folgt die Beschreibung des methodischen Vorgehens bei der Erstellung dieser Expertise. Im Ergebnisbericht in Kapitel 4 stellen wir die Ergebnisse der Fragebogenstudie zur Erfassung des Status-Quo und der bestehenden Herausforderungen bezüglich industrieller Datenbasen in Deutschland vor und vergleichen innovative und zurückhaltende Unternehmen, die Pioniere und Follower, miteinander. In Kapitel 5 formulieren wir, basierend auf den Ergebnissen der Fragebogenstudie, der durchgeführten Experteninterviews und einer ergänzenden Literaturanalyse, Handlungsoptionen für Unternehmen, Verbände, Politik und Wissenschaft, um den Aufbau, die Nutzung und die Monetarisierung von industriellen Datenbasen in Deutschland voranzubringen.

16 Vgl. Delcker 2021.

17 Vgl. Otto et al. 2019, S. 18.

18 Vgl. Gülpert 2021, Vgl. Bug 2019.

19 Vgl. Angevine et al. 2021.

20 Vgl. Zitzmann et al. 2019, S. 485.

21 Vgl. Scheuble 2020, S. 338.

22 Vgl. Schuh et al. 2020a, S. 29.

## 2. Theoretischer Rahmen

Dieses Kapitel führt in die begrifflichen Grundlagen und betrachteten Bereiche der Expertise ein und bietet damit den theoretischen Rahmen für die Darstellung der Untersuchungsergebnisse. Der grundlegende Begriff „industrielle Datenbasis“ wird zunächst definiert, erläutert und eingegrenzt. Die für diese Expertise wesentlichen Handlungsfelder des Aufbaus, der Nutzung und der Monetarisierung werden im Anschluss voneinander abgegrenzt. Diese Differenzierung erlaubt, den Stand der Umsetzung einer industriellen Datenbasis in Deutschland später genau zu beschreiben und auch die Handlungsoptionen zielgenau auszurichten.

### 2.1. Definition „industrielle Datenbasis“

Eine industrielle Datenbasis ist als die Gesamtmenge an Daten zu verstehen, die einem produzierenden Unternehmen zur Nutzung und Monetarisierung zur Verfügung steht. Eine umfassende Datenbasis ist grundlegend für jedes Transformationsprojekt.<sup>23</sup> Um die zahlreichen Vorteile und vielseitigen Möglichkeiten zu nutzen, die eine digitalisierte Industrie mit sich bringt, müssen Unternehmen in den Bereichen der Datensammlung, -integration und -analyse tätig werden. Je ausgereifter und etablierter die industrielle Datenbasis ist, desto effektiver können Datenströme analysiert werden und desto größer ist der Nutzen der Daten.<sup>24</sup> Während der Wertschöpfungsfluss physischer Produkte hauptsächlich unidirektional entlang der Lieferkette von den Lieferanten über das Unternehmen zur Kundschaft verläuft, liegt das Nutzenpotenzial von Daten zumeist in einem bidirektionalen und oftmals multilateralen Austausch. Um das Potenzial gänzlich zu erfassen, ist folglich eine Erweiterung des Betrachtungsrahmens vom Unternehmen auf das gesamte Ökosystem notwendig, in dem weitere Entitäten, wie Forschungseinrichtungen und Drittfirmen, agieren.<sup>25</sup> Die interne Betrachtung des Wertschöpfungsflusses wird somit um eine externe Perspektive ergänzt, die die Einbindung externer Daten, den Austausch zum gemeinsamen Nutzen sowie den Verkauf und Handel mit Daten ermöglicht.<sup>26</sup>

### 2.2. Aufbau einer industriellen Datenbasis

Der Aufbau einer industriellen Datenbasis umfasst Aktionen, die Daten verfügbar machen, von der Erhebung über die Speicherung bis zum zielgerichteten Austausch. Eine industrielle Datenbasis ermöglicht den Transfer der Daten an alle Orte, an denen sie einen

Nutzen stiften. Der Schritt des Aufbaus der Datenbasis bildet die Grundlage, ohne die eine weitere Nutzung und Monetarisierung von Daten nicht möglich sind. Inkonsistenzen und Zugriffsbarrieren gilt es, in diesem Schritt gezielt abzubauen, um das Vertrauen der Stakeholder zu stärken und ungenutzte Potenziale nutzbar zu machen. Einen Ordnungsrahmen dafür liefert der Aachener Ansatz des „Internet of Production“ (siehe Abbildung 1).<sup>27</sup> Dieser Ansatz beschreibt die Vernetzung von unternehmensinternen Daten, Systemen und Anwendungen. Ausgehend von lokalen Datenbasen für bestimmte Prozesse vollzieht sich über eine Middleware eine Verknüpfung entlang der Wertschöpfung im gesamten Unternehmen. Somit werden die Daten nicht dupliziert, sondern als eine sogenannte Single Source of Truth behandelt und für benötigte Operationen oder Auswertungen anderen Systemen zur Verfügung gestellt. Erweitert man die Betrachtung über die Unternehmensgrenze hinweg um eine externe Perspektive, sind auch Daten aus der Wertschöpfungskette und zunehmend auch Daten weiterer Partner aus dem Ökosystem von Interesse für die industrielle Datenbasis eines Unternehmens.<sup>28</sup>

Bei der Erzeugung von Daten lässt sich eine stetig steigende Zahl von Datenpunkten mit immer kurzzyklischeren Erfassungsintervallen beobachten (siehe Ebenen *Rohdaten* und *Expertensysteme* in Abbildung 1). Digitalisierte Prozesse, umfassende Sensorik und vernetzte Maschinen ermöglichen es Unternehmen, mehr Daten als je zuvor zu erfassen. So stehen produzierenden Unternehmen Daten nicht nur aus der Produktion, sondern auch aus der Entwicklung und Nutzung eines Produkts zur Verfügung.<sup>29</sup> Diese *Rohdaten* werden zumeist über betriebliche Anwendungssysteme erfasst und dann jeweils in *Expertensystemen*, also anwendungsspezifischen Datenbanken, gespeichert.

Um die Verknüpfung der Datenbanken und damit eine *Aggregation* und *Synchronisation* der Daten zu ermöglichen, bedarf es einer Middleware (siehe Ebene *Middleware+* in Abbildung 1), die den Zugriff auf diese Datenbanken verwaltet, damit Daten im Sinne eines hinreichend genauen Abbilds zusammengeführt werden können.<sup>30</sup> Dafür ist jedoch ein konsistentes Datenmodell zur logischen Verknüpfung oder Integration der Daten notwendig. Die Datenintegration regelt die technische Verknüpfung der Daten aus verschiedenen Systemen.<sup>31</sup> Dies betrifft neben der Zusammenführung der Strukturen insbesondere die Fusion der Daten über die Angleichung des Formats sowie die Bereinigung von Duplikaten und fehlerhaften Daten.

23 Vgl. Derwisch 2019, 6 ff.

24 Vgl. Azkan et al. 2019, S. 5 ff.

25 Vgl. Otto et al. 2019, S. 9–10.

26 Vgl. BMWi 2020, S. 6 ff.

27 Vgl. Klocke et al. 2017, S. 267.

28 Vgl. Otto et al. 2019, S. 13.

29 Vgl. AUTONOMIK für Industrie 4.0 2017, S. 28.

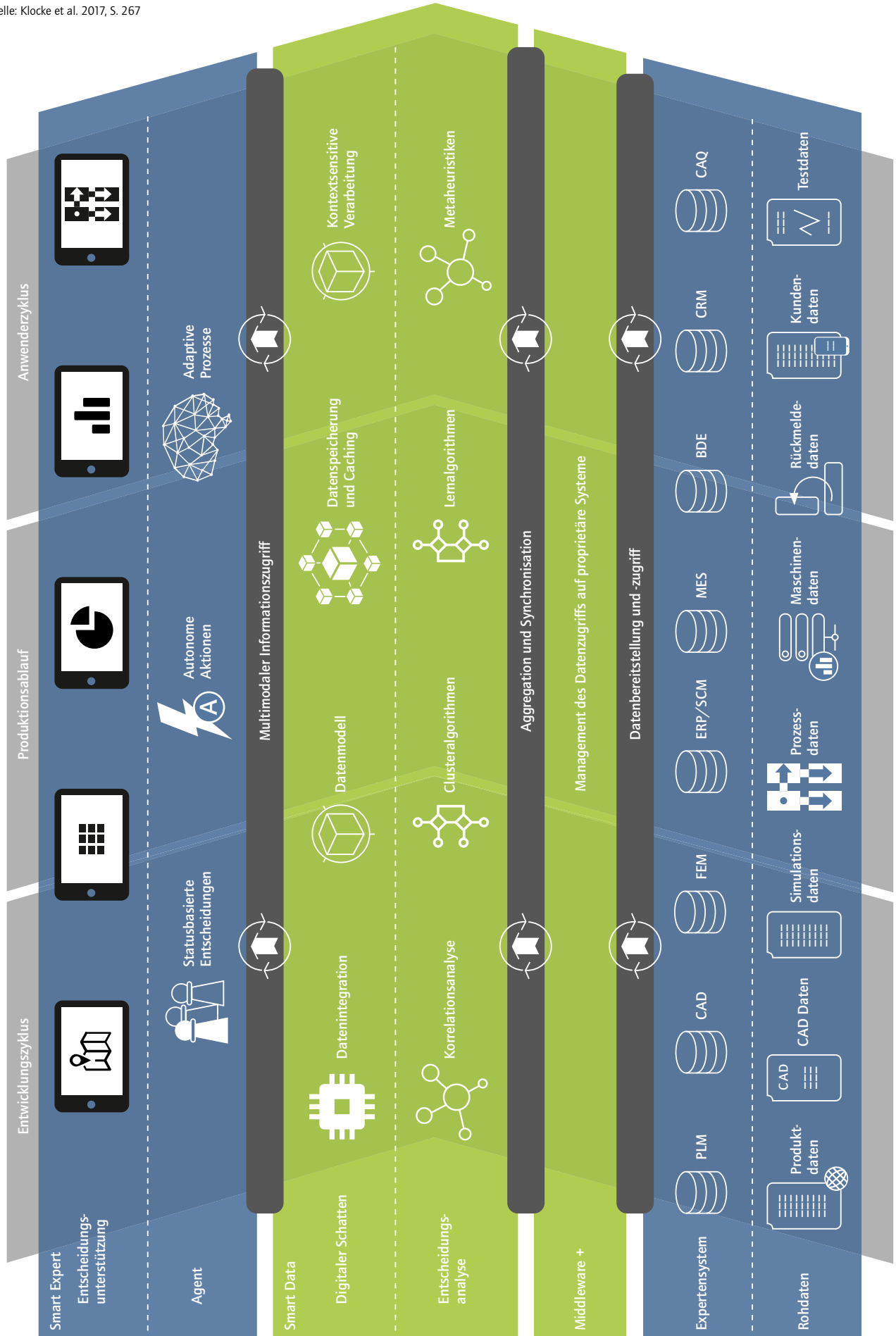
30 Vgl. Schuh et al. 2020b, S. 263–264.

31 Vgl. Otto et al. 2019, S. 34.



Abbildung 1: Infrastruktur des Internet of Production

Quelle: Klocke et al. 2017, S. 267



Für eine zentrale Datenplattform ist eine *kontextsensitive Verarbeitung* der Daten wichtig. Da eine solche Plattform nicht eins zu eins sämtliche Rohdaten speichern kann, bedarf es einer Filterung der Daten basierend auf dem Kontext, in dem die Datenbasis genutzt werden soll (siehe Ebene *Smart Data* in Abbildung 1). Unter dem „digitalen Schatten“ kann eine spezifische Datenbasis verstanden werden (zum Beispiel für Instandhaltung, technische Auftragsabwicklung etc.), die aus der strukturierten Sammlung relevanter Daten in Echtzeit besteht und somit die Basis für umfassende Analysen schafft. Diese Analysen respektive weitergehende Nutzung der Daten erfolgt auf der obersten Ebene in smarten Applikationen zur *Entscheidungsunterstützung* (siehe Ebene *Smart Expert* in Abbildung 1). Dort können, beispielsweise mittels statistischer Verfahren wie Korrelationsanalysen oder durch Cluster-Algorithmen, Lernalgorithmen oder Metaheuristiken, verwendungsspezifische Erkenntnisse extrahiert werden.

Für die Einbeziehung externer Daten, aber auch die externe Nutzbarmachung interner Daten, sind geeignete Austauschpunkte zu schaffen. Neben bilateralen Lösungen, wie dem unternehmensübergreifenden Transfer standardisierter Geschäftsdaten mittels Electronic Data Interchange,<sup>32</sup> ermöglichen offene Plattformen einen multilateralen Datenaustausch im gesamten Ökosystem. Zusätzlich zu den informationstechnischen Herausforderungen ergeben sich beim Austausch von Daten elementare Fragen bezüglich Sicherheit, Vertrauen und Datensouveränität.<sup>33</sup> Zudem sind grundsätzlich für viele Soft- und Hardware-Lösungen auf dem weltweiten Markt eine Vielzahl von Anbietern präsent, trotzdem lässt sich eine dominierende Marktmacht amerikanischer und chinesischer Digitalkonzerne beobachten.<sup>34</sup> Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung und den weitverbreiteten Bedenken vieler deutscher Unternehmen hinsichtlich der externen Nutzung ihrer Daten sind in Europa und Deutschland verschiedene Initiativen entstanden. Unter den Dächern des EU-Projekts Gaia-X und der International Data Space Association (IDSA) arbeiten Fachleute an möglichen Plattformarchitekturen und Ökosystemkonzepten, die durch standardisierte Interoperabilität und dezentrale Datenhaltung einen Datenaustausch auf Basis europäischer Werte ermöglichen sollen.<sup>35</sup>

Gaia-X ist eine Architektur für ein Datenökosystem und den Aufbau einer leistungs- und wettbewerbsfähigen, sicheren und vertrauenswürdigen Dateninfrastruktur. Sie sieht die Vernetzung dezentraler Infrastrukturdienste zu einem homogenen und nutzerfreundlichen System für Unternehmen jeglicher Größe vor und richtet sich explizit an die dezentralen und mittelständischen Strukturen der Unternehmenslandschaft in Europa. Damit soll ein begünstigtes Klima für EU-basierte Unternehmen geschaffen werden, das als Werkzeug

zur erfolgreichen Umsetzung des Konzepts Industrie 4.0 sowie zum Erhalt und der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit beiträgt.<sup>36</sup>

Gaia-X stützt sich auf vier Grundprinzipien: *Offenheit und Transparenz, Interoperabilität, föderierte Systeme* sowie *Authentizität und Vertrauen*<sup>37</sup>: Das Prinzip Offenheit und Transparenz bestimmt, dass Spezifikationen und Dokumentationen von Gaia-X-Technologien allen Teilnehmern und Teilnehmerinnen offen zugänglich sind. Weiterhin soll sich jede Person oder Entität, die sich an die Gaia-X-Prinzipien hält, an dem Ökosystem beteiligen können. Unter dem Prinzip *Interoperabilität* wird die Möglichkeit mehrerer Teilnehmer und Teilnehmerinnen verstanden, auf eine spezifizierte Art und Weise miteinander zu interagieren. Auch Systeme und Dienste sollen in der Lage sein, Daten auszutauschen. Die Architektur beschreibt die technischen Voraussetzungen dafür, lässt jedoch die spezifischen Umsetzungsmöglichkeiten offen. Durch das Prinzip *föderierte Systeme* wird spezifiziert, wie föderierte Systeme von autonomen Anbietern mithilfe eines festgelegten Satzes von Standards, Rahmenwerken und rechtlichen Regeln verbunden werden. Die Föderation unterstützt somit Dezentralisierung und Verteilung. Das Prinzip *Authentizität und Vertrauen* sorgt für ein System, das mittels gegenseitiger Authentifizierung, selektiver Offenlegung und gegebenenfalls Vertrauenszug zur sicheren und vertrauensvollen Kooperation beiträgt. Dadurch soll ein digitales Ökosystem geschaffen werden, das unabhängig von der Macht eines Konzerns oder einer Regierung ist.

Die IDSA bietet eine von über hundert Partnern unterstützte Referenzarchitektur, die einerseits das semantische Regelwerk für den homogenen Aufbau von Daten und andererseits die dafür nötige technische Infrastruktur definiert. Die Teilnehmer von Gaia-X nutzen dabei den sogenannten IDS-Connector, der in Form einer Softwarekomponente drei Hauptfunktionen ausführt: autonome Datenspeicherung, vertrauenswürdige Datennutzung und interoperabler Datenaustausch. Die IDSA entwickelt den zentralen Standard für diese Architektur, den International Data Space (IDS), der einen offenen, transparenten und selbstbestimmten Datenaustausch ermöglicht. Anhand dieser Grundprinzipien wird die Zusammenarbeit verschiedener Beteiligter, von den Datenanbietern über Serviceanbieter bis zu den Servicenutzenden, beschrieben und geregelt.<sup>38</sup>

### 2.3. Nutzung einer industriellen Datenbasis

Basierend auf der Verfügbarkeit von Daten, beschreibt deren Nutzung in Industrie 4.0 das Heben von Wertschöpfungspotenzialen, angefangen bei der Sichtbarkeit von Informationen, bis hin zu datenbasiert autonom agierenden Systemen. Die Nutzung verfügbarer Daten zielt grundsätzlich darauf ab, in allen Bereichen aus Daten zu lernen, fundierte datenbasierte Entscheidungen zu treffen sowie den Entscheidungs- und Reaktionsprozess zu beschleunigen.<sup>39</sup>

32 Electronic Data Interchange beschreibt den digitalen, unternehmensübergreifenden Transfer standardisierter Geschäftsdaten.

33 Vgl. PWC 2017, S. 23 ff.

34 Vgl. Brien 2018.

35 Vgl. Otto et al. 2021, S. 5.

36 Vgl. Bernhardt/Steininger 2021, S. 66, Rusche 2022, S. 8.

37 Vgl. BMWi 2020, S. 3–6.

38 Vgl. Otto et al. 2021, S. 13.

39 Vgl. Schuh et al. 2020a, S. 18.

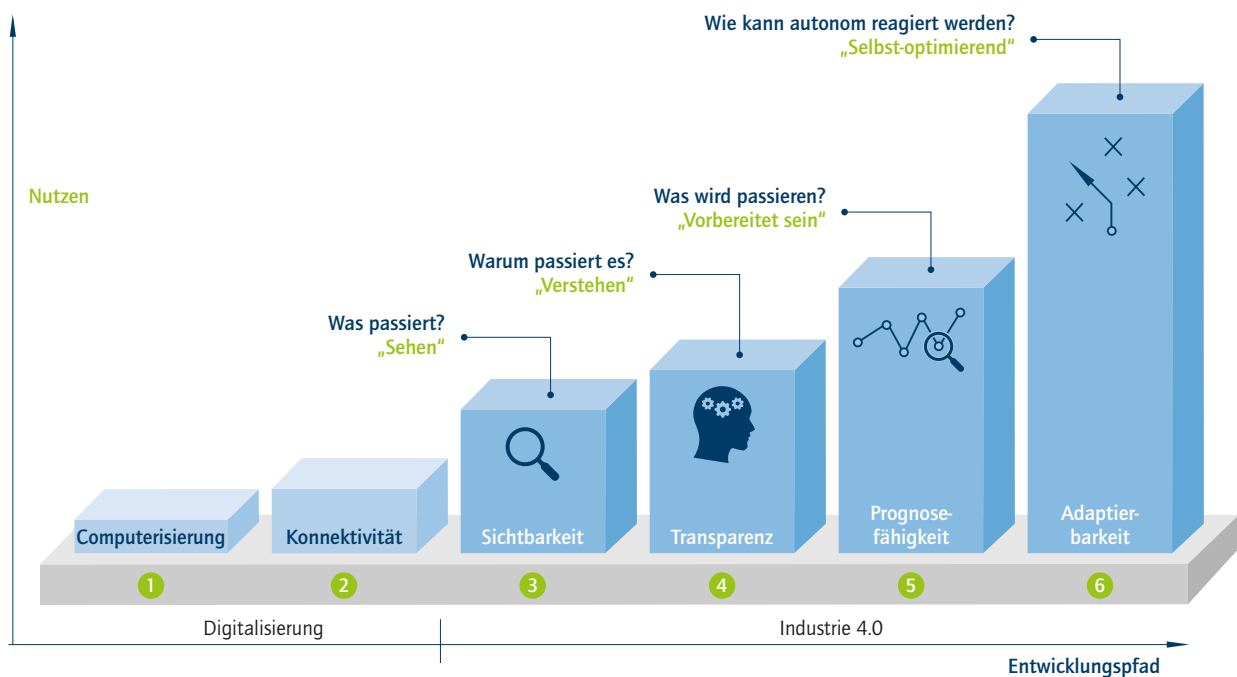
Abhängig von den Unternehmensbereichen liegen wechselnde Informationsbedarfe vor, die durch Daten gedeckt werden können. In den Bereichen Marketing und Vertrieb besteht unter anderem ein Bedarf an externen Daten, um Kundenanalysen oder Marktforschung betreiben zu können. Die Produktion hingegen kann interne Daten nutzen, um Produktionsprozesse, beispielsweise anhand von Maschinen- und Anlagendaten, optimieren zu können.<sup>40</sup> Es bieten sich verschiedene Technologien, beispielsweise Data Analytics, an, um vorhandene Daten zu analysieren sowie weitere Datenquellen zu identifizieren und in eine eigene digitale Datenbasis zu integrieren.<sup>41</sup> Zur Realisierung der aufgezeigten Nutzenpotenziale sind gezielte Investitionen in den verschiedenen Bereichen des Unternehmens notwendig. Neben der Schaffung einer Infrastruktur für die Erhebung von Daten bis zu ihrer Zurverfügungstellung gehören dazu auch Anpassungen der Prozesse, der Organisation und der Unternehmenskultur.<sup>42</sup> Folglich sind die Investitionen durch eine Bewertung vorhandener Nutzenpotenziale zu begründen. Diese müssen mit Fokus auf die strategischen Ziele unternehmensspezifisch abgeschätzt werden.

Der Prozess des Lernens aus Daten kann vielfältige Ausprägungen haben. Angefangen vom Anzeigen der gesammelten Daten, über das Analysieren und Verstehen bis hin zum autonomen Treffen von Entscheidungen, basierend auf Informationen. Um die Ausprägung der Nutzung von generierten Informationen im eigenen

Unternehmen zu bestimmen, kann der acatech „Industrie 4.0 Maturity Index“ herangezogen werden.<sup>43</sup> Der Index basiert auf sechs Reifegradstufen, die den digitalen Transformationsprozess eines Unternehmens auf dem Entwicklungspfad in Richtung Industrie 4.0 strukturieren (siehe Abbildung 2).

Mit Bezug auf eine industrielle Datenbasis lassen sich die ersten zwei Stufen, *Computerisierung* und *Konnektivität*, dem zuvor thematisierten Aufbau einer Datenbasis zuordnen. Sie bilden die Grundlage für eine wertsteigernde Nutzung der Datenbasis entlang der höheren Reifegradstufen.<sup>44</sup> Die ersten zwei Stufen umfassen hauptsächlich das Sammeln von Daten. Die höheren Reifegradstufen beginnen mit der *Sichtbarkeit* benötigter Informationen für alle relevanten Interessierten. Darauf aufbauend kann durch Analyse der Daten das Verständnis für zugrundeliegende Zusammenhänge verbessert und somit die *Transparenz* über das Geschehen und über Vorgänge verbessert werden. Ein umfangreiches Verständnis der Zusammenhänge sowie die Echtzeitverfügbarkeit von Daten erlauben die Entwicklung einer *Prognosefähigkeit* und somit das Antizipieren zukünftiger Ereignisse durch Simulationen und Analysemodelle. Schließlich lässt sich aus einer solchen Zukunftsbewertung auch eine notwendige Reaktion ableiten und damit eine *Adaptierbarkeit* cyber-physischer Objekte im Produktionssystem erreichen, bei der die Systeme aufgrund der vorhandenen Informationen selbstständig Entscheidungen treffen können.

Abbildung 2: Stufen des acatech Industrie 4.0 Maturity Index



Quelle: Schuh et al. 2020a

40 Vgl. Mockenhaupt 2021, S. 271–284, Peschke/Eckardt 2019, S. 2–5.

41 Vgl. Becker et al. 2016, 114 ff.

42 Vgl. Schuh et al. 2020a, S. 11.

43 Vgl. ebd., S. 27ff.

44 Vgl. Bitkom 2014, S. 90 ff.

Bei qualitativer Betrachtung lassen sich die Nutzenpotenziale einer industriellen Datenbasis auf den einzelnen Stufen den folgenden Effekten zuordnen: *Sichtbarkeit* beschreibt den Wert von Echtzeitinformationen. Aufwand und Dauer der Informationssuche sinken, ebenso die Wahrscheinlichkeit fehlerhafter Information. Auf dieser Stufe können zum Beispiel Probleme deutlich schneller erkannt werden. Auf der *Transparenz*-Stufe lassen sich Aufwand und Dauer von Analysen reduzieren, während deren Umfang und Aussagekraft durch Einbezug einer breiten Basis relevanter Datenpunkte steigen. *Prognosefähigkeit* erlaubt die Reduzierung der Reaktionszeit durch Vorwegnahme des Analyseprozesses vor tatsächlichem Eintreten eines Ereignisses. Durch proaktive Maßnahmen können in großem Umfang Verschwendungen reduziert und Prozesse optimiert werden. Mit Erreichen der *Adaptierbarkeit* sind schließlich auch kontinuierliche marginale Verbesserungen in sehr kurzzyklischen Regelkreisen möglich. Durch den Einsatz selbststeuernder Systeme lassen sich manuelle Aufwände sowie die damit einhergehenden Schwankungen von Verfügbarkeit und Leistung gezielt reduzieren. Das Modell des Maturity Index liefert einen Entwicklungspfad für die Nutzung von Daten, der als Grundlage für die Befragung der Unternehmen diente, in dem es zur Strukturierung der Antwortmöglichkeiten in den Bereichen Aufbau und Nutzung zur Hilfe genommen wurde. Die Antwortmöglichkeiten spiegeln die einzelnen Ausprägungen wider.

## 2.4. Monetarisierung einer industriellen Datenbasis

In der Datenwirtschaft wird unter dem Begriff „*Monetarisierung*“ sowohl die Identifikation und Umsetzung von ökonomischen Mehrwerten als auch der konkrete Tausch von Daten gegen Geld verstanden.<sup>45</sup> Der Vorgang der Monetarisierung erstreckt sich damit von einer internen, impliziten Bewertung bis hin zur externen, konkreten und situativen Wertzuweisung. Damit beschreibt die Monetarisierung den Bewertungsrahmen, der bei der Quantifizierung des Nutzenpotenzials angelegt wird, aber auch begleitende Mechanismen bei der Vermarktung des Nutzenpotenzials. Die Monetarisierung ist der zentrale Treiber der Digitalisierung, da sie Investitionen rechtfertigt und die Profitabilität der Unternehmen sichert.<sup>46</sup>

Bei der internen Nutzung einer industriellen Datenbasis in produzierenden Unternehmen gilt es, mittels einer Wertfindung einen daraus entstehenden potenziellen Gewinn zu ermitteln und damit eine indirekte Monetarisierung nachzuweisen. Dort, wo die realistische Abschätzung des generierbaren Werts, zum Beispiel durch Kosteneinsparungen oder Produktivitätsgewinne, mit klassischen Kennzahlen und Investitionsrechnungsverfahren abbildbar ist, werden solche Entscheidungen heute zumeist entsprechend der Aufwand-Nutzen-Relation getroffen, beispielsweise bei der Komplexität

von Produktportfolios.<sup>47</sup> Auf die Bewertung von Daten haben jedoch eine Vielzahl von Faktoren, wie die Nutzung, Teilbarkeit oder Qualität, einen Einfluss, sodass Abschätzungen hier mit Unsicherheit behaftet und zudem aufwendig sind.<sup>48</sup> Da diese Faktoren zusätzlich stark von subjektiven Meinungen abhängen, gibt es keine allgemeingültigen Bewertungsmodelle.

Neben dieser konkreten Bestimmung des Werts einer industriellen Datenbasis ist auch eine implizierte Bewertung möglich, bei der für Investitionsentscheidung der Wert von Daten nur grob geschätzt wird oder sogar keine Rolle spielen kann. Stattdessen werden hier potenzielle Nutzerinnen und Nutzer im Unternehmen über den strategischen Wert einer Datenbasis für das Unternehmen und die Möglichkeiten der Nutzung informiert. Dies stellt sicher, dass die Mehrwerte einer Datenbasis bei sämtlichen Beschäftigten bekannt sind und die Motivation zur Nutzung der Datenbasis hoch ist. Erst dadurch kann der antizipierte Nutzwert auch tatsächlich erreicht werden.

Neben der internen Nutzung kann die direkte Monetarisierung von Daten auch extern über den Verkauf eines Leistungsangebots erfolgen. Die Erweiterung der industriellen Datenbasis geht mit der Erkenntnis erweiterter Nutzenpotenziale einher. Heute ist die externe Perspektive nicht mehr nur auf einzelne einzubindende oder mit bestimmten Partnern der Lieferkette geteilten Daten beschränkt. Vielmehr geht es im Kontext von datenbasierten Produkten und Geschäftsmodellen und einer auf Daten als Wert basierenden Datenwirtschaft um die konkrete Betrachtung von Daten als Einnahmequellen für Unternehmen.

Im engeren Sinn wird mit dem Begriff der „*Monetarisierung*“ diese externe Perspektive in Verbindung gebracht. Um die externe Betrachtungsweise der Monetarisierung zu beschreiben, eignen sich die „vier P des Marketing-Mix“ (siehe Abbildung 3).<sup>49</sup> Die grundlegende Logik dieses Modells ist: Das richtige *Produkt* muss zum richtigen *Preis* über den passenden *Distributionskanal* mit der wirksamsten *Kommunikation* zur richtigen Zeit im Markt platziert und angeboten werden. Es ist damit zunächst im Rahmen der *Produktpolitik* zu bestimmen, was genau verkauft wird. Das einfachste Produkt bilden die Rohdaten – unmittelbar gewonnene und noch unverarbeitete Daten. Weiterhin können produktnahe Dienstleistungen angeboten werden, für die Daten verkaufter Produkte bei Kundinnen und Kunden erhoben und zur Optimierung der Produkte genutzt werden. Darunter fallen Angebote rund um Remote Monitoring oder Predictive Maintenance. Beim Remote Monitoring können aus der Ferne über Sensorik Anlagen und Maschinen überwacht werden.<sup>50</sup> Predictive Maintenance ist eine datengetriebene Instandhaltungsstrategie. Durch die Auswertung von Maschinendaten wird die vorausschauende Wartung möglich, das heißt Störungen und Ausfälle

45 Vgl. Trauth 2021, S. 4.

46 Vgl. ebd., S. 15.

47 Vgl. Budde/Friedli 2017, S. 34.

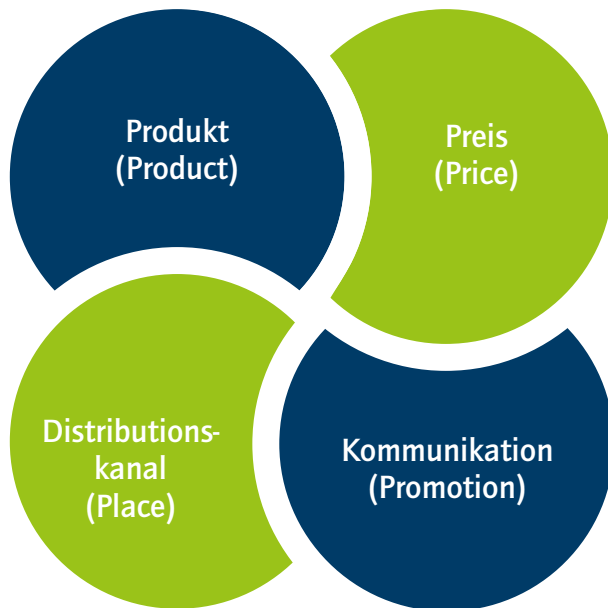
48 Vgl. Stein/Maaß 2021, S. 122.

49 Vgl. Schwartz 2000, S. 25.

50 Vgl. Matt 2018, 104 ff.

können verhindert werden, bevor ein Schaden eintritt.<sup>51</sup> Hier sind dann nicht mehr nur die Daten der alleinige Werttreiber, sondern ihre Verbindung mit industriellen Dienstleistungen. Generell werden Dienstleistungen, die auf Daten aus smarten Produkten fußen, „Smart Services“ genannt. Ferner kann ein Unternehmen auch produktunabhängige Datendienstleistungen erbringen. Beispielsweise kann die datenbasierte Expertise eines Unternehmens auf dem Markt angeboten werden.

Abbildung 3: Die vier P des Marketing-Mix



Quelle: Schwartz 2000, S. 25

Die *Preispolitik* betrachtet dann die Findung eines Preises, der für das Datenprodukt auf dem Markt verlangt werden kann. Gerade bei Daten spielen hier weniger die Kosten für deren Erhebung oder der Entwicklung des Produkts eine Rolle,<sup>52</sup> sondern viel mehr der antizipierte Nutzen für potenzielle Käufer und deren Bereitschaft, für diesen Nutzen zu zahlen.<sup>53</sup> Die Einbindung einer Datenbasis in ein Ökosystem ermöglicht den Tausch und Handel von Daten mit anderen Unternehmen.<sup>54</sup> Beim Tausch von Daten können diese selbst als Zahlungsmittel angesehen werden. Durch ihr Teilen erhält man selbst gewisse Gegenleistungen.<sup>55</sup>

Die *Kommunikationspolitik* beschäftigt sich damit, wie das Produkt zum festgelegten Preis auf dem Markt zu platzieren ist. Es gilt, mittels Werbung auf das Produkt aufmerksam zu machen und über seine Vorteile zu informieren. Gerade gegenüber datenbasierten Dienstleistungen herrscht eine gewisse Skepsis, die es aktiv zu adressieren gilt, um die Akzeptanz zu steigern.<sup>56</sup> So können Unternehmen über verkaufsfördernde Angebote oder Best-Practice-Beispiele Vorbehalte abbauen.<sup>57</sup>

Zuletzt wird in der Vertriebspolitik konkret festgelegt, wie der Transfer des Produkts vom Anbieter zu den Kaufinteressenten erfolgt. Dafür ist zunächst zu bestimmen, über welche Kanäle die Datenprodukte angeboten werden. Neben einem Direktverkauf zwischen zwei Unternehmen, könnten die Datenprodukte auch auf einem Marktplatz eingestellt werden. In der Industrie stellen Plattformen solche Marktplätze dar. Sie zeigen das Angebot und regeln die Distribution.<sup>58</sup>

52 Vgl. Gudergan et al. 2020, S. 57.

53 Vgl. Baur et al. 2015, S. 239.

54 Vgl. Brost et al. 2018, S. 39.

55 Vgl. Dewenter/Lüth 2016, S. 649.

56 Vgl. Chouk/Mani 2019, S. 459, Wuenderlich et al. 2015, S. 443.

57 Vgl. Leiting et al. 2021, S. 102.

58 Vgl. BDI 2020, S. 65.

51 Vgl. BMEL 2020, S. 16.

### 3. Methodisches Vorgehen

Der theoretische Rahmen hat gezeigt, dass in den Handlungsfeldern Aufbau, Nutzung und Monetarisierung bereits auf einige etablierte Modelle zurückgegriffen werden kann. Um die in der Einleitung präsentierten Fragen wissenschaftlich fundiert beantworten zu können, soll im Folgenden nun ein methodisches Vorgehen präsentiert werden, das geeignet ist, Erkenntnissen zu erzielen, aus denen sich Handlungsoptionen ableiten lassen, um Unternehmen in Deutschland in diesen Bereichen voranzubringen.

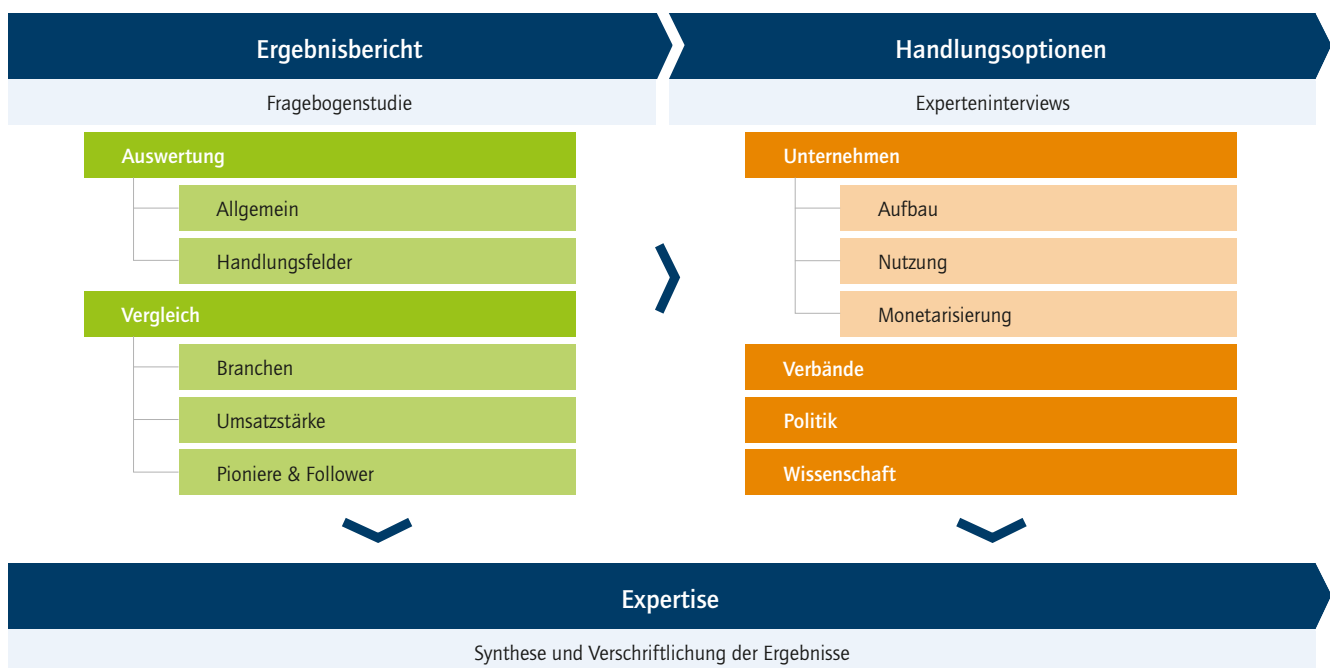
Diese Expertise fußt auf einer empirischen Studie, deren Abfolge in Abbildung 4 dargestellt ist. Da unterschiedliche Zielstellungen angestrebt werden, von der Erfassung des Stands der Umsetzung über die Identifizierung der Herausforderungen bis zur Ableitung von Handlungsoptionen, war ein sequenzielles Mehrmethoden-Design notwendig.<sup>59</sup> Dabei folgt auf eine quantitative eine qualitative Forschungsmethode. Basierend auf der gegebenen Themenstellung wurde im Rahmen des Vorhabens zunächst in einer Fragebogenstudie der aktuelle Status quo in den Handlungsfeldern des Aufbaus, der Nutzung und der Monetarisierung einer industriellen Datenbasis erfasst. Darüber hinaus wurden aktuelle Herausforderungen abgefragt. Die Daten der Fragebogenstudie eröffneten die Möglichkeit vergleichender Auswertung zwischen Unternehmen verschiedener Branchen, Umsatzstärke und Entwicklungsstufen in den jeweiligen Handlungsfeldern. Auf die Ergebnisse dieser quan-

titativen Untersuchung folgten vertiefende Experteninterviews, die gemeinsam mit ergänzender Literatur dazu dienten, Handlungsoptionen zu formulieren. Diese Handlungsoptionen wurden für verschiedene Zielgruppen formuliert. Konkret wurden Empfehlungen für Unternehmen, Verbände, Politik und Wissenschaft erarbeitet. Die Handlungsoptionen sind für Unternehmen in die Handlungsfelder Aufbau, Nutzung und Monetarisierung aufgeteilt. Für die anderen Gruppen werden übergreifende Handlungsoptionen vorgestellt, die Unternehmen in allen Handlungsfeldern unterstützen können. Die Synthese von quantitativer und qualitativer Erkenntnismethode folgte im Rahmen der schriftlichen Ausgestaltung der Expertise. Im Folgenden werden die Durchführung der Fragebogenstudie und der Experteninterviews im Detail erläutert.

#### Fragebogenstudie

Zur Ermittlung des Status quo und der Bewertung der Bedeutung von Herausforderungen wurde eine Fragebogenstudie durchgeführt. Nach einer Literaturrecherche wurde ein erster Fragebogen erstellt. Dieser wurde im Rahmen von Pretests von drei Fachleuten ausgefüllt und anhand ihres Feedbacks überarbeitet. Die Fachleute kommen aus den Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Chemieindustrie und Metallindustrie und sind dem Bereich

Abbildung 4: Methodisches Vorgehen



Quelle: eigene Darstellung

59 Vgl. Döring/Bortz 2016, S. 27.

Produkt- oder Prozessmanagement zuzuordnen. Die Umfrage mit dem finalen Fragebogen wurde anschließend als Online-Befragung im Zeitraum von August bis Oktober 2021 durchgeführt. Zielgruppe der Fragebogenstudie war primär die produzierende Industrie mit Unternehmen unterschiedlicher Branchen und Größen. Der Link zur Online-Befragung wurde über das Netzwerk der beteiligten Entitäten, FIR e. V. an der RWTH Aachen, Industry 4.0 Maturity Center und acatech, verteilt. Wesentliche Kanäle waren dabei E-Mails und soziale Netzwerke.

Der Fragebogen ist in die fünf Kapitel *Allgemeine Angaben, Aufbau, Nutzung, Monetarisierung* und *Herausforderungen* gegliedert (siehe Tabelle 1). In diesen Kapiteln wurden verschiedene Aspekte abgefragt, entweder über standardisierte und offene Fragen (im Kapitel *Allgemeine Angaben*) oder über die Bewertung der Zustimmung zu vorgegebenen Antwortmöglichkeiten (in den restlichen Kapiteln). Beispielsweise wurde im Kapitel *Monetarisierung* bei der Frage nach Faktoren der Preisfindung die Zustimmung abgefragt zur Antwortmöglichkeit: „kundenseitige Zahlungsbereitschaft.“ Die Teilnehmenden konnten ihre Zustimmung zu den Antwortmöglichkeiten entlang einer Likert-Skala mit Werten zwischen 1 („stimme überhaupt nicht zu“) und 5 („stimme voll und ganz zu“) ausdrücken. Die Ergebnisse zu den allgemeinen Angaben, die die Teilnehmenden charakterisieren, werden im Folgenden beschrieben. Die Bewertungen der Antwortvorgaben und die aggregierten Zustimmungswerte der Teilnehmenden finden sich bei der Vorstellung der Ergebnisse in Kapitel 4.1. für den Aufbau, die Nutzung und die Monetarisierung respektive in Kapitel 4.2 für die Herausforderungen.

**Tabelle 1: Struktur des Fragebogens**

Kapitel	Aspekte	Aussagen/Fragen
Allgemeine Angaben	7	15
Aufbau	3	13
Nutzung	4	24
Monetarisierung	5	28
Herausforderungen	4	37

## Charakteristika der teilnehmenden Unternehmen

Ein Großteil der Teilnehmenden kommt aus dem Maschinen- und Anlagenbau sowie der Elektro-, Automobil- und Chemieindustrie. Diese vier Branchen gehören zu den fünf größten Branchen in Deutschland.<sup>60</sup> Entsprechend gut spiegeln die Antworten die produzierende Industrie insgesamt wider. Annähernd drei Viertel der vertretenen Unternehmen haben einen Umsatz von mehr als 100

Millionen Euro und mehr als tausend Beschäftigte. Durch Teilnehmende aus kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) sind unterschiedliche Unternehmensgrößen in der Stichprobe enthalten, obgleich KMU gemessen an der Verteilung von Unternehmen dieser Größe in Deutschland in der Fragebogenerhebung unterrepräsentiert sind.<sup>61</sup> Unvollständige Antworten sowie Antworten von Vertreterinnen und Vertretern außerhalb der produzierenden Industrie – hauptsächlich reine Softwareunternehmen – wurden nicht berücksichtigt. In Abbildung 5 werden die Branchenverteilung, der Umsatz sowie die Anzahl der Beschäftigten der ausgewerteten Unternehmensstichprobe aufgeführt.

Wie in Abbildung 6 dargestellt, sind diejenigen Personen, die den Fragebogen beantworteten, vornehmlich im mittleren Management beschäftigt und in der Bereichs- oder Teamleitung sowie als Projektmanager tätig. Vertreten sind die Unternehmensbereiche Management, Service sowie Forschung & Entwicklung.

## Aufteilung Pioniere und Follower

Ein weiteres Ziel der Fragebogenstudie war es zu bestimmen, was erfolgreiche Unternehmen in den jeweiligen Handlungsfeldern des Aufbaus, der Nutzung und der Monetarisierung einer industriellen Datenbasis so besonders macht. Dazu wurde für jedes Handlungsfeld die Gesamtheit der Teilnehmenden in zwei Gruppen aufgeteilt: Pioniere und Follower (siehe Abbildung 7). Die Gruppe der Pioniere ist definiert durch die höchsten 15 Prozent durchschnittlicher Zustimmungswerte zu den Antwortvorgaben einer definierten Faktorfrage im Handlungsfeld. Die jeweiligen Faktorfragen und ihre besondere Bedeutung für die Handlungsfelder werden in Kapitel 4.2.3 näher erläutert. Da es sich bei den zu bewertenden Antwortvorgaben der Faktorfragen um qualitative Aussagen handelt, wurde zur Bestimmung der Pioniere ein prozentualer Anteil der höchsten Zustimmungswerte statt einem erreichten Mindestwert auf der Likert-Skala gewählt. Angestrebt wurde mit diesem Vorgehen, eine größtmögliche Differenz zwischen Pionieren und Followern zu finden bei gleichzeitiger Mindestgröße der Gruppe der Pioniere, um charakteristische Gemeinsamkeiten innerhalb dieser Gruppe im Vergleich mit der Gruppe der Follower aufzeigen zu können.

Damit ergeben sich für die Bereiche Aufbau und Nutzung elf Pioniere und 58 Follower. Die Fragen im Bereich Monetarisierung wurden nur von 59 Teilnehmenden beantwortet, was gemäß dem gewählten Verfahren zu einer Aufteilung in neun Pioniere und 50 Follower führte. Potenziell könnte daher dort ein Non-Response-Bias aufgetreten sein, das heißt das Ergebnis im Handlungsfeld Monetarisierung könnte durch die Nicht-Teilnahme einer Personengruppe mit gleichen Eigenschaften verzerrt worden sein. Diese Eigenschaft wäre in diesem Fall eine fehlende Auseinandersetzung mit dem Thema der Monetarisierung. Potenziell könnte die Reife

60 Vgl. Rudnicka 2022.

61 Vgl. Statistisches Bundesamt 2022.

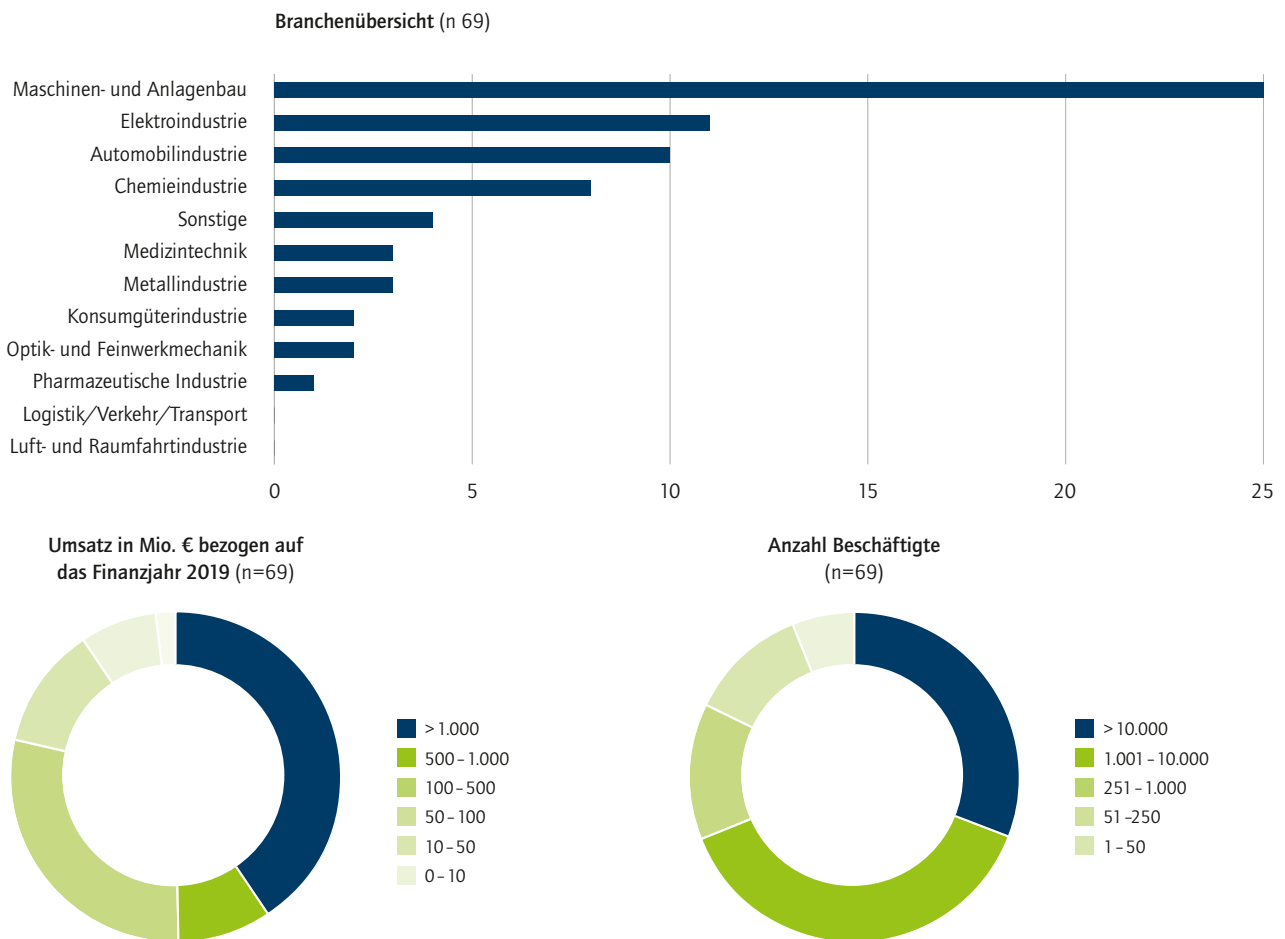
der Unternehmen in diesem Bereich daher niedriger sein, als die Ergebnisse anzeigen. Weniger Antworten führen allerdings nicht zwangsweise zum Non-Response-Bias, deshalb erfolgte eine Ergebnisinterpretation auf Basis der erfassten Zahlen.<sup>62</sup>

### Experteninterviews

Basierend auf den Ergebnissen der Fragebogenstudie wurden mit ausgewählten Teilnehmenden qualitative Interviews geführt, um bestimmte Inhalte zu vertiefen und Best Practices zu identifizieren,

die Handlungsoptionen für andere Unternehmen darstellen könnten. Tabelle 2 zeigt eine Charakteristik der interviewten Personen. Für die Auswahl wurden verschiedene Kriterien herangezogen, um ein möglichst diverses Meinungsbild zu erhalten. Konkret wurden Teilnehmende mit allgemein hohen Zustimmungswerten in allen drei Handlungsfeldern ausgewählt, dazu Pioniere im Bereich der Monetarisierung. Ein Unternehmen stach trotz durchschnittlicher Zustimmungswerte mit hohem Umsatz bei Smart Services hervor. Ausgewählt wurden weiterhin ein KMU und eine Führungskraft mit einer spezialisierten Rolle als *Evangelist for Digital Business*.

Abbildung 5: Übersicht über die teilnehmenden Unternehmen der Fragebogenstudie

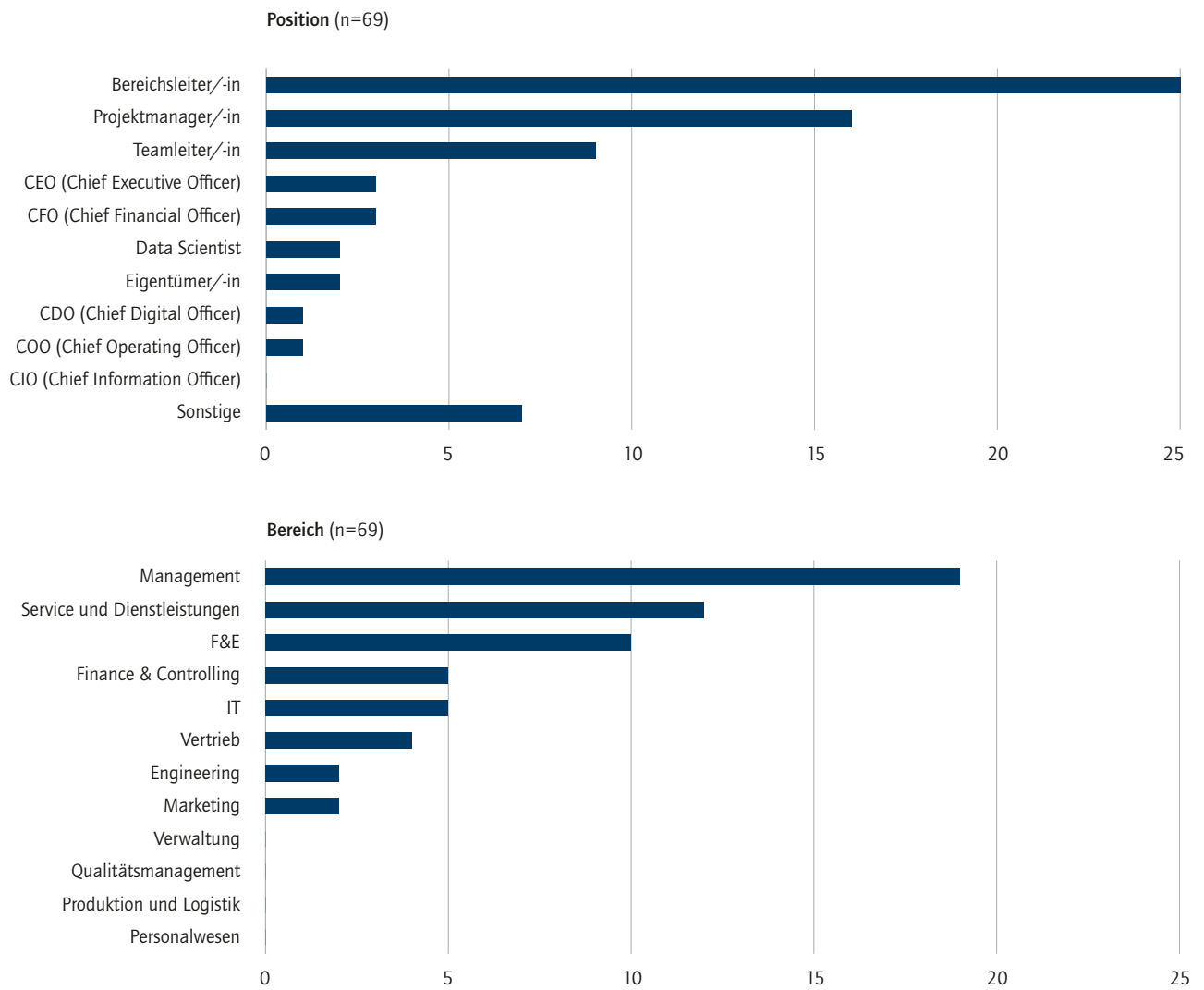


Quelle: eigene Darstellung

62 Vgl. Wright 2015, S. 313.

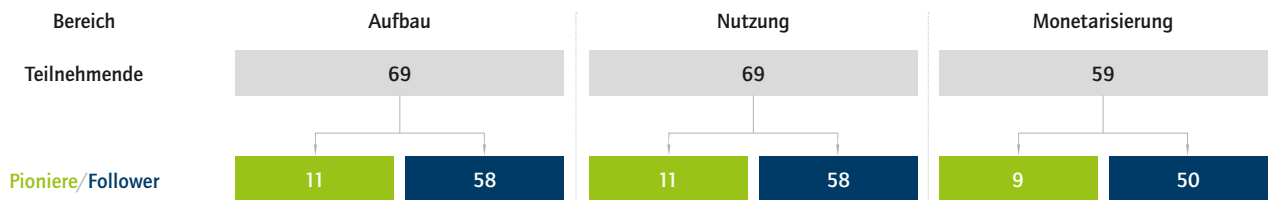


Abbildung 6: Positionen und Bereiche der antwortenden Personen



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 7: Aufteilung in Pioniere und Follower



Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 2: Übersicht der Teilnehmenden an den Experteninterviews

#	Branche	Bereich/Rolle
Experte 1	Medizintechnik	Evangelist for Digital Business
Experte 2	Automobilindustrie	Projektmanager
Experte 3	Pharmazeutische Industrie	Bereichsleiter
Experte 4	Maschinen- und Anlagenbau	Teamleiter
Experte 5	Chemieindustrie	Bereichsleiter
Experte 6	Elektroindustrie	Eigentümer
Experte 7	Automobilindustrie	Bereichsleiter

## 4. Ergebnisbericht

Ein wesentlicher Werttreiber bei produzierenden Unternehmen werden in Zukunft Daten sein. Sie müssen in einer industriellen Datenbasis zusammengeführt und genutzt werden, um daraus einen Wert für Unternehmen zu erzeugen. 2013 wurde die Plattform Industrie 4.0, ins Leben gerufen, um Unternehmen in Deutschland konkrete Umsetzungsempfehlungen geben zu können, damit sie die vierte industrielle Revolution meistern.<sup>63</sup> Knapp zehn Jahre später stellt sich die Frage, wie weit produzierende Unternehmen in Deutschland in ihrer Transformation eigentlich sind und ob sie inzwischen Fähigkeiten zur Monetarisierung dieser neuen Ressource der Daten entwickelt haben. Im Folgenden werden dazu die Ergebnisse der durchgeführten Fragebogenstudie vorgestellt. Dabei wird auf branchenspezifische Eigenheiten und wahrgenommene Herausforderungen eingegangen. Pionieren und Follower werden in den Handlungsfeldern des Aufbaus, der Nutzung und der Monetarisierung miteinander verglichen (siehe Abbildung 8).

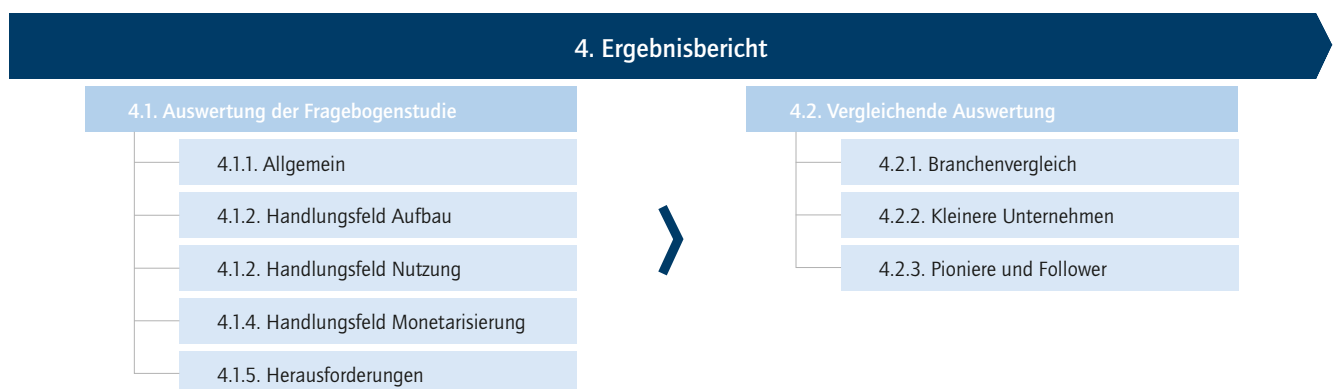
### 4.1. Auswertung der Fragebogenstudie

#### 4.1.1. Allgemein

In diesem allgemeinen Teil der Auswertung der Fragebogenstudie geht es um weitere zentrale Charakteristika der befragten Unternehmen. Konkret werden die Umsatzstruktur, durchschnittliche Zustimmungswerte in den Handlungsfeldern Aufbau, Nutzung und Monetarisierung sowie die Anzahl der beschäftigten Datenexpertinnen und -experten in Abhängigkeit von der Unternehmensgröße und Umsatzstruktur dargestellt.

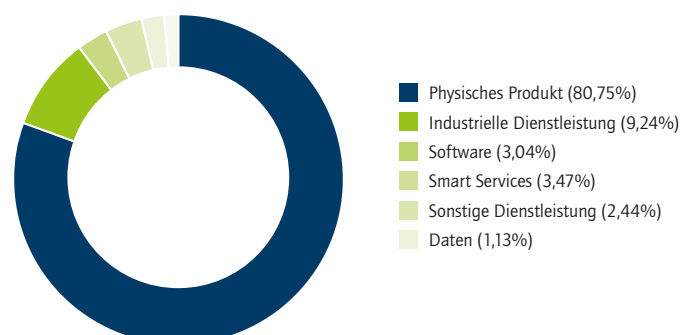
Die 69 an der Fragebogenstudie teilnehmenden produzierenden Unternehmen verteilen sich auf verschiedene Industrien, vor allem den Maschinen- und Anlagenbau sowie die Elektro-, Automobil- oder Chemieindustrie. Bei der Erwirtschaftung von Umsätzen hat, wie zu erwarten, das physische Produkt mit einem Anteil von

Abbildung 8: Gliederung des Ergebnisberichts



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 9: Umsatzstruktur der teilnehmenden Unternehmen (n=55)



Quelle: eigene Darstellung

63 Vgl. Winter 2013.

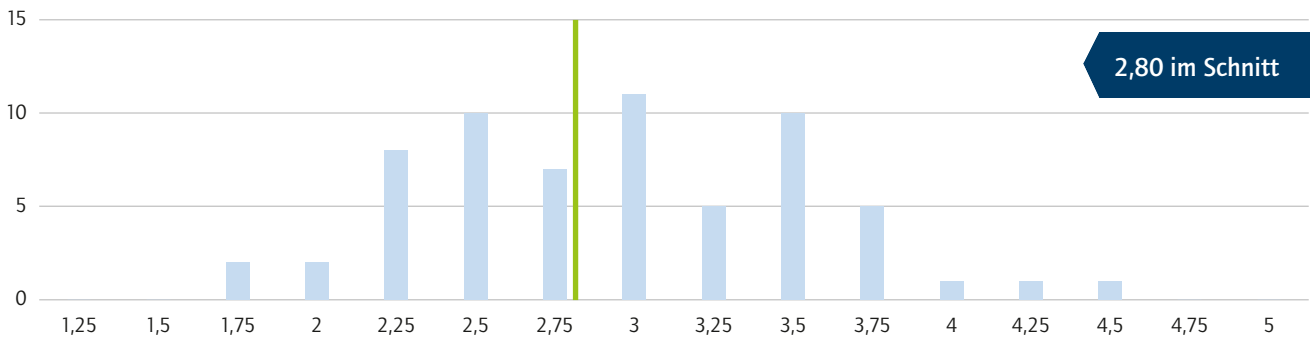
80,75 Prozent eine herausragende Bedeutung (siehe Abbildung 9). Danach folgen industrielle Dienstleistungen mit 9,24 Prozent. Der restliche Umsatz wird mit Software, Smart Services, sonstigen Dienstleistungen und Daten erwirtschaftet, wobei der Umsatz, der mit Daten generiert wird, kaum ins Gewicht fällt und insgesamt am geringsten ist. Anzumerken ist, dass bei der Frage nach der Umsatzstruktur die auswertbaren Rückläufer deutlich geringer ausfielen als bei den anderen allgemeinen Angaben. Oft wurde diese Frage gar nicht beantwortet oder es wurden unplausible Angaben gemacht, beispielsweise wenn die angegebenen Umsatzanteile der Leistungen zusammen keine 100 Prozent ergaben. Insgesamt 55

Teilnehmende haben Angaben mit einer tolerierbaren Abweichung von 5 Prozent gemacht. Eine genauere Aufteilung nach Industrien erfolgt in Kapitel 4.2.1.

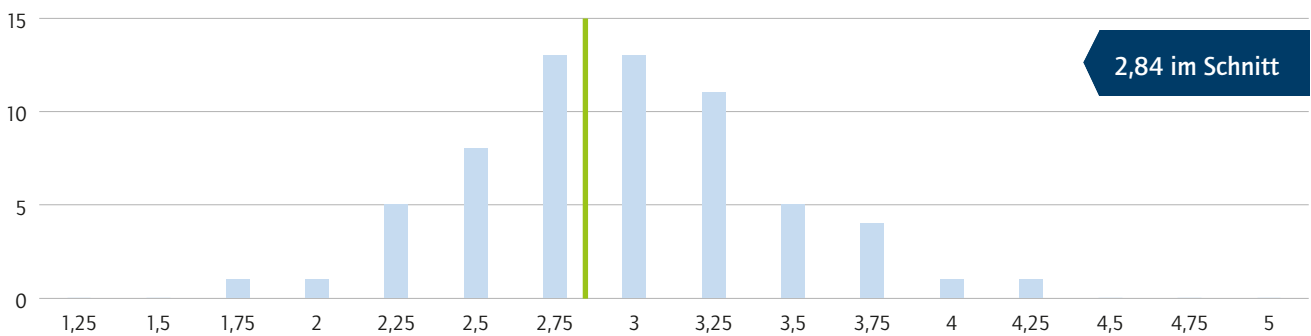
Hauptbestandteil der Fragebogenstudie war die Abfrage des Grads der Zustimmung zu verschiedenen Antwortvorgaben über den Aufbau, die Nutzung und Monetarisierung einer industriellen Datenbasis. Die Zustimmung wurde, wie in Kapitel 3 beschrieben, mithilfe einer Likert-Skala erfasst. Die Werte reichen von 1 (stimme überhaupt nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu). In Abbildung 10 ist die Verteilung der durchschnittlichen Zustimmungswerte der

Abbildung 10: Status quo der Unternehmen

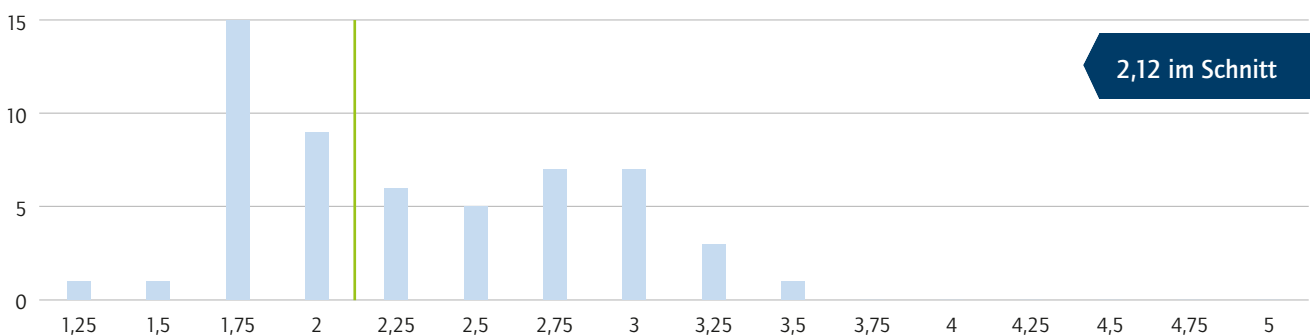
Aufbau (n=69)



Nutzung (n=69)



Monetarisierung (n=59)



Quelle: eigene Darstellung

befragten Unternehmen in den drei Handlungsfeldern dargestellt. Der Grad der Zustimmung zu den Antwortvorgaben über den Aufbau einer Datenbasis liegt durchschnittlich bei 2,8 und zeigt eine relativ breite Verteilung der Antworten im Bereich zwischen 2 (stimme eher zu) und 4 (stimme eher nicht zu). Die Verteilung der Zustimmung zu den Antwortvorgaben im Bereich Datennutzung konzentriert sich stärker um den mittleren Wert auf der Likert-Skala. Der durchschnittliche Zustimmungswert aller Unternehmen liegt hier geringfügig höher bei 2,84. Im Handlungsfeld Monetarisierung zeigt sich mit 2,12 ein deutlich geringerer durchschnittlicher Zustimmungswert zu den Antwortvorgaben. Wie bereits im vorigen Kapitel erläutert, wurden die Fragen im Bereich der Monetarisierung auch von weniger Teilnehmenden beantwortet.

Daraus lassen sich zwei wesentliche Schlussfolgerungen ableiten: Da die Standardabweichung im Handlungsfeld Aufbau höher ist als bei der Nutzung, weisen die befragten Unternehmen bezüglich des Aufbaus einer industriellen Datenbasis eine deutlich höhere Varianz auf als bei der Nutzung. Im Bereich Nutzung ist eine Normalverteilung zu sehen, was für einen homogeneren Reifegrad der

Unternehmen in diesem Bereich spricht. Zweitens ist der durchschnittliche Zustimmungswert zu den Antwortvorgaben im Bereich Monetarisierung deutlich geringer als in den Handlungsfeldern Aufbau und Nutzung und es haben weniger Teilnehmende hier Antworten geliefert. Dies sind eindeutige Indizien dafür, dass produzierende Unternehmen wesentlich schlechter in der Monetarisierung ihrer Datenbasis aufgestellt sind als in den anderen beiden Bereichen.

Des Weiteren sollten die Befragten die Anzahl der Vollzeitäquivalente an Datenspezialistinnen und -spezialisten in ihren Unternehmen einschätzen. Dabei wurde zwischen Data Scientists, die sich mit der Auswertung einer Datenbasis beschäftigen, und Data Engineers, deren Aufgabe der Aufbau einer Datenbasis ist, unterschieden.<sup>64</sup> Hier zeigt die Auswertung der Antworten deutlich, dass Unternehmen um so mehr Fachkräfte, die auf Daten spezialisiert sind, zur Verfügung haben, je größer sie sind (siehe Tabelle 3). Die zahlenmäßige Übereinstimmung in beiden Fachkräftekategorien deutet entweder darauf hin, dass Unternehmen tatsächlich beide Gruppen in gleichem Maße beschäftigen oder – wahrscheinlich

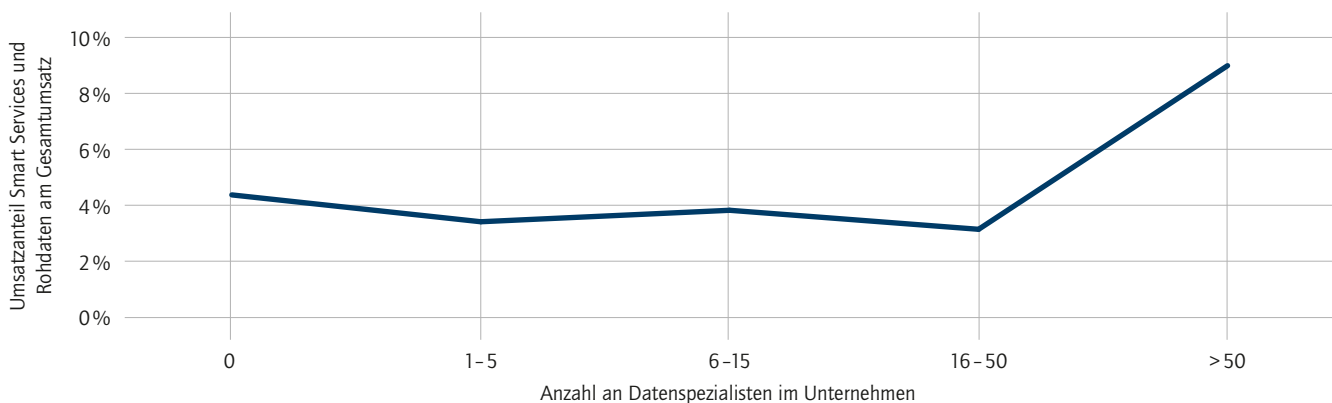
**Tabelle 3: Anzahl der auf Daten spezialisierten Beschäftigten (n=62)**

Umsatz (in Mio. €)	Unternehmens- anzahl	Anzahl Data Scientists				
		0	1 – 5	6 – 15	16 – 50	> 50
0 – 10	2	1	1	0	0	0
10 – 50	30	0	0	0	0	0
50 – 100	1	4	3	1	0	0
100 – 500	9	4	10	3	1	1
500 – 1000	4	0	3	2	1	0
> 1000	15	0	7	5	6	8
	<b>Summe</b>	<b>9</b>	<b>24</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>9</b>

Umsatz (in Mio. €)	Unternehmens- anzahl	Anzahl Data Engineers				
		0	1 – 5	6 – 15	16 – 50	> 50
0 – 10	2	2	0	0	0	0
10 – 50	30	0	0	0	0	0
50 – 100	1	3	4	1	0	0
100 – 500	9	4	10	3	1	1
500 – 1000	4	0	3	2	1	0
> 1000	15	0	8	6	3	10
	<b>Summe</b>	<b>9</b>	<b>25</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>11</b>

64 Vgl. Strawn 2016, S. 57, Tamir et al. 2015, S. 3.

Abbildung 11: Umsatzanteil von Smart Services und Rohdaten in Abhängigkeit von der Anzahl an Datenspezialisten (n=64)



Quelle: eigene Darstellung

eher – dass die Teilnehmenden nicht in der Lage waren, Data Scientists und Data Engineers klar voneinander zu unterscheiden.

Besonders aufschlussreich ist das Verhältnis zwischen der Anzahl datenkundiger Fachkräfte und dem Anteil von mit Smart Services und Rohdaten erzieltm Umsatz (Abbildung 11). Bei dieser aggregierten Betrachtung wird deutlich, dass sich erst mit einer höheren Anzahl von Datenspezialistinnen und -spezialisten auch höhere Umsatzanteile für Smart Services und Rohdaten zeigen. Dies könnte darauf hindeuten, dass erst mit einer höheren Anzahl an entsprechenden Fachkräften signifikante Mehrwerte durch eine Datenbasis geschaffen werden können.

#### 4.1.2. Aufbau

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse im Handlungsfeld Aufbau präsentiert und vor dem Hintergrund der einschlägigen Fachliteratur analysiert und interpretiert.

Durch die zunehmende Digitalisierung in der Industrie<sup>65</sup> ist es immer einfacher, Daten zu generieren und zu erfassen (zum Beispiel durch die Verwendung von modernen Bearbeitungsmaschinen, den Einsatz von IT-Systemen wie ERP und MES oder durch die Herstellung smarter Produkte). Doch erst das Zusammenwirken von strategischen, qualitäts- und digitalisierungstechnischen Aspekten

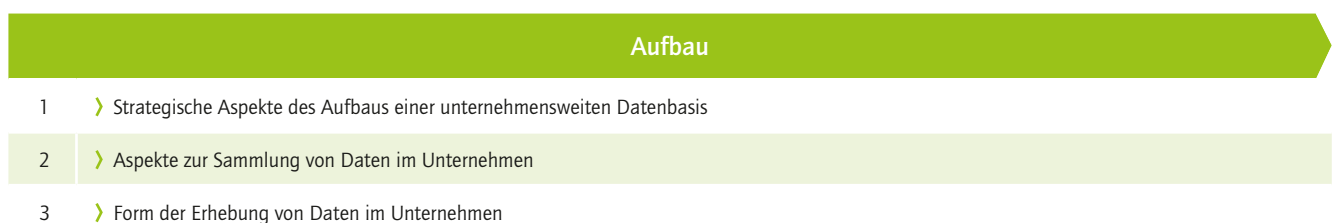
führt zu einer Datenbasis, die für die weiterführende Nutzung und Monetarisierung erfolgreich verwendet werden kann. Im Folgenden wird der Status quo, ermittelt durch die Umfrageergebnisse, hinsichtlich dieser Aspekte beleuchtet. Das Kapitel folgt der in Abbildung 12 dargestellten Struktur.

#### Strategische Aspekte des Aufbaus einer unternehmensweiten Datenbasis

Ob und in welchem Umfang sich die befragten Unternehmen ganzheitlich strategisch mit dem Aufbau der Datenbasis beschäftigt haben, wurde mithilfe von vier Kategorien abgefragt: Wurde der Zweck der Datenerhebung definiert? Wurden konkrete Datenquellen und ein Qualitätsstandard für Daten festgelegt? Wurde ein integriertes Datenmodell entwickelt? (siehe Abbildung 13). Diese Kategorien werden im Folgenden näher erläutert.

Für den Aufbau einer unternehmensweiten Datenbasis, die sich nutzen und monetarisieren lässt, ist nicht die reine Datenmenge, sondern der Inhalt der Daten maßgeblich.<sup>66</sup> Das Ziel von Unternehmen sollte daher sein, durch Datenerhebung und -analyse Erkenntnisse und Differenzierung in ihrem Wettbewerbssegment zu erlangen. Welche Daten dafür besonders geeignet sind, hängt von vielen Faktoren ab: der Branche, ob Produkte hergestellt oder verkauft werden, den eingesetzten Technologien oder der Zielgruppe

Abbildung 12: Im Handlungsfeld Aufbau untersuchte Aspekte

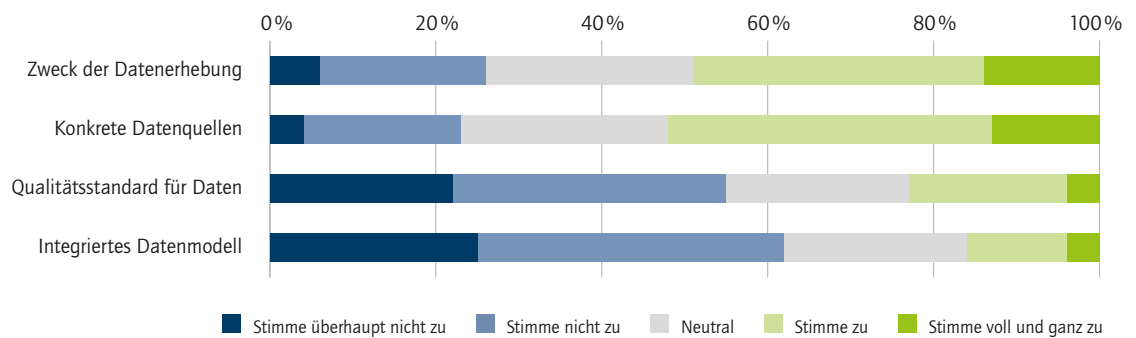


Quelle: eigene Darstellung

65 Vgl. Bücher/Engels 2022, S. 1, Deutsche Telekom AG 2020, S. 5-6.

66 Vgl. Bloching et al. 2015, S. 10-11.

Abbildung 13: Welche strategischen Aspekte zum Aufbau einer unternehmensweiten Datenbasis sind im Unternehmen definiert? (n=69)



Quelle: eigene Darstellung

des Unternehmens.<sup>67</sup> Der Schritt der Definition des Zwecks der Datenerhebung erfolgt in einer Datenstrategie. Sie umfasst die Festlegung der erwünschten Mehrwerte oder Leistungen durch die Datenerhebung, der dafür notwendigen Datenquellen, der daraus resultierenden Bedarfe an Daten, Ressourcen und Technologien sowie des benötigten Wissens.<sup>68</sup> Bei circa der Hälfte der befragten Unternehmen sind die Zwecke der Datenerhebung und die dafür benötigten konkreten Datenquellen definiert worden. Somit sind bei diesen Unternehmen die ersten Bausteine für den Aufbau der Datenbasis gelegt. Es kann vermutet werden, dass die restlichen Unternehmen Daten nicht gezielt und systematisiert, sondern durch vereinzelte Digitalisierungsaktivitäten erheben (zum Beispiel durch das digitale Nachrüsten bestehender Anlagen oder die Einführung eines neuen IT-Systems in nur einem Bereich).

Für die Umwandlung von Daten in Informationen spielt die Datenqualität eine herausragende Rolle, daher sollten innerhalb der Datenstrategie entsprechende Qualitätsstandards für Daten definiert sein.<sup>69</sup> Knapp jedes vierte Unternehmen hat zugestimmt, dass Qualitätsstandards für Daten vorhanden sind. Mehr als die Hälfte der befragten Unternehmen haben bisher keine Standards definiert. Anzunehmen ist, dass Daten aus bereits vorhandenen oder neu geschaffenen Quellen nicht per se unzureichend sind, sondern grundsätzlich einem bestimmten Standard folgen, zum Beispiel festgelegt von einem Maschinenhersteller oder IT-Systemanbieter. Die Antworten belegen jedoch, dass in vielen Unternehmen noch keine übergreifenden Vorgaben hinsichtlich Datenqualität vorhanden sind.

Ein weiterer wichtiger Faktor für den Aufbau und die nachfolgende Nutzung einer Datenbasis ist die Integration von Daten aus verschiedenen Quellen (zum Beispiel aus einzelnen Sensoren, Maschinen, IT-Systemen), um Redundanz zu vermeiden und Konsistenz zu gewährleisten.<sup>70</sup> Die Strukturierung der Daten und Aufstellung

von Beziehungen zwischen einzelnen Datenkategorien erfolgt im Datenmodell.<sup>71</sup> Ein klar definiertes Datenmodell reduziert dabei Kosten (zum Beispiel für Implementierung und Wartung von Datenbanken, Entwicklung von IT-Anwendungen, Auslastung von IT-Ressourcen) und trägt zu einer höheren Datenqualität bei (zum Beispiel durch eine klare Definition von zu erhebenden Datenformaten oder Interpretationsmechanismen).<sup>72</sup> Am wenigsten haben sich die befragten Unternehmen mit diesem Aspekt einer Datenstrategie beschäftigt. Lediglich rund 15 Prozent stimmten in der Tendenz der Antwortvorgabe zu, dass ein übergreifendes Datenmodell erstellt worden sei. Dieses Ergebnis könnte darauf hindeuten, dass Datenaktivitäten in den unterschiedlichen Unternehmensbereichen nur isoliert erfolgen und ein erhöhtes Risiko für das Entstehen von Datensilos und Datenredundanzen vorliegt.

### Sammlung, Pflege und Bereitstellung der Daten in Unternehmen

Für die Gewinnung von Informationen aus Daten und der darauf aufbauenden Generierung von Mehrwerten durch Daten ist die Datenqualität entscheidend.<sup>73</sup> Datenqualitätskriterien werden in wissenschaftlichen Veröffentlichungen vielfältig diskutiert. Ihre Anzahl variiert von drei grundlegenden Kategorien (Granularität, Aktualität, Genauigkeit)<sup>74</sup> bis hin zu 15 feingranularen Kriterien in vier Kategorien (Genauigkeit, Relevanz, Repräsentativität, Zugänglichkeit).<sup>75</sup>

Auch wenn umfassende Datenqualitätsstandards definiert sind und die Datenqualität auf einem hohen Niveau ist, können organisatorische Probleme die zielgerichtete und mehrwertgenerierende Verwendung von Daten im Unternehmen behindern. Organisatorische Probleme können bei Datenerhebung, Datenintegration, Datenanalyse, Informationsdistribution und Informationsverwendung

67 Vgl. Bloching et al. 2015, S. 12-13.

68 Vgl. Bundi/Keimer 2019, S. 63-64.

69 Vgl. Wang et al. 2002, S. 4-5.

70 Vgl. Ballard et al. 1998, S. 36.

71 Vgl. Gadatsch 2017, S. 4.

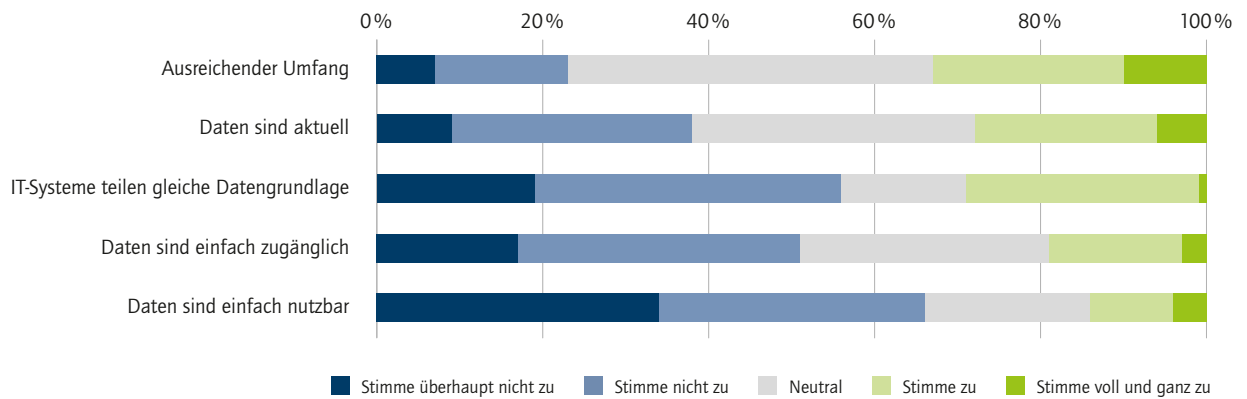
72 Vgl. Simson/Witt 2009, S. 8-10.

73 Vgl. Wang et al. 2002, S. 4-5.

74 Vgl. Busert/Fay 2018, S. 583-584.

75 Vgl. Wang et al. 2002, S. 20.

Abbildung 14: Welche Aspekte sind bei der Zurverfügungstellung von Daten im Unternehmen zutreffend? (n=69)



Quelle: eigene Darstellung

entstehen.<sup>76</sup> Vor diesem Hintergrund wurde untersucht, wie die Befragten die Bereitstellung, Aktualität, Nutzbarkeit und Zugänglichkeit von Daten in ihren Unternehmen bewerten (siehe Abbildung 14).

Nur jeweils weniger als ein Drittel der befragten Fach- und Führungskräfte stimmt zu, dass diese Qualitätsaspekte in ihrem Unternehmen erfüllt sind. Das deutet darauf hin, dass in vielen Unternehmen keine ausreichende Qualität für eine weiterführende Nutzung oder Monetarisierung von Daten besteht, zum Beispiel weil der Umfang der erhobenen Daten dafür nicht ausreicht oder die Daten nicht aktuell genug sind. Die höchste Zustimmung bei der Zurverfügungstellung von Daten wurde für die Aspekte *ausreichender Umfang*, *gleiche Datengrundlage der Systeme* und *Datenaktualität* ermittelt. Das könnte daran liegen, dass bei der Prozessdigitalisierung (zum Beispiel durch die Einführung eines MES auf dem Shopfloor) eine Vielzahl an Daten automatisiert erhoben wird. Damit liegen aktuelle Daten in ausreichendem Umfang vor, um Standardprozesse und -aktivitäten digital durchzuführen (zum Beispiel Übersicht der Gesamteffizienz einer Linie oder Nachverfolgung eines Produkts im Produktionsprozess). Wenn es jedoch um die *Zugänglichkeit der Daten für andere IT-Systeme*

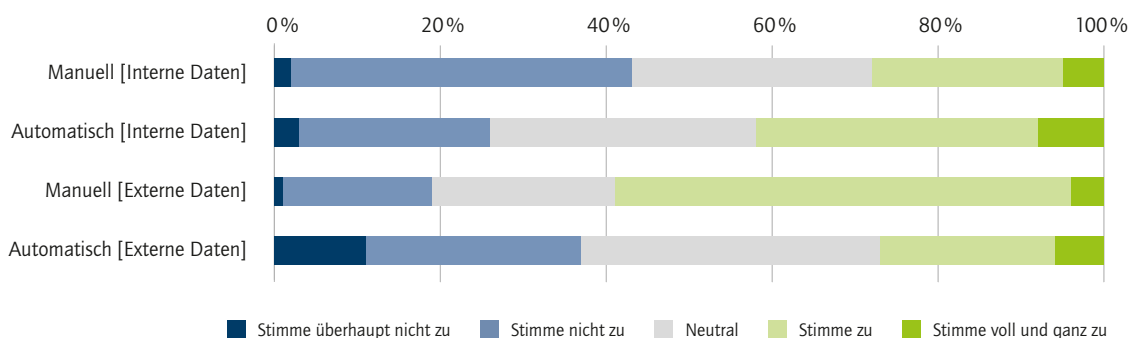
oder weiterführende Analysen geht, stellt sich die Frage, ob die IT-Systeme und Strukturen dies überhaupt ermöglichen.

### Verfahren der Datenerhebung

Da Daten aus unterschiedlichen Quellen stammen können (etwa einem Maschinensensor, einem Event Log eines digitalen Prozesses, einem Werkzeug der Qualitätssicherung), stellt sich die Frage, wie sie erhoben werden.

Wenn Daten maschinell erzeugt und erfasst werden, handelt es sich um eine automatische Datenerhebung. Diese ist durch hohe Geschwindigkeiten der Datenverfügbarkeit (je nach Anwendungsfall bis zur Echtzeitverfügbarkeit), hoher Zuverlässigkeit und geringer menschlicher Fehleranfälligkeit gekennzeichnet. Dort wo eine automatische Datenerhebung nicht möglich ist (zum Beispiel, weil Maschinen nicht an ein Netzwerk angeschlossen sind oder Daten nur in Papierformat vorliegen), müssen Beschäftigte die Daten manuell in eine Datenbank eintragen. Dieser Prozess ist deutlich fehlerbehafteter und langsamer. In Abbildung 15 werden die Angaben der Unternehmen hinsichtlich der Art der Datenerhebung vorgestellt.

Abbildung 15: Wie werden Daten im Unternehmen erhoben? (n=67)



Quelle: eigene Darstellung

76 Vgl. Wölfl et al. 2019, S. 219-224.



Die Ergebnisse der Umfrage zeigen, dass interne Daten eher automatisch erhoben werden als manuell. Dies liegt vor allem daran, dass interne Prozesse und Ressourcen zunehmend digitaler werden, zum Beispiel durch Einführung neuer IT-Systeme oder Anbindung von Maschinen an das unternehmensweite Netz, sodass mehr Daten automatisiert erzeugt und erfasst werden können.

*„Mit der schrittweisen Digitalisierung der Fertigung und Abschaffung der papierbasierten Unterlagen wird eine automatisierte Datenerhebung mit höherer Datenqualität und -konsistenz ermöglicht.“ (Anonym, Chemieindustrie)*

Auch bei der Erhebung externer Daten sind die Schnittstellen zwischen den einzelnen Objekten (respektive Systemen) entscheidend. Die Übertragung von externen Daten kann automatisiert, das heißt von einem System ausgelöst, erfolgen. Wird das automatische Einlesen externer Daten manuell ausgelöst, handelt es sich um eine teilautomatisierte Datenübertragung. Bei der manuellen Schnittstelle erfolgt eine händische Übertragung der Daten durch Mitarbeitende.<sup>77</sup> Der Grad der Automatisierung der Übertragung externer Daten hängt stark von der Fähigkeit des Unternehmens ab, eine langfristige Verbindung mit seinen verkauften Produkten aufzubauen sowie eine Vernetzung mit den Kundinnen und Kunden aufzustellen. Dieser Zusammenhang wurde in Gesprächen mit Experten validiert.

*„Unsere Maschinen bei Kunden generieren viele Daten, es ist aber ein großer Aufwand, diese zu bekommen. Auf der einen Seite möchten unsere Kunden es wegen der Gefahr des Verlusts von Produktions-Know-how nicht. Andererseits müssen wir selbst lernen, wie wir externe Daten strukturell integrieren können.“ (Anonym, pharmazeutische Industrie)*

Ein Beispiel in diesem Kontext ist die Automobilbranche.<sup>78</sup> Einige Autohersteller nutzen eine im Fahrzeug fest verbaute SIM-Karte,

um Kundinnen und Kunden zusätzliche Dienste, wie Navigation, Entertainment oder Einblick in den Autozustand, zu ermöglichen. Auf diese Weise verschaffen sich Autohersteller aber auch einen permanenten Zugang zu den Nutzungsdaten des Fahrzeugs, ohne dass das Auto ans Netzwerk angeschlossen werden muss. Die Datenübermittlung erfolgt automatisch über das Mobilfunknetz, wenn Zusatzdienste genutzt werden.

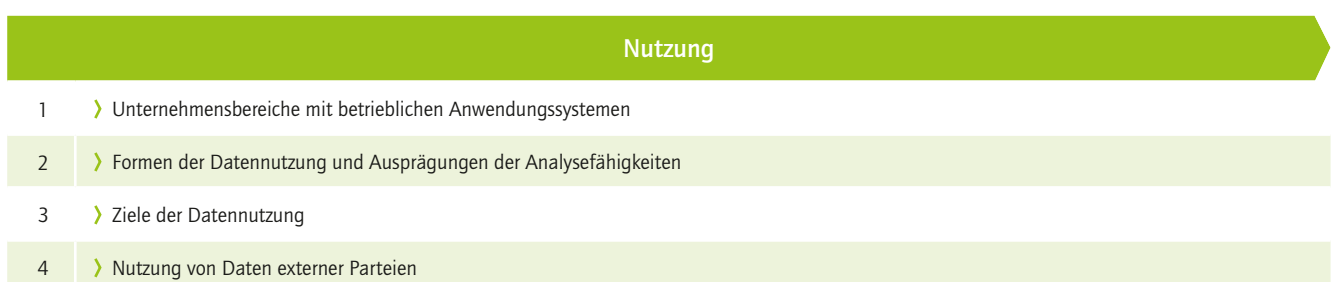
#### 4.1.3. Nutzung

Für das Handlungsfeld Datennutzung wurde der Status quo der Unternehmen auf der Basis der verwendeten Systeme für die Datengenerierung und der Komplexität der Datenanalysen ermittelt. Dies sind Grundvoraussetzungen für die Fähigkeit, datenbasierte Entscheidungen zu treffen. Im Einzelnen wurde für das Handlungsfeld Nutzung erhoben, in welchen Unternehmensbereichen Systeme der Datengenerierung und -analyse genutzt werden, welche Ausprägungen von Analysefähigkeiten und Ziele der Datennutzung existieren und mit welchen externen Parteien eine Datennutzung erfolgt. Der bereits erwähnte „Industrie 4.0 Maturity Index“ mit seiner Differenzierung der Reifegradstufen der Datennutzung ist in die Entwicklung dieses Teils des Fragebogens eingeflossen (siehe Abbildung 1). Das Kapitel folgt der in Abbildung 16 dargestellten Struktur.

#### Die Nutzung von betrieblichen Anwendungssystemen

Zur Unterstützung der Geschäftsprozesse nutzen produzierende Unternehmen betriebliche Anwendungssysteme. Der Markt für dezidierte Einzellösungen oder Software-Produkte, die in verschiedenen Geschäftsbereichen genutzt und miteinander verbunden werden können, ist groß. Es wurde untersucht, wie stark die Nutzung solcher Systeme bei den befragten Unternehmen ausgeprägt ist. Die Vielzahl der Systeme wurde differenziert nach ihrem Einsatz in verschiedenen Unternehmensbereichen. Je mehr Unternehmensbereiche Anwendungssysteme nutzen, desto umfassender ist die Infrastruktur für die Kommunikation der Systeme untereinander.<sup>79</sup> Abgefragt wurden die Unternehmensbereiche *Produktion und Logistik*, in denen häufig Manufacturing-Execution-Systeme

Abbildung 16: Im Handlungsfeld Nutzung untersuchte Aspekte



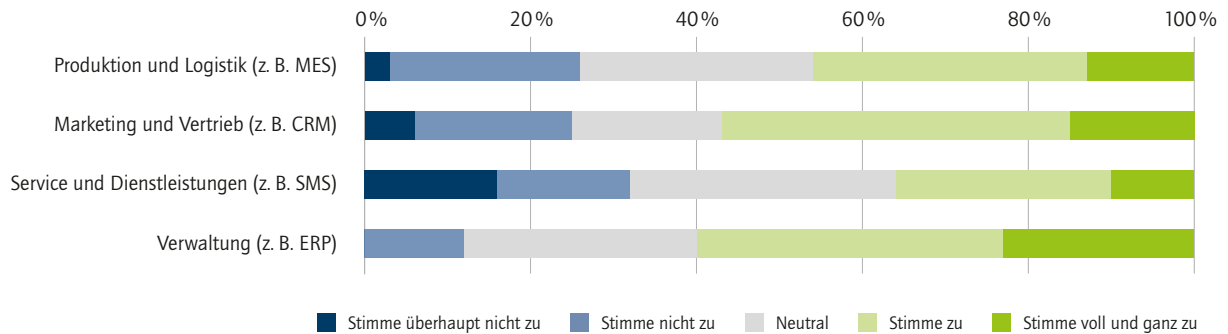
Quelle: eigene Darstellung

<sup>77</sup> Vgl. Bleider/Hoffmann 2022, S. 97–99.

<sup>78</sup> Vgl. ADAC 2022.

<sup>79</sup> Vgl. DKE 2014, S. 17.

**Abbildung 17: In welchen der folgenden Bereiche wird im Unternehmen ein umfassendes betriebliches Anwendungssystem mit digitaler Datenbasis genutzt? (n=69)**



Quelle: eigene Darstellung

(MES) genutzt werden, *Marketing und Vertrieb*, die Systeme für das Customer-Relationship-Management (CRM) einsetzen, *Service und Dienstleistungen*, wo Service-Management-Systeme (SMS) verbreitet sind, und die *Verwaltung*, in der zentrale Systeme für das Enterprise-Ressource-Planning (ERP) Verwendung finden (siehe Abbildung 17).

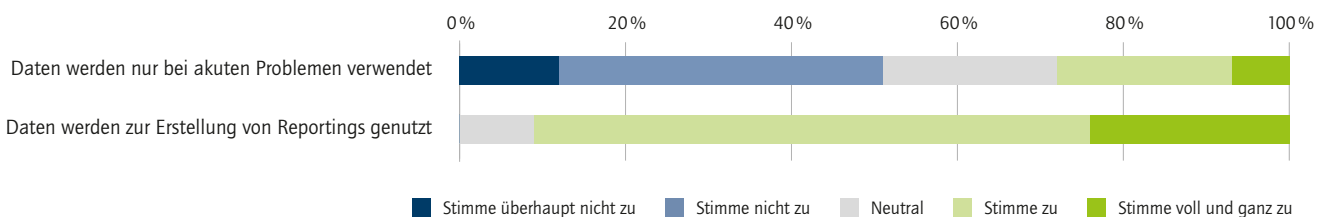
Bei den befragten Unternehmen ist erkennbar, dass betriebliche Anwendungssysteme primär im Bereich der Verwaltung (über 60 Prozent Zustimmung) genutzt werden. Etwas geringer ist die Anwendung (mit circa 50 Prozent Zustimmung) in den Bereichen *Marketing und Vertrieb* sowie *Produktion und Logistik*. Nachholbedarf besteht offenbar im Bereich *Service und Dienstleistungen*, der im Vergleich mit den anderen Bereichen eine deutlich geringere Zustimmungsrate aufweist. Eine vergleichende Auswertung nach Unternehmensgrößen zeigt jedoch, dass die Hälfte der Unternehmen mit mehr als tausend Beschäftigten der Nutzung von Anwendungssystemen im Bereich *Service und Dienstleistungen* zustimmte, während das nur bei 10 Prozent der KMU der Fall war. Gründe dafür könnten in der Frage zu den Zielen der Datennutzung zu finden sein. Dort zeigte sich, dass ein Großteil der Unternehmen keine Smart Services oder Dienstleistungen anbieten, wodurch die geringe Nutzung solcher Systeme und Datenbanken zu begründen ist. Zugleich zeigt sich, dass ebenfalls ein Teil der Unternehmen, die diese Dienstleistungen anbieten, ebenfalls keine dedizierten Datenbanken dazu nutzen.

### Formen der Datennutzung und Ausprägungen der Analysefähigkeiten

Der folgende Abschnitt beschreibt den Reifegrad der Datennutzung in den befragten Unternehmen und gliedert sich in zwei Teile. Im ersten Teil wird dargestellt, für welche Problemstellungen Daten ausgewertet werden (siehe Abbildung 18). Zwei Kategorien sind hier bedeutsam. Zum einen können Daten zur Erstellung von Reportings genutzt werden. Hierbei werden die Daten gezielt aufbereitet, um Vergleiche und Bewertungen durchzuführen, damit anschließend auf dieser Basis Entscheidungen getroffen werden können. Zum anderen können Daten auch kurzfristig für die Lösung akuter Probleme ausgewertet werden. Hierbei werden Daten analysiert, um Ursachen ableiten zu können. Dies geschieht beispielsweise bei Maschinenausfällen. Daten werden direkt an der Maschine ausgelesen, um die Fehlercodes zu finden und das Problem anschließend zu beheben.

In Abbildung 18 ist erkennbar, dass Daten von nahezu allen befragten Unternehmen für Reportings genutzt werden. Die Nutzung von Daten allein zur Lösung akuter Probleme findet dagegen in deutlich geringem Umfang statt, nur circa ein Viertel der befragten Unternehmen stimmte hier zu. Entsprechend kann abgeleitet werden, dass bereits eine regelmäßige Datenanalyse in Unternehmen stattfindet, die nicht mehr ausschließlich problembasiert ist.

**Abbildung 18: Mit welcher Absicht findet die Datennutzung im Unternehmen statt? (n=68)**



Quelle: eigene Darstellung

Der zweite Teil des Abschnitts stellt die Befragungsergebnisse zur Komplexität der Analysetätigkeiten dar und damit den Reifegrad der Datennutzung in den befragten Unternehmen (siehe Abbildung 19). Relevant sind hier die Art der verwendeten Daten sowie die Methoden und Zwecke der Datenanalyse. Die Komplexität der vorgenommenen Datenverarbeitung lässt Rückschlüsse darauf zu, inwieweit Unternehmen in der Nutzung von Daten fortgeschritten sind. Die abgefragten Anwendungen bauen schrittweise aufeinander auf und entsprechen den verschiedenen Reifestufen des acatech „Industrie 4.0 Maturity Index“<sup>80</sup> (siehe Kapitel 2.3). Auf der niedrigsten Stufe steht die *manuelle Datenanalyse*, die nicht standardisiert ausgeführt wird. Fortgeschrittener ist es, *Daten aus verschiedenen Quellen zusammenzuführen und zu visualisieren* wie dies beispielsweise bei Reportings geschieht. Noch komplexer ist die *Kombination von historischen und aktuellen Datensätzen, um anhand dieser Ursache-Wirkungsbeziehungen aufzudecken*. Auf der nächsten Stufe steht die Fähigkeit, aus Echtzeitdaten mithilfe von komplexen Modellen oder Simulationen *zukünftige Ereignisse automatisiert prognostizieren* zu können. Der höchste Reifegrad entspricht einer *automatisierten Entscheidungsableitung* durch den Einsatz sogenannter *Decision Engines*.<sup>81</sup> Die letzten beiden Analysefähigkeiten sind beispielsweise erforderlich für die vorausschauende Wartung von Anlagen, bei der die Systeme frühzeitig Meldungen und Alarmer ausgeben, falls Bauteile zu versagen drohen, und sogar eigenständig Wartungen auslösen.

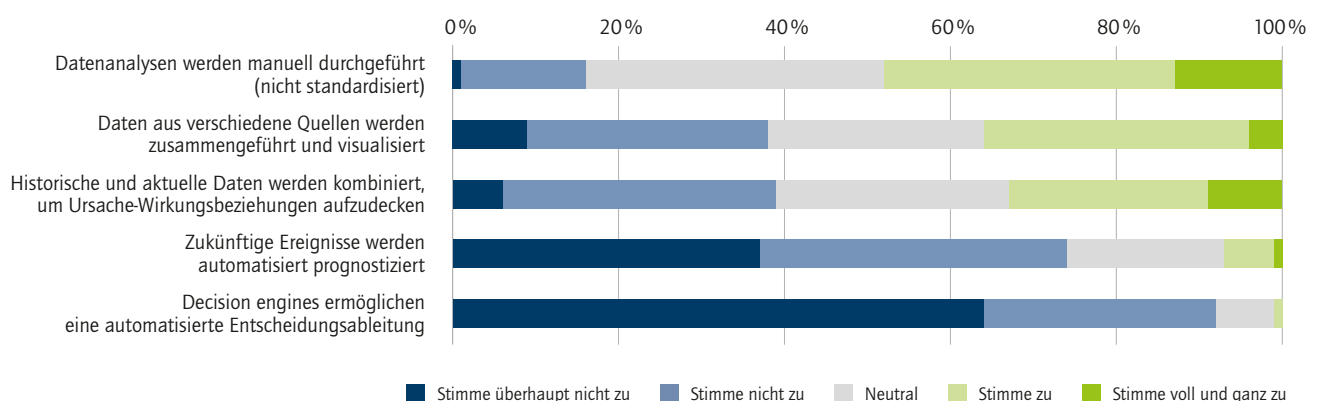
Auf den ersten Blick erkennbar ist, dass die Zustimmung der Unternehmen zu den abgefragten Analysefähigkeiten abnimmt, umso komplexer die Durchführung der Datenanalyse ist. Hierin kann eine empirische Bestätigung für den stufenweisen Aufbau des acatech Maturity Index gesehen werden. Bei circa der Hälfte der befragten

Unternehmen werden manuelle Datenanalysen durchgeführt, während nur noch circa 35 Prozent Daten aus verschiedenen Quellen zusammenführt und visualisiert. Bei der Nutzung von Echtzeitdaten zur automatisierten Prognose sinkt die Zustimmung der Befragten nur etwa zehn Prozent. Da die Erhebung von Daten teilweise immer noch manuell erfolgt, wie die Ergebnisse aus dem Handlungsfeld Aufbau zeigen, können diese Daten anschließend nicht automatisiert ausgewertet und analysiert werden. Eine voll automatisierte Auswertung erfolgt in der Praxis meist erst, wenn die Daten bereits automatisiert erhoben wurden und die Übertragung zumindest teilautomatisiert durchgeführt wird. Dies bestätigen auch die interviewten Experten: Anbieter von Maschinen und Anlagen sowie Messgeräten integrieren bereits jetzt Systeme, die eine automatisierte Speicherung von Daten in der Cloud ermöglichen. Kunden können diese Funktion je nach Bedarf freischalten, um zukünftig automatisiert auswerten zu können.

„Mit der neuen Generation von Geräten sollen in Zukunft ausreichend Daten erhoben werden, um automatisiert Vorhersagen treffen zu können und bei Entscheidungen zu unterstützen“ (Frank Kuntze, Kuntze Instruments GmbH)

Ein weiteres Ergebnis aus den tiefergehenden Gesprächen mit den Experten in diesem Zusammenhang ist, dass die Nutzung einer zentralen Datenbasis als Single Source of Truth für das gesamte Unternehmen entscheidend ist. Eine Single Source of Truth stellt die Basis für die Datensammlung in allen Unternehmensbereichen dar und vereinfacht die Nutzung von Synergien und datenbasierte Entscheidungsfindung in größeren Unternehmen.

Abbildung 19: In welcher Form finden Datenanalysen im Unternehmen statt? (n=68)



Quelle: eigene Darstellung

80 Schuh et al. 2020c.

81 Vgl. Gluchowski/Chamoni 2016, S. 58-65.

*„Eine Single Source of Truth innerhalb einer agilen Organisationsstruktur bietet Möglichkeiten, Daten innerhalb des gesamten Unternehmens effizient zu nutzen und die Vorteile für andere sichtbar zu machen.“ (Anonym, Maschinen- und Anlagebau)*

In den Experteninterviews wurde betont, dass Zugänglichkeit und Zentralität der Systeme entscheidende Faktoren für die Datenverarbeitung und -nutzung darstellen und dies bereits beim Aufbau berücksichtigt werden sollte. Das Vertrauen in die eigenen Daten-systeme motiviere eine aktive Nutzung.

*„Die Daten sind für uns zum Teil sehr einfach zugänglich, da wir auch Systeme hosten, über die unsere Produkte dann beim Kunden betrieben werden. Es läuft also alles durch unser System.“ (Dr. Jan Siegers, Scheidt & Bachmann GmbH)*

### Ziele der Datennutzung

Nach dem Bundesdatenschutzgesetz umfasst die Verarbeitung von (personenbezogenen) Daten „das Erheben, das Erfassen, die Organisation, das Ordnen, die Speicherung, die Anpassung, die Veränderung, das Auslesen, das Abfragen, die Verwendung, die Offenlegung durch Übermittlung, Verbreitung oder eine andere Form der Bereitstellung, den Abgleich, die Verknüpfung, die Einschränkung, das Löschen oder die Vernichtung“.<sup>82</sup> Dabei bezeichnet die Nutzung von Daten die Verwendung personenbezogener Daten außerhalb der Verarbeitung.<sup>83</sup> Im Rahmen dieser Expertise verwenden wir den Begriff „Datennutzung“ für Tätigkeiten, die vom reinen Ablesen von Daten über Datenanalysen und die Ableitung von Erkenntnissen bis hin zur Einbindung von Daten in intelligente Systeme reichen. Insgesamt wurden acht Tätigkeiten identifiziert, die Anwendungsfälle von Industrie 4.0 widerspiegeln.

In der Praxis werden erhobene Daten dazu genutzt, Prozesse, Produkte, Services oder Geschäftsmodelle zu optimieren. Des Weiteren können mithilfe von Daten Entscheidungen getroffen sowie Kundenbedürfnisse, Marktpotenziale oder der Einsatz von Smart Services analysiert werden. Zusätzlich bietet sich die Möglichkeit, Daten direkt weiterzuverkaufen. Zu optimierende Prozesse können unterschieden werden in interne (zum Beispiel Produktionsprozesse) oder externe (etwa Lieferketten). In einem ersten Schritt werden die erhobenen Daten mit Methoden wie Data & Process Mining auf Abweichungen analysiert. Aus den gewonnenen Erkenntnissen der Datenanalysen können Maßnahmen abgeleitet werden, die der Optimierung dienen.<sup>84</sup> Beispielsweise können Daten zu

Reparaturen und Rückrufen von Produkten analysiert werden, um Materialfehler zu reduzieren. Die Analyse von Nutzungsdaten gibt Aufschluss über Kundenbedürfnisse, die durch Anpassungen, neue Produkte oder Services abdecken werden können. Beim Eintritt in neue Märkte hilft die Analyse von Marktpotenzialen, Risiken und Aufwände einzuschätzen.<sup>85</sup> Bei der Umsetzung von Smart Services dienen Daten als Entscheidungsgrundlage für die Terminierung von Serviceintervallen. Dies ist beispielsweise bei der vorausschauenden Wartung der Fall, bei der historische Daten der Maschinen-nutzung zusammen mit aktuellen Betriebsdaten analysiert werden, um auf Risiken und drohende Ausfälle vorab reagieren zu können, indem bestimmte Wartungstätigkeiten für kritische Maschinenteile in regelmäßigen Abständen durchgeführt und verschlissene Teile frühzeitig ausgetauscht werden.<sup>86</sup> Beim direkten Verkauf von Daten an Dritte muss eine vorherige Anonymisierung der Daten unter Berücksichtigung verschiedener Datenschutzgrundlagen erfolgen.<sup>87</sup> Mit dem Begriff „Rohdaten“ sind hier Daten gemeint, „die im normalen Geschäftsablauf oder aus öffentlich zugänglichen Quellen generiert werden.“<sup>88</sup> Dritte Parteien können diese Daten dann für eigene Auswertungen und Analysen nutzen. Die Zustimmungswerte zu den abgefragten Tätigkeiten im Kontext von Industrie 4.0 sind in Abbildung 20 dargestellt.

Anhand der Auswertung ist ersichtlich, dass Datenanalysen zur *Optimierung interner Prozesse* sowie zur *Prognose von Zukunftsszenarien* die größte Zustimmung erhalten. Ähnlich häufig dient die Datennutzung in den befragten Unternehmen der *Optimierung und Anpassung bestehender Produkte, Geschäftsmodelle und Services*. Dies wird von über 40 Prozent der befragten Unternehmen durchgeführt.

Die Nutzung von Daten zur Optimierung interner Prozesse bestätigen auch Experten in den Interviews. Dabei wurde außerdem hervorgehoben, dass hier primär Leistungskennzahlen, sogenannte Key Performance Indicators (KPIs), analysiert werden.<sup>89</sup>

*„Daten werden zur Optimierung interner Prozesse durch KPIs genutzt. Gemeinsame KPIs können helfen, eine abteilungsübergreifende Zusammenarbeit zu fördern.“ (Maik Klotzbach, K+S Minerals and Agriculture GmbH, Werk Werra)*

Ein weiteres Ergebnis der Experteninterviews ist, dass die Nutzung von Kundendaten für Services mit der Nutzung von Daten für die Optimierung der Produkte zusammenhängt. Für die Entwicklung von Services werden offenbar ähnliche Nutzungsdaten benötigt wie für die Optimierung der Produkte, beispielsweise Informationen über Produktverhalten und Einsatz. Mit solchen Daten lassen sich

82 Siehe BRD 2017, BDSG § 46 Satz 2.

83 Siehe ebd.

84 Vgl. Scheer 2020a, 34–43, 96–101.

85 Vgl. Koch 2014, S. 36–42.

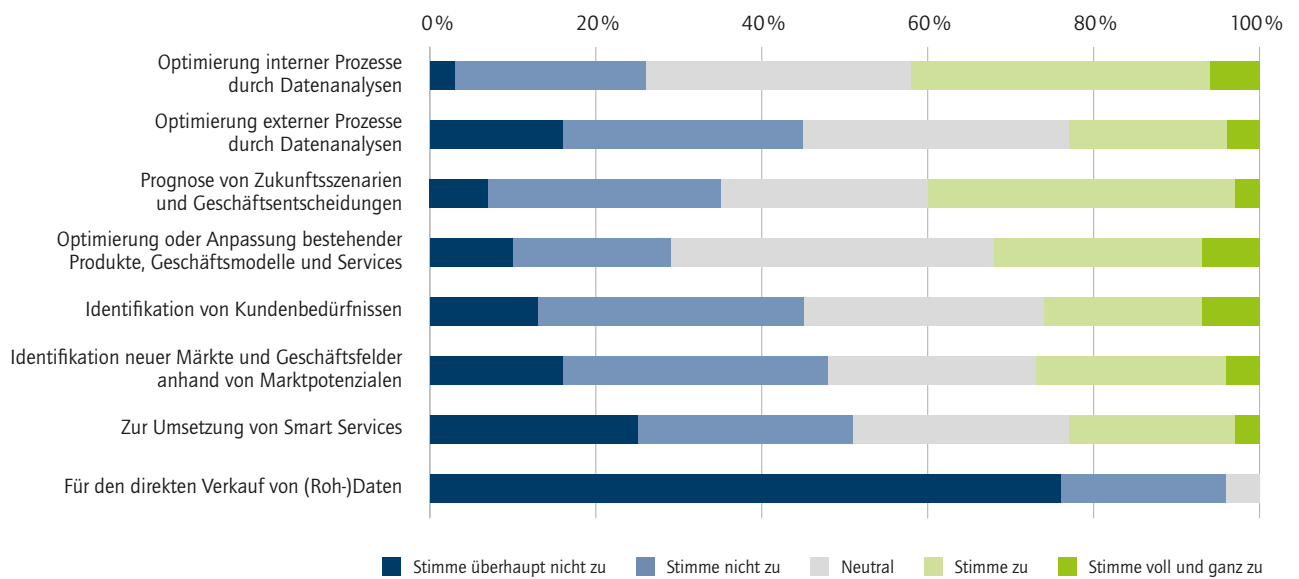
86 Vgl. Schuh et al. 2020c, S. 43; Scheer 2020b, S. 34–43.

87 Vgl. Fasel/Meier 2016, S. 101–104.

88 Siehe Gusev/Engelbergs 2019, S. 60.

89 Vgl. Gluchowski/Chamoni 2016, S. 113.

Abbildung 20: Welche der folgenden Tätigkeiten werden durch Daten unterstützt? (n=69)



Quelle: eigene Darstellung

Schwachstellen im Betrieb identifizieren und herausfinden, inwiefern Produkte entsprechend den Anforderungen genutzt werden. Eine Herausforderung in diesem Zusammenhang stellt allerdings das Nutzungsrecht der Kundendaten dar (siehe Kapitel 4.1.5).

„Die Analyse von Kundendaten wird im Rahmen der Produktpalette als Service angeboten und ist für das Geschäftsmodell notwendig. Zusätzlich werden die Daten zur Optimierung unserer eigenen Produkte genutzt.“ (Frank Kuntze, Kuntze Instruments GmbH)

Weiterhin zeigen die Ergebnisse der Umfrage, dass die *Optimierung externer Prozesse*, die *Identifikation von Kundenbedürfnissen* sowie die *Identifikation neuer Märkte und Geschäftsfelder* durch Datenanalysen bei etwa einem Viertel der Unternehmen stattfindet. Darüber hinaus konnten wir hier kaum Unterschiede zwischen den Zustimmungswerten von Pionieren und Followern feststellen. Weiterhin zeigt die Auswertung, dass der direkte Verkauf von Rohdaten für die befragten Unternehmen kaum relevant ist, da hier keine Zustimmung erfolgt ist. Dies bestätigte sich im Rahmen der Experteninterviews. Die Analyse eigener Daten steht für die Unternehmen im Vordergrund

### Nutzung von Daten externer Parteien

Der letzte Aspekt der Auswertung im Handlungsfeld Datennutzung befasst sich mit externen Datenquellen. In den vorherigen Abschnitten lag der Fokus auf der Nutzung interner Daten aus betrieblichen Anwendungssystemen. Externe Daten werden dagegen öffentlich bereitgestellt oder außerhalb des Unternehmens generiert. Abhängig von der Art der Akquirierung können sie mit

zusätzlichen Kosten und Aufwänden verbunden sein.<sup>90</sup> Beispiele für solche Daten sind Informationen über den aktuellen Lieferstatus von Zukaufteilen, Marketingdaten zum Konsumentenverhalten oder Wetterdaten. Im Rahmen der Expertise sind besonders externe Daten von Interesse, die in Verbindung zur Wertschöpfungskette des Unternehmens stehen können und nicht frei verfügbar sind. Frei verfügbare Daten sowie solche aus öffentlichen Einrichtungen wurden dabei nicht berücksichtigt.<sup>91</sup> Daten mit Relevanz für die Wertschöpfungskette werden von externen Parteien, wie *Lieferanten, Wettbewerbern oder Kundinnen und Kunden*, eingekauft oder zur Verfügung gestellt.<sup>92</sup> Die Identifikation externer Datenquellen und die automatisierte Sammlung ihrer Daten stellt Unternehmen oft aufgrund der Komplexität der Umsetzung vor Schwierigkeiten.<sup>93</sup> Die Erhebung des Status quo in diesem Aspekt ist deshalb wichtig, um daraus Handlungsoptionen ableiten zu können. Die Kategorie *sonstige Unternehmen* meint solche, die nicht im Wettbewerb zum befragten Unternehmen stehen. Als Beispiel können hier externe Servicedienstleister, die Maschinen warten, oder Hersteller von anderen Maschinen entlang der Produktionskette genannt werden. Weiterhin wird die Nutzung von Daten aus *Forschungseinrichtungen* abgefragt. Relevante Daten für Unternehmen können hier beispielsweise Informationen zum Materialverhalten sein, die in Experimenten gewonnen wurden.

Bei der Auswertung der Antworten in Abbildung 21 ist erkennbar, dass die Nutzung von Kundendaten die deutlichste Zustimmung der Befragten erhält. Schon im letzten Abschnitt hat sich gezeigt, dass Kundendaten notwendig sind, um Tätigkeiten wie Produktoptimierungen oder die Entwicklung neuer Services

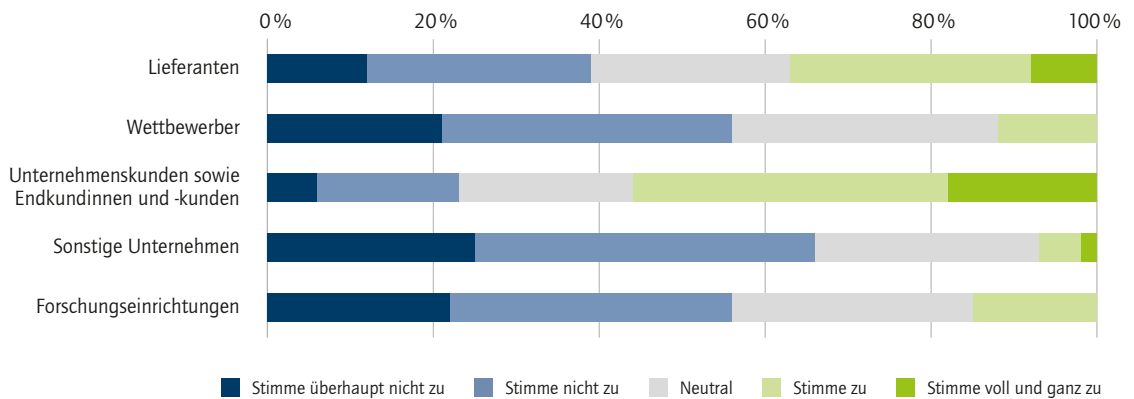
90 Vgl. Wenger et al. 2022, S. 172.

91 Vgl. Funke 2020, S. 304–309.

92 Vgl. Doleski 2020, S. 111–120; Frenz 2020, S. 43–60.

93 Vgl. Fasel/Meier 2016, S. 51–52.

Abbildung 21: Daten von welchen externen Partnern werden derzeit regelmäßig im Unternehmen genutzt? (n=66)



Quelle: eigene Darstellung

durchzuführen. Weiterhin wird deutlich, dass über ein Drittel der Unternehmen Lieferantendaten für eigene Zwecke nutzt. Solche Daten können beispielsweise über Electronic-Data-Interface-Systeme oder Supplier-Relationship-Management-Systeme automatisiert ausgetauscht werden. Diese Systeme dienen dazu, Lieferzeiträume abzuschätzen und Produktionsplanungen durchzuführen.<sup>94</sup> Eine deutlich geringere Zustimmung weist die Nutzung von Daten von Wettbewerbern sowie Forschungseinrichtungen auf. Die geringste Zustimmung zeigt die Nutzung von Daten sonstiger Unternehmen, also jener, die nicht im Wettbewerb mit dem eigenen Unternehmen stehen.

In den Experteninterviews bestätigte sich, dass primär Kundendaten für Analysezwecke genutzt werden. Weiterhin wurde angemerkt, dass die Nutzung von Daten anderer Unternehmen oder Wettbewerber aufgrund von unklaren Nutzungsrechten schwieriger umzusetzen ist:

*Die Nutzungsrechte für Kundendaten sind durch den Gesetzgeber nicht einwandfrei geklärt. Der Kunde oder der Partner muss den Vorteil erkennen, um dann vertragliche Vereinbarungen über die Nutzungsrechte treffen zu können.*  
(Frank Kuntze, Kuntze Instruments GmbH)

#### 4.1.4. Monetarisierung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Befragung zum Handlungsfeld Monetarisierung einer industriellen Datenbasis detailliert dargestellt. Von den 51 Befragten, die Informationen lieferten, wie sich der erwirtschaftete Umsatz ihrer Unternehmen zusammensetzt, gab knapp die Hälfte an, dass keine Umsätze mit Smart Services erzielt werden. Das Generieren von Umsätzen mit Daten sahen sogar gut 70 Prozent in ihren Unternehmen als nicht gegeben. Die allgemein geringen Zustimmungswerte im Handlungsfeld Monetarisierung können deshalb kaum verwundern. Unternehmen

zeigen im Vergleich zum Aufbau und der Nutzung einer industriellen Datenbasis in diesem Bereich eine geringere Reife. Wie bereits in Kapitel 3 beschrieben, haben weniger Teilnehmende die Fragen in diesem Fragebogenteil beantwortet. Abbildung 22 zeigt die im Handlungsfeld Monetarisierung untersuchten Aspekte.

#### Ermittlung des monetären Nutzens von Daten

Bei der Ermittlung des monetären Nutzens einer industriellen Datenbasis wird der konkrete ökonomische Mehrwert durch Daten quantifiziert, der einem Unternehmen entsprechende Wettbewerbsvorteile bringen kann. Je besser Unternehmen diese Mehrwerte über erwirtschaftete Umsätze beziehungsweise Einsparungen konkret belegen können, desto einfacher fallen Investitionen in den weiteren Aufbau der Datenbasis und die Ausweitung der Datennutzung, da ein Return on Investment ermittelt werden kann.<sup>95</sup> Wie sich ökonomische Mehrwerte einer industriellen Datenbasis durch die interne Nutzung wie durch den Verkauf datenbasierter Produkte erzielen lassen, haben wir in Kapitel 2.4 erörtert.

Abbildung 23 macht deutlich, dass die teilnehmenden Unternehmen die Ermittlung des monetären Nutzens vor allem über *Einsparungen durch interne Prozess- und Produktoptimierungen* vornehmen. Dies findet bei der Hälfte der teilnehmenden Unternehmen statt. Danach folgt mit einem Drittel Zustimmung die Methode, den Wert der Daten über *Umsatzsteigerungen im Kerngeschäft der Industrie*, also dem Produktgeschäft, zu ermitteln. Daten können hier umsatzsteigernd wirken, beispielsweise durch die unmittelbare Berücksichtigung von User-Feedback in der Entwicklung der Produkte.<sup>96</sup> Etwa ein Viertel der Befragten geben an, dass der monetäre Nutzen über *digitale Geschäftsmodelle oder Smart Services, sowie die Erschließung neuer Geschäftsfelder*, generiert wird. Ein digitales Geschäftsmodell ist eine fundamentale Veränderung der geschäftlichen Tätigkeiten durch Nutzung digitaler Technologien.<sup>97</sup> Besonders relevant sind für die produzierende Industrie hier Smart

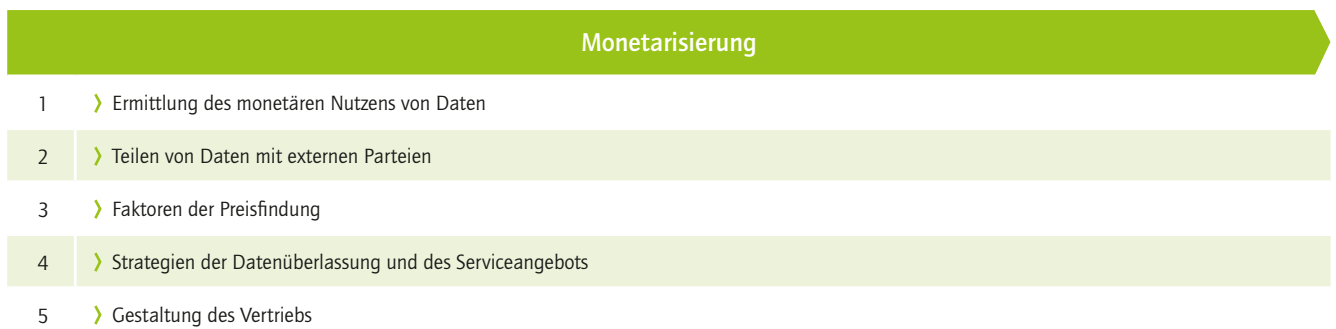
<sup>95</sup> Vgl. Faroukhi et al. 2020, S. 18.

<sup>96</sup> Vgl. Schuh et al. 2019, S. 538.

<sup>97</sup> Vgl. Veit et al. 2014, S. 48.

<sup>94</sup> Vgl. Gluchowski/Chamoni 2016, S. 287-289.

Abbildung 22: Im Handlungsfeld Monetarisierung untersuchten Aspekte



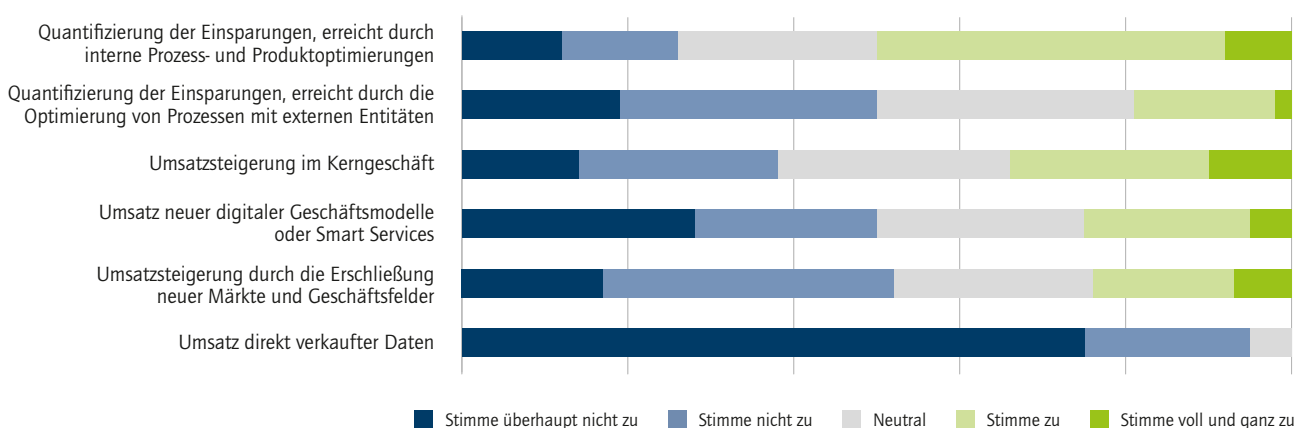
Quelle: eigene Darstellung

Services, die Daten vernetzter Produkte nutzen, um einen Mehrwert zu erzeugen.<sup>98</sup> Neue Geschäftsfelder können datenbasiert beispielsweise mithilfe der Analyse von Patenten der Wettbewerber erschlossen oder neue Märkte mithilfe der Analyse von Social-Media-Daten identifiziert werden.<sup>99</sup> Eine weitere Möglichkeit der Ermittlung eines monetären Nutzens, stellen das Messen von *Einsparungen, die durch die Optimierung von Prozessen mit externen Entitäten* entstehen, dar. Dies findet bei weniger als 20 Prozent der befragten Unternehmen statt. Hierbei werden Aufgaben, die vormalig beim Unternehmen lagen, an Kunden ausgelagert, wodurch Kapazitäten eingespart werden können. Ein Beispiel hierfür wäre ein Online-Shop, bei dem Kunden direkt bestellen können, anstatt eine telefonische Bestellung tätigen zu müssen, oder ein Konfigurator für Produkte anstelle einer technischen Beratung.<sup>100</sup> Eine Ermittlung des monetären Nutzens über *direkt verkaufte Daten* spielte für

die befragten Teilnehmer der Studie keine Rolle. Diese Möglichkeit der Monetarisierung wird zwar in der akademischen Fachwelt stark diskutiert,<sup>101</sup> ist jedoch noch nicht in der Praxis angekommen.

Allgemein ist festzustellen, dass die Ermittlung des konkreten monetären Nutzens von Daten noch nicht durchgängig respektive auf allgemein niedrigem Niveau erfolgt. Unternehmen nutzen primär bekanntes Terrain in Form von Quantifizierung der Einsparungen durch interne Prozessoptimierungen oder die Ermittlung von Umsatzsteigerungen im Kerngeschäft. Bei der Bewertung des monetären Nutzens spielen die Optimierung der Kundenprozesse, digitale Geschäftsmodelle oder das Erschließen neuer Geschäftsfelder nur eine untergeordnete Rolle, während der direkte Verkauf von Daten bisher gar keine Rolle spielt.

Abbildung 23: Über welche der folgenden Aspekte wird der monetäre Nutzen der Daten im Unternehmen ermittelt? (n=59)



Quelle: eigene Darstellung

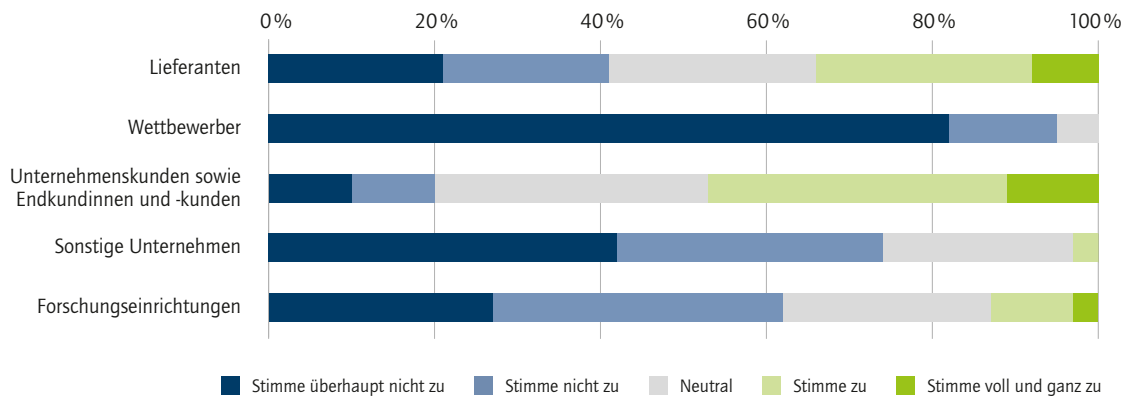
98 Vgl. Beverungen et al. 2019, S. 12.

99 Vgl. Lee/Lee 2017, S. 178; Yang et al. 2021, S. 17.

100 Vgl. Blažek et al. 2017, S. 163; Lämmer/Blümel 2018, S. 838.

101 Vgl. Salesforce 2020; Hornung/Hofmann 2017, S. 19; Oberländer et al. 2019, S. 1120.

Abbildung 24: Mit welcher der folgenden Parteien werden regelmäßig Daten geteilt? (n=61)



Quelle: eigene Darstellung

### Teilen von Daten mit externen Parteien

Einzigartige Daten zu haben, stellt eine wertvolle Unternehmensressource dar. Gerade das Teilen der Daten mit anderen kann ihren Wert durch die Möglichkeit der kombinierten Auswertung mit externen Daten noch steigern.<sup>102</sup> Durch das Teilen von Daten mit Kunden, Lieferanten, Wettbewerbern oder Anderen lassen sich beispielsweise Geschäftsbeziehungen verbessern, Prozesse optimieren, neue Geschäftsmodelle umsetzen oder die Entwicklung neuer Produkte effizienter gestalten.<sup>103</sup> Die echte Bereitschaft, Daten zu teilen, ist daher eine wichtige Voraussetzung der Monetarisierung einer Datenbasis. In Abbildung 24 ist dargestellt, mit welchen Entitäten die befragten Unternehmen Daten teilen.

Hier zeigt sich eindeutig, dass die befragten Unternehmen am ehesten mit anderen Entitäten in der direkten Wertschöpfungskette Daten teilen. So ist der Austausch mit *Kundinnen und Kunden* am intensivsten. Knapp 50 Prozent der Teilnehmenden geben an, regelmäßig mit ihnen Daten zu teilen. 36 Prozent teilen Daten zudem mit *Lieferanten*. In geringem Umfang werden Daten auch mit *Forschungseinrichtungen* oder *sonstigen Unternehmen* geteilt. Die Angaben für das Teilen von Daten mit externen Parteien decken sich weitgehend mit den Angaben zur Nutzung von Daten externer Parteien – mit einer Ausnahme: Interessant ist, dass offenbar kein befragtes Unternehmen regelmäßig Daten mit Wettbewerbern teilt, obwohl 13 Prozent im Handlungsfeld Nutzung angegeben haben, Daten von Wettbewerbern für ihre Zwecke zu nutzen (siehe Abschnitt 4.1.2).

### Faktoren der Preisfindung

Die Preisfindung für Produkte und Services ist ein wesentlicher Aspekt der Monetarisierung und dient der Maximierung des ökonomischen Ertrags. Gerade für Daten, die ein immaterielles Gut darstellen, ist die Bewertung in produzierenden Unternehmen schwierig.<sup>104</sup> Preise werden beeinflusst durch Produzenten, Kundinnen und Kunden und unter Umständen auch den Staat, der gewisse Rahmenbedingungen für geschäftliche Tätigkeiten setzt.<sup>105</sup> Theoretisch kann sich die Preisfindung an den Herstellungskosten, der Nachfrage oder der Konkurrenz orientieren.<sup>106</sup> Gerade bei sehr komplexen Produkten und Services, wie sie in der Industrie der Fall sind, spielen jedoch auch Erfahrungswerte und Bauchgefühl eine starke Rolle.<sup>107</sup> Abbildung 25 zeigt, dass die wichtigsten Faktoren in der Preisfindung die kundenseitige *Zahlungsbereitschaft* und der *antizipierte Kundennutzen* sind.

Von den befragten Unternehmen gaben 79 Prozent an, sich bei der Preisfindung an der kundenseitigen Zahlungsbereitschaft zu orientieren. 72 Prozent berücksichtigen auch den antizipierten Kundennutzen durch die Smart Services oder datenbasierten Produkte. Knapp die Hälfte der Teilnehmenden gab an, dass *Preise vergleichbarer Angebote im Unternehmen* sowie *Preise der Wettbewerber* zur Preisfindung genutzt werden. Am wenigsten werden die tatsächlichen *Kosten der Datenerhebung* oder *grob geschätzte Erfahrungswerte* herangezogen. Dieses Ergebnis widerspricht der starken Bedeutung des Bauchgeföhls für die Preisfindung, das andere Forscher, wie oben erwähnt, herausgefunden haben. Möglicherweise fällt es den Teilnehmenden an unserer Studie schwer zuzugeben, dass in ihrem Unternehmen die Preisfindung nicht immer systematisch erfolgt.<sup>108</sup>

102 Vgl. Stein/Maaß 2021, S. 118.

103 Vgl. Pauer et al. 2018, S. 11.

104 Vgl. Schuh et al. 2021, S. 147.

105 Vgl. Hermanni 2016, S. 169.

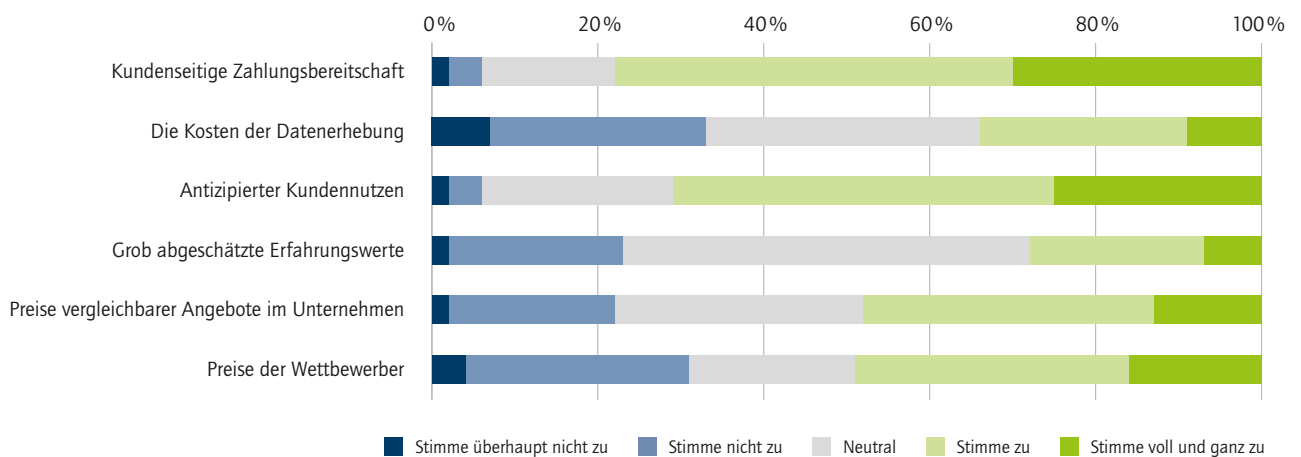
106 Vgl. ebd., S. 170.

107 Vgl. Hallberg 2017, S. 186.

108 Vgl. Föhl/Friedrich 2022, S. 62.



Abbildung 25: Welche Faktoren beeinflussen die Preisfindung von datenbasierten Produkten und Smart Services? (n=57)



Quelle: eigene Darstellung

### Strategien des Angebots von datenbasierten Produkten und Smart Services

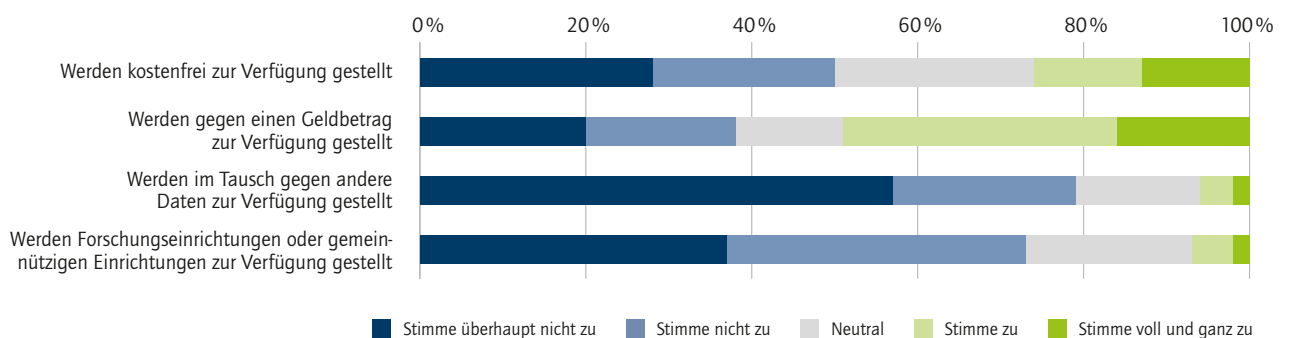
Nicht immer geht es darum, mit Smart Services oder datenbasierten Produkten konkrete Geldwerte zu erzielen. Im Rahmen einer Angebotsstrategie kann auch festgelegt werden, die Leistungen kostenfrei, im Tausch gegen andere Daten oder für gemeinnützige oder wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung zu stellen. Abbildung 26 zeigt das Ergebnis der Fragebogenstudie zu den Strategien der Datenüberlassung und des Serviceangebots.

49 Prozent der Befragten gaben an, dass ihre Unternehmen Smart Services oder Datenprodukte *gegen einen Geldbetrag zur Verfügung zu stellen*. Deutlich weniger, nur 25 Prozent, tun dies auch *kostenfrei*. Kaum verbreitet scheint das *Teilen der Daten mit Forschungseinrichtungen* und das *gegenseitige Tauschen von Daten* zu sein. Auch wenn Unternehmen die Bedeutung von Daten für zukünftige Geschäftsmodelle erkannt haben,<sup>109</sup> scheint derzeit kaum direkter Austausch mit anderen Unternehmen stattzufinden. Gerade im kostenfreien Zurverfügungstellen von Smart Services liegt die Chance, im Gegenzug wertvolle Daten über die Nutzung des vernetzten Produkts zu erhalten.

### Gestaltung des Vertriebs

Letzte untersuchte Aspekte im Handlungsfeld Monetarisierung sind die Organisation des Vertriebs von Datenprodukten und Smart Services sowie Distributionsmöglichkeiten. Das Vorhandensein einer *spezialisierten Vertriebsabteilung nur für Daten und Smart Services* ist ein Indiz dafür, dass die Monetarisierung einer Datenbasis für das Unternehmen bedeutsam ist. Andernfalls erfolgt der Vertrieb über den generellen Produkt- oder Dienstleistungsvertrieb.<sup>110</sup> Wichtig ist dann, *Vertriebsmitarbeitende gezielt für den Verkauf von Datenprodukten und Smart Services zu incentivieren*. Ist ihre Incentivierung lediglich an allgemeine Umsatzzahlen gebunden, besteht die Gefahr, dass Mitarbeitende das großvolumige Produktgeschäft priorisieren und wenig motiviert für den Vertrieb von Datenprodukten und Smart Services sind, die einen deutlich geringeren Anteil an der Umsatzerwirtschaftung haben. Es bieten sich verschiedene Möglichkeiten, um Leistungen im Bereich der Daten und Smart Services gezielt zu vermarkten und eine höhere Aufmerksamkeit zu erzeugen. Die Distribution kann über *Zwischenhändler, große Marktplattformen, eine eigene Plattform* oder direkt an *andere Unternehmen* erfolgen. Abbildung 27 zeigt die Zustimmungsraten für die verschiedenen Vertriebsmöglichkeiten.

Abbildung 26: Welche Angebotsstrategien werden im Zusammenhang mit Smart Services und datenbasierten Produkten angewandt? (n=56)

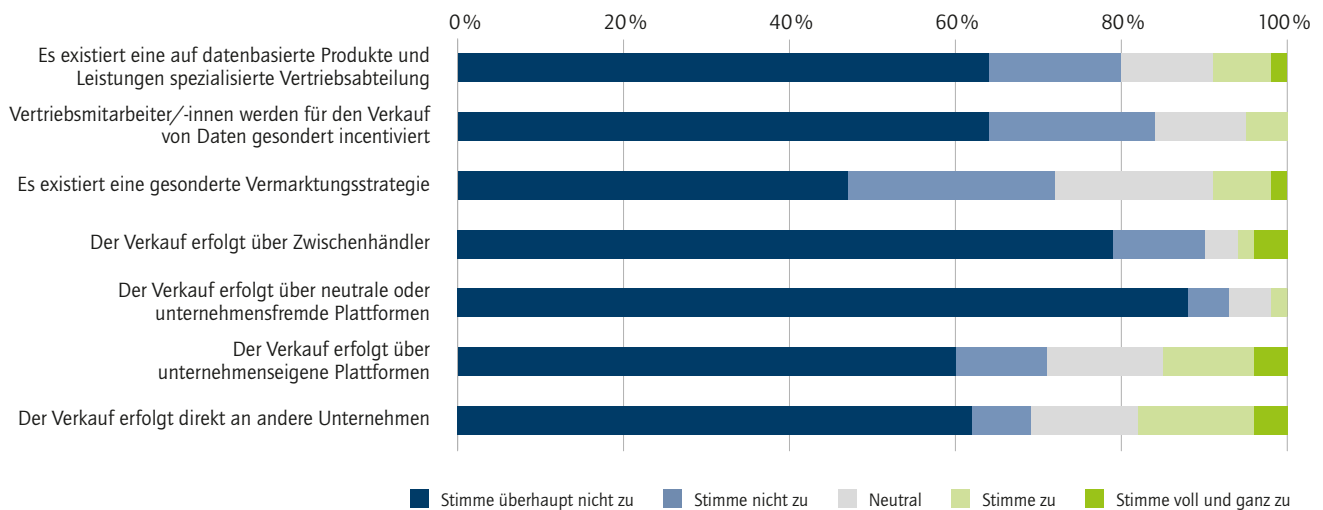


Quelle: eigene Darstellung

109 Vgl. Tamir et al. 2015, S. 3.

110 Vgl. Leiting et al. 2021, S. 93.

Abbildung 27: Welche Aussagen treffen für den Vertrieb von Smart Services beziehungsweise Daten zu? (n=57)



Quelle: eigene Darstellung

Generell sind die Zustimmungsraten zur Vertriebsorganisation und den Distributionsmöglichkeiten sehr gering. Nur wenige gaben an, einen spezialisierten Vertrieb für Smart Services und datengetriebene Produkte zu haben (9 Prozent) oder Mitarbeitende besonders dafür zu incentivieren (5 Prozent). Bei den Distributionskanälen ist der direkte Verkauf an Kunden (18 Prozent) und über unternehmenseigene Plattformen (14 Prozent) bestimmend. Während noch 5 Prozent angaben, über Zwischenhändler zu vertreiben, nutzen nur 2 Prozent Marktplattformen.

#### 4.1.5. Herausforderungen für die Industrie

Beim Aufbau, der Nutzung und Monetarisierung einer industriellen Datenbasis stehen Unternehmen vor diversen Herausforderungen. Welche das genau sind und welche Hemmnisse und Risiken Fortschritte in diesen Bereichen verlangsamen, haben wir im Rahmen dieser Expertise mit der Fragebogenstudie und den Experteninterviews ermittelt. In den kommenden Abbildungen und Abschnitten werden die wesentlichen Ergebnisse dazu vorgestellt.

##### Interne Hürden beim Aufbau einer Datenbasis

In jedem Unternehmen existieren Hindernisse, die den Aufbau, die Nutzung und Monetarisierung einer industriellen Datenbasis hemmen und aus eigener Anstrengung überwunden werden müssen. Abbildung 28 fasst die Einschätzung der Befragten zu solchen internen Hürden zusammen.

Gemessen an den Zustimmungswerten stellen für die befragten Unternehmen *fehlende IT-Fachkräfte, Data Scientists und Data Engineers* die größte interne Hürde beim Aufbau einer industriellen Datenbasis dar. Die Zahl offener Stellen für IT-Fachkräfte<sup>111</sup> deutet

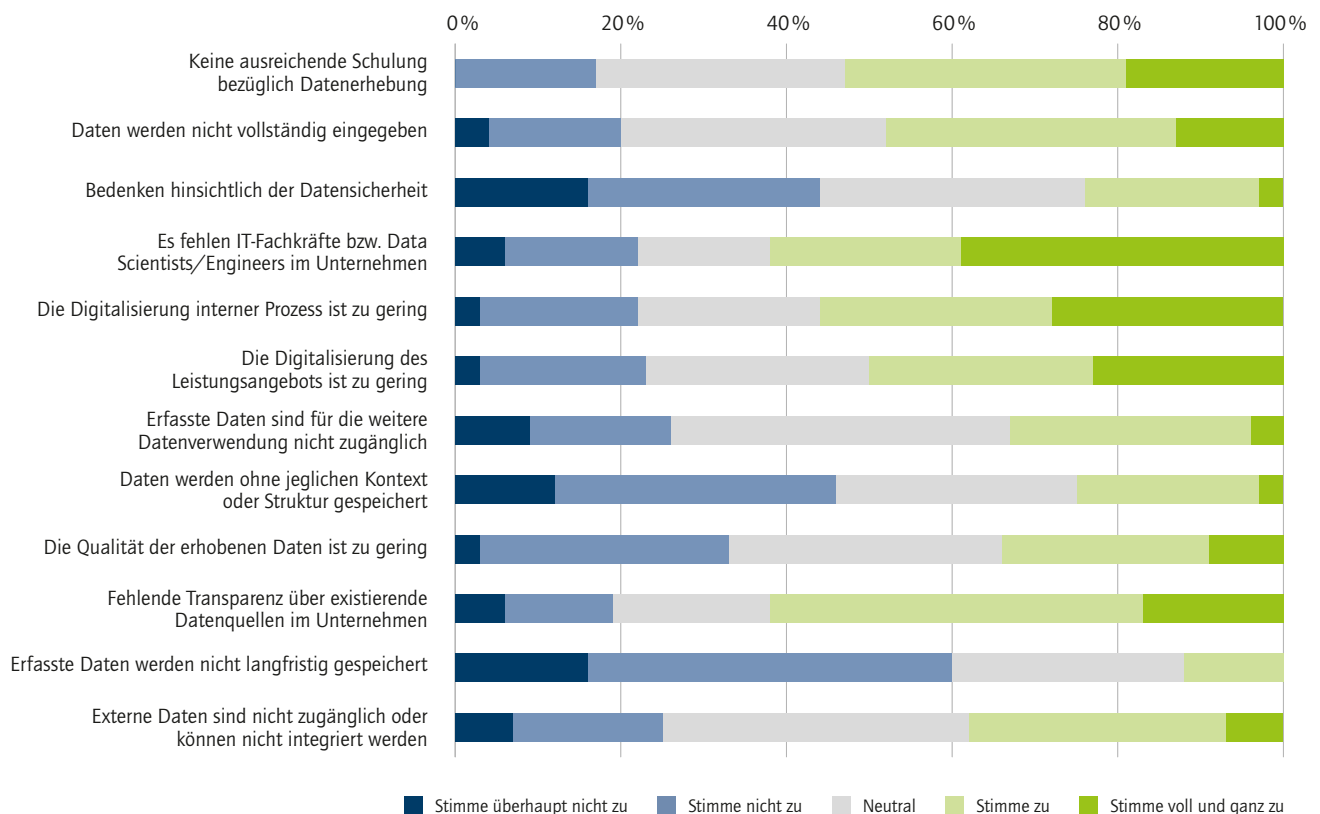
darauf hin, dass Unternehmen inzwischen realisiert haben, dass vorhandene Mitarbeitende die Ausarbeitung von datenbezogenen Themen und Initiativen nicht noch neben dem Tagesgeschäft erbringen können. Die hohen Zustimmungswerte von über 60 Prozent lassen zwei Interpretationen zu: Erstens werden in den Unternehmen dringend Kapazitäten und Ressourcen für datenbezogene Aufgaben benötigt. Zweitens fehlt es offenbar in vielen Unternehmen an Wissen, welche Daten wie erhoben werden sollen und wie dann aus diesen Daten aussagekräftige Informationen gewonnen werden können.

Als eine weitere bedeutsame interne Hürde sehen die Befragten die *fehlende Transparenz über existierende Datenquellen im eigenen Unternehmen*. Jede Maschine, jede im Unternehmen tätige Person sowie jeder Prozess können Daten erzeugen und als Datenquellen dienen. Die daraus resultierende Menge an Daten ist noch kein Erfolgsgarant für eine nachfolgende Datennutzung oder Monetarisierung. Entscheidend ist zu identifizieren, welche der verfügbaren Datenquellen im Unternehmen relevante Daten bereitstellen können.<sup>112</sup> Bei einigen Quellen ist die Relevanz trivial, zum Beispiel bei Fertigungsmaschinen: Durch die Erhebung von Maschinendaten können Maschinenzustände überwacht oder Produktionskennzahlen berechnet werden. Andere Datenquellen sind unternehmensspezifisch und müssen nach Bedarf lokalisiert und erfasst werden. Hierbei benötigen Unternehmen sowohl externe (zum Beispiel aus der Forschung) als auch interne Unterstützung (durch datenkundige Beschäftigte). Ein Ergebnis der Experteninterviews ist, dass im Umgang mit Datenquellen teilweise Kreativität und Vorstellungskraft fehlen, wofür die Daten verwendet werden könnten. Um dem entgegenzuwirken werden beispielsweise externe Beraterinnen und Berater herangezogen, Abschlussarbeiten ausgeschrieben oder Ideen der Mitarbeitenden aufgenommen.

111 Vgl. Specht 2022.

112 Vgl. Bloching et al. 2015, S. 9-10.

Abbildung 28: Welche der folgenden Aspekte stellen interne Hürden beim Aufbau einer Datenbasis dar? (n=69)



Quelle: eigene Darstellung

„Bei der Einführung neuer Datenanalysen fokussieren wir die Kommunikation auf die Vorteile der Datenerhebung. Zum Beispiel, Entlastung während der Arbeit, Unterstützung bei der Entscheidungsfindung oder Optimierung von Arbeitsabläufen. Wenn Mitarbeiter dies sehen, kommen sie auch mit eigenen Vorschlägen auf uns zu.“ (Maik Klotzbach, K+S Minerals and Agriculture GmbH, Werk Werra)

„Zur Erarbeitung von neuen Ideen, welche Daten wie eingesetzt werden könnten, oder zur Identifikation von Zusammenhängen in den Daten schreiben wir unter anderem Abschlussarbeiten aus.“ (Dr. Jan Siegers, Scheidt & Bachmann GmbH)

Als dritthöchste interne Hürde sehen die Befragten die geringe Digitalisierung interner Prozesse an. Fehlt es an interner Digitalisierung, können Daten nicht, oder nur mit hohem Aufwand, verfügbar gemacht werden. Der hohe Aufwand entsteht vorwiegend durch Mehrarbeit (zum Beispiel für die manuelle Eintragung von Auftragszeiten oder die Übertragung von Informationen aus

Papierdokumenten in IT-Systeme), die keinen direkten Mehrwert für das Unternehmen darstellt. Manuelle Datenerhebung wirkt sich zudem negativ auf die Datenqualität aus. Es kommt vermehrt zu Übertragungs- oder Schreibfehlern, Diskrepanzen zwischen Realität und Wahrnehmung sowie Datenlücken.

Eine weitere wichtige interne Hürde ist die nicht ausreichende Schulung der Beschäftigten hinsichtlich der Datenerhebung und des Datenschutzes. Der Umfang und die Komplexität der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) stellte Unternehmen und die Beschäftigten einerseits vor Herausforderungen und verlangsamte Innovationen.<sup>113</sup> Andererseits konnten Unternehmen die DSGVO als Chance nutzen, Prozesse nach einem geregelten Rahmenwerk auszurichten sowie Transparenz im Umgang mit Daten und entsprechenden Verantwortlichkeiten und Zugriffsrechten zu erreichen. Mit dem EU Data Act<sup>114</sup> versucht die Europäische Kommission, mehr Klarheit in Bezug auf Datenrechte und -nutzung einzubringen und zielt auf die Schaffung eines einheitlichen Marktes für Daten ab, der Europas globale Wettbewerbsfähigkeit und Datensouveränität gewährleistet.<sup>115</sup>

113 Vgl. Hofmann/Hornung 2018, S. 247–249.

114 Vgl. European Commission 2022b.

115 Vgl. European Commission 2022a.

### Externe Hürden beim Aufbau einer Datenbasis

Im Kontext dieser Expertise sind Hürden dann extern, wenn ihre Beseitigung nicht allein von den Unternehmen selbst abhängt. Externe Hürden entstehen insbesondere durch gesetzliche Regelungen, Veränderungen in Gesellschaft und Umwelt oder den technologischen Fortschritt.

Im Bereich der externen Hürden sind fehlende Standards offenbar das größte Hemmnis. Hierfür gibt es zwei Erklärungen: Zum einen entstehen auf dem Markt im Zuge der rasanten Entwicklung von Digitalisierung und Informationstechnologien vielfältige Ansätze und Lösungen zur Erfassung, Speicherung, Verarbeitung und Übermittlung von Daten. Dies führt dazu, dass innerhalb großer Unternehmen oft unterschiedliche Ansätze und Lösungen für die Erfüllung gleicher Aufgaben eingesetzt werden, manchmal sogar am gleichen Standort, was zu Schwierigkeiten bei der sowohl unternehmensinternen als auch unternehmensübergreifenden Datenübertragung und -konsolidierung führen kann. Zum anderen fehlen Standards für die Kommunikation und Kompatibilität zwischen Objekten, wie Maschinen, intelligenten Produkten und IT-Systemen.

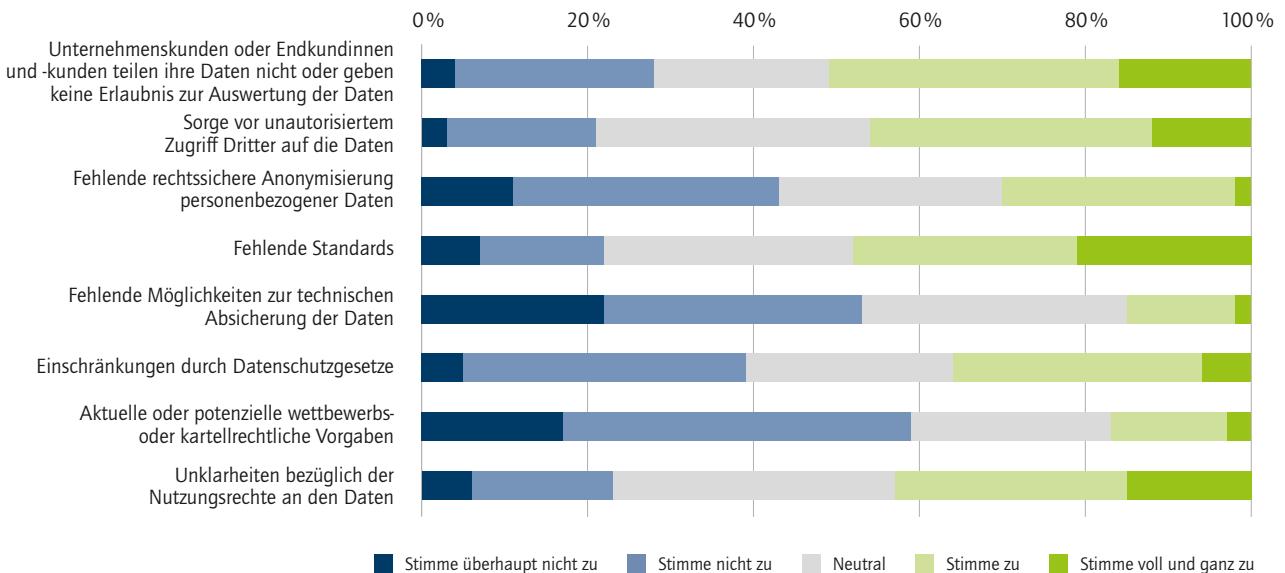
In Deutschland ist, verglichen mit anderen Ländern, die Bereitschaft gering, Daten (auch für einen Gegenwert) zu teilen.<sup>116</sup> Dieses Problem betrifft sowohl B2C- als auch B2B-Beziehungen. Unternehmen, die ihre Services oder Produkte auf Basis der

Nutzungsdaten weiterentwickeln möchten, stoßen hier auf Herausforderungen. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass in der Befragung als eine der größten externen Hürden angegeben wurde, dass *Unternehmenskunden oder Endkundinnen und -kunden ihre Daten nicht teilen oder keine Erlaubnis zur Auswertung der Daten geben*. Dies ist auch eine Frage des Vertrauens in das Unternehmen und den Zweck der Datenerhebung beziehungsweise -auswertung. Auch wenn gesetzliche Vorgaben eingehalten werden, spielen Bedenken hier eine große Rolle.<sup>117</sup>

Auch die Sicherheit der gespeicherten Daten wird als problematisch angesehen: Unternehmen haben *Sorgen vor unautorisiertem Zugriff Dritter auf die Daten*. Es besteht die Gefahr, dass interne Daten wie Betriebsgeheimnisse und anderes Know-how aber auch personenbezogene Daten der Kundschaft Opfer von Hacking-Angriffen werden. Obwohl technologisch große Fortschritte im Bereich IT-Security gemacht werden, stellen veraltete Software und unsichere Netzwerkprotokolle<sup>118</sup> sowie der Faktor Mensch weiterhin ein erhebliches Risiko dar.<sup>119</sup>

Viele Unternehmen geben auch an, dass *Unklarheiten bezüglich der Nutzungsrechte an den Daten* den Aufbau der Datenbasis verlangsamen, beziehungsweise erschweren. Tatsächlich ist rechtlich nicht festgelegt, wer Eigentümer der erzeugten Daten ist, da im Bürgerlichen Gesetzbuch kein Eigentumsrecht an Daten vorgesehen ist.<sup>120</sup> Die befragten Experten wünschen sich mehr Klarheit und Unterstützung hinsichtlich des Datenrechts:

Abbildung 29: Welche der folgenden Aspekte stellen externe Hürden beim Aufbau einer Datenbasis dar? (n=67)



Quelle: eigene Darstellung

116 Vgl. Brandt 2018.

117 Vgl. Oehl 2020.

118 Vgl. Kiesel et al. 2020, S. 5.

119 Vgl. Egress Software Technologies Inc 2021, S. 3-5.

120 Vgl. Froese/Straub 2021, S. 88.

*Eine starke Hürde stellen die fehlenden rechtlichen Rahmenbedingungen bezüglich Nutzungsdaten der Kunden dar. Meist müssen gesonderte vertragliche Regelungen getroffen werden. (Stefan Petritsch, AVL GmbH)*

*„Im Gespräch mit unseren Kunden identifizieren wir kritische und unkritische Daten und legen auf dieser Basis den Datenverarbeitungsort [beim Kunden vor Ort oder auf eigenen Servern] fest. Somit können die gewünschten Sicherheitsanforderungen erfüllt werden.“ (Stefan Petritsch, AVL GmbH)*

Das Recht an Daten kann, wie im Zitat angemerkt, vertraglich geregelt werden.<sup>121</sup> Unter Pionieren gibt es Unternehmen, die sich mit der aktuellen Gesetzeslage auseinandersetzen und ihre Strategien, Verträge und Ansätze im Einklang mit der aktuellen Gesetzeslage erarbeiten. Das schafft für die Unternehmen selbst wie deren Kundinnen und Kunden rechtliche Klarheit.

*„Unsere Datenstrategie ist so ausgelegt, dass wir als Gegenleistung zu bestimmten Basisfunktionen unserer Anlagen vollständige Nutzungsrechte an den erhobenen Daten erlangen. Diese sollen jedoch anonymisiert gespeichert werden.“ (Frank Konopka, Siemens Healthineers AG)*

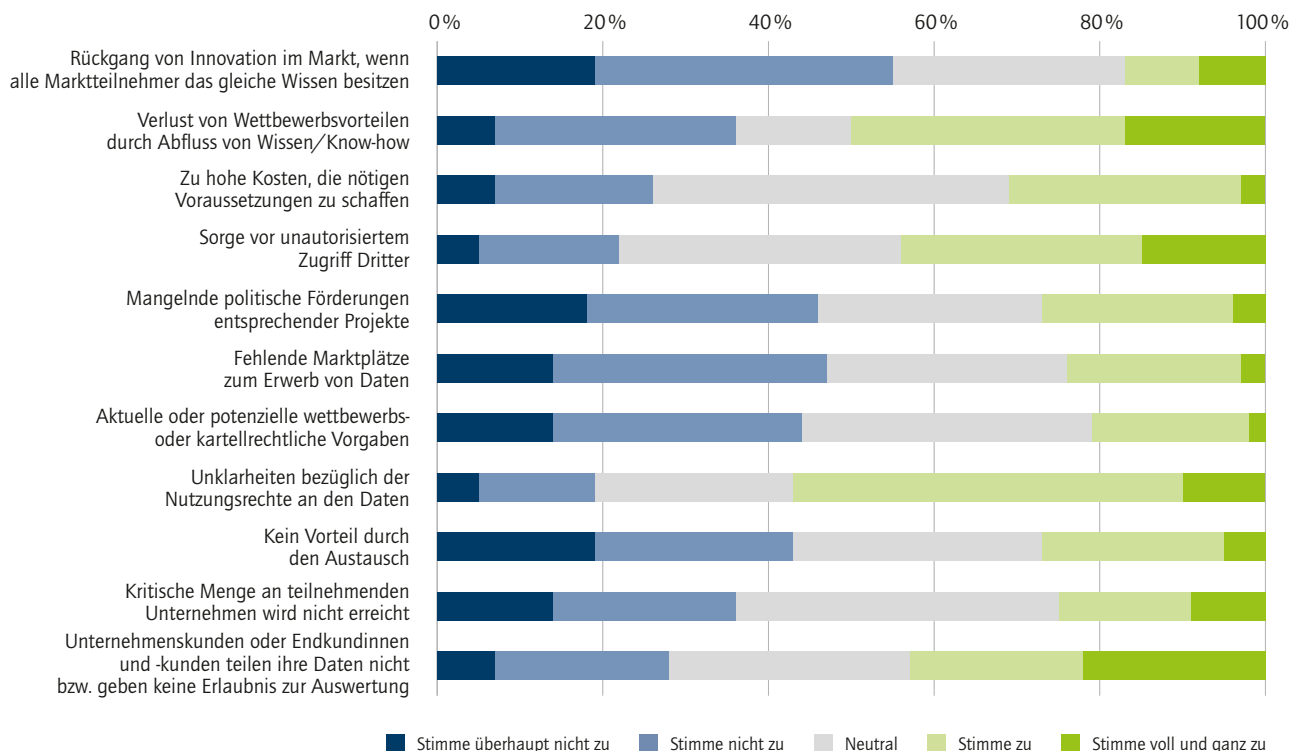
Manche Unternehmen gehen zudem in den Dialog mit ihren Unternehmenskunden, um eine für alle akzeptable Lösung zu finden.

### Risiken des industriellen Datenaustauschs

Neben den bestehenden internen und externen Hürden sollten die Teilnehmenden der Unternehmen auch Risiken einschätzen, die sie beim industriellen Datenaustausch als relevant erachten. Sie sind in Abbildung 30 dargestellt.

Das höchste Risiko besteht für die befragten Unternehmen in den Unklarheiten bezüglich der Nutzungsrechte an den Daten beim Austausch von Daten. Wie gesehen stellt dieses Risiko für viele Unternehmen eine ernstzunehmende externe Hürde dar. Unternehmen benötigen klare und verständliche Vorgaben, wie Nutzungsrechte beim Datenaustausch zu gestalten sind. Datenschutz und Informationssicherheit werden aufgrund steigenden gesellschaftlichen Problembewusstseins und wachsender Datenmengen in den letzten Jahren zunehmend diskutiert und erforscht.<sup>122</sup> Weiterhin besteht das Risiko, dass sich die Gesetzeslage zum Nachteil von Unternehmen verändern kann, die Daten erheben und nutzen wollen. Die

Abbildung 30: Welche der folgenden Risiken bestehen für das Unternehmen bezüglich des industriellen Datenaustausches? (n=59)



Quelle: eigene Darstellung

121 Vgl. ebd., S. 91.

122 Vgl. Jäschke 2020, S. 1095.

befragten Experten äußerten in diesem Zusammenhang Interesse an Konzepten mit klaren Regelungen zu Nutzungsrechten:

*„Gaia-X ist vor allem interessant im rechtlichen Rahmen, wenn dann Nutzungs- und Eigentumsrechte geklärt sind.“*  
(Frank Kuntze, Kuntze Instruments GmbH)

Große Bedeutung hat für die Befragten ebenfalls das Risiko, durch Datenfreigaben zu viel Wissen preiszugeben und dadurch ihre Wettbewerbsvorteile zu verlieren oder ihren Geschäftserfolg zu gefährden. Um diesen Vorbehalten zu begegnen, brauchen Unternehmen mehr fundierte Informationen über die Chancen des Datenaustauschs und die Möglichkeiten, die daraus entstehen können. Die Europäische Kommission hat im Februar 2022 einen ersten Entwurf für den *Data Act* veröffentlicht, in dem ein sicherer und fairer Umgang mit Daten im Europäischen Raum beschrieben und geregelt wird. Im regulierten Datenaustausch sieht die Kommission eine große Wachstumschance sowie eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit.<sup>123</sup> Die befragten Experten sehen im Datenaustausch vor allem eine Chance zur Weiterentwicklung eigener Prozesse oder Produkte:

*„Es fehlt manchmal die Kreativität, was man mit den verfügbaren Daten machen kann. Einige Kunden kommen aber mit eigenen Ideen auf uns zu und durch die gegenseitige Bereitstellung von Daten können bestimmte Hypothesen geprüft werden, die für beide Parteien von hohem Interesse sind.“* (Dr. Jan Siegers, Scheidt & Bachmann GmbH)

Das Risiko, dass *Unternehmenskunden oder Endkundinnen und -kunden keine Einwilligung zur Verarbeitung von Daten geben*, bewerten Unternehmen ebenfalls als hoch. Felddaten und Produktnutzungsdaten enthalten viele wertvolle Informationen für Unternehmen.<sup>124</sup> Wird hier keine Einwilligung zur Verarbeitung solcher Daten erteilt, können Unternehmen aus der Nutzung ihrer Produkte und Services keine Erkenntnisse gewinnen. Dies erschwert ihre Anpassung und Weiterentwicklung. Nach Aussagen eines befragten Experten werden Unternehmenskunden aufgrund der Erfahrungen der Corona-Pandemie zugänglicher für die Datenbereitstellung und -verarbeitung:

*„Die meisten unserer Kunden sind ziemlich konservativ und wollen keine digitalen Dienstleistungen. Jedoch durch Corona-verursachte Remote-Arbeit werden sie immer offener und lassen sich auf unsere digitalen Dienstleistungen ein, mit der damit einhergehenden Erhebung und Auswertung von Daten.“* (Anonym, pharmazeutische Industrie)

Mache Unternehmen entwickeln Strategien und Ansätze, um etwaigen Bedenken proaktiv zu begegnen:

*„Unsere Online-Apps stellen wir Kunden in deren Umgebung und mit deren Daten vor, damit sie den Nutzen der Datenauswertung bewerten können.“* (Stefan Petritsch, AVL GmbH)

Auch das Risiko, dass *Dritte unautorisiert auf Daten zugreifen* können, wird als hoch eingeschätzt. Diesem Aspekt wurde bereits als externer Hürde hohe Relevanz beigemessen (siehe Abbildung 29). Auch wenn die eigene industrielle Datenbasis aufgebaut und sicher geschützt ist, sinkt mit jeder weiteren in den Datenaustausch integrierten Entität und Schnittstelle die Sicherheit.<sup>125</sup>

### Hemmnisse des industriellen Datenaustauschs

Im Folgenden werden Faktoren erörtert, die den industriellen Austausch von Daten hemmen. Die Ergebnisse der Fragebogenstudie zu Hemmnissen des industriellen Datenaustauschs zeigt Abbildung 31.

*Unklare interne Strukturen und Strategien* stellen für Unternehmen das größte Hemmnis dar, industrielle Daten miteinander auszutauschen. Vereinzelte Initiativen von Fachabteilungen oder Mitarbeitenden können ohne die organisatorische Unterstützung nicht vorankommen. Das Ausmaß fehlender Strukturen und Strategien wird besonders deutlich, wenn die Datenbasis im Unternehmen zwar aufgebaut werden kann, aber Prozesse für eine standardisierte Auswertung fehlen. Diese These haben Experten im Interview validiert.

*„Wir haben eine große Datenbasis aufgebaut und stellen verschiedene Analytics-Tools zur Verfügung. Jedoch gibt es im Unternehmen keine organisierten Versuche, die Datenauswertung zu standardisieren und in das Hauptgeschäftsmodell zu integrieren.“* (Frank Konopka, Siemens Healthineers AG)

Der Datenaustausch wird auch durch eine *fehlende Bewertungs- oder Quantifizierungsmöglichkeit des Nutzens* erschwert. Zwar ist das Bewusstsein, dass Daten eine wertvolle Ressource darstellen, in vielen Unternehmen vorhanden. Doch ohne die Möglichkeit, den Wert der Datennutzung genau zu bestimmen, fürchten Unternehmen vor allem, zu viele ihrer Daten preiszugeben, ohne einen passenden Gegenwert dafür zu erhalten.<sup>126</sup>

Ferner werden *Datenschutzrechtliche Bestimmungen* als eines der größten Hemmnisse des industriellen Datenaustauschs bewertet.

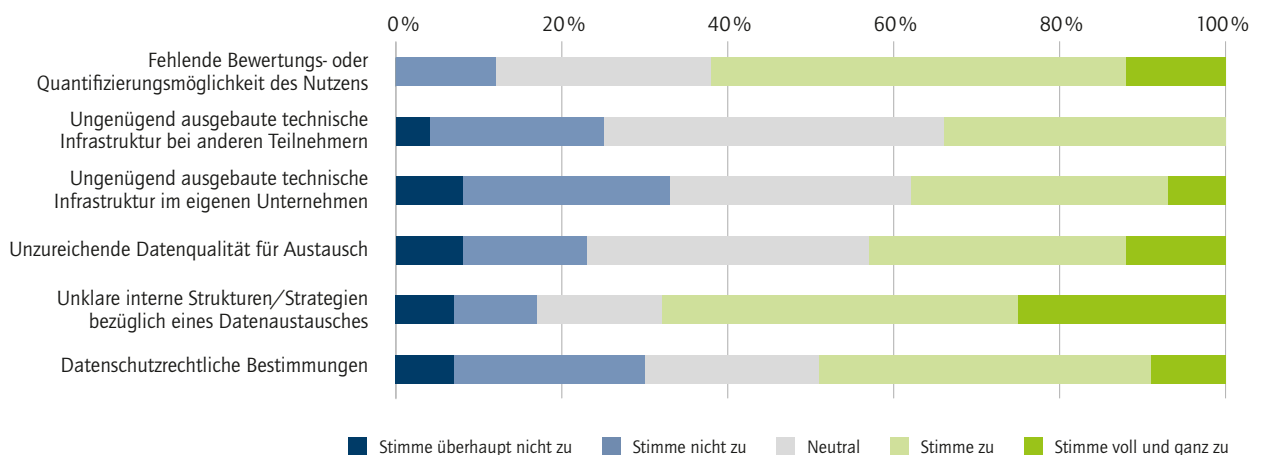
<sup>123</sup> Vgl. European Commission 2022a.

<sup>124</sup> Vgl. Schuh et al. 2020c, S. 40.

<sup>125</sup> Vgl. Tebbje/Niemann 2020, S. 86–90.

<sup>126</sup> Vgl. Engels 2018, S. 42; Meierhofer 2022, S. 8.

Abbildung 31: Welche der folgenden Aspekte hemmen im Unternehmen den industriellen Datenaustausch? (n=59)



Quelle: eigene Darstellung

Unklarheiten hinsichtlich der Nutzungsrechte wurden schon als gewichtige externe Hürden beim Aufbau einer Datenbasis sowie als relevantes Risiko beim industriellen Datenaustausch identifiziert. Daraus lässt sich ableiten, dass Unternehmen ohne eine klare Regelung zum sicheren Umgang mit fremden Daten zögern, diese auszutauschen und zu nutzen. Die DSGVO reguliert zwar den Umgang mit und den Schutz von personenbezogenen Daten, Unternehmen waren jedoch an klaren Nutzungs- und Eigentumsrechten interessiert. Der EU Data Act könnte Unternehmen an dieser Stelle Hilfe leisten.

*„Die rechtliche Nutzung von Daten ist für die meisten Unternehmen noch nicht ausreichend detailliert geklärt.“ (Stefan Petritsch, AVL GmbH)*

Die *unzureichende Datenqualität* der gesammelten, verfügbaren Daten werten viele Befragte ebenfalls noch als großes Hemmnis. Auch bei der Abfrage interner Hürden wurde diesem Problem hohe Relevanz beigemessen. Wenige Unternehmen haben klare Datenqualitätsstandards definiert (siehe Kapitel 4.1.2). Dies erschwert nicht nur die interne Nutzung der Daten, sondern auch ihren Austausch oder Verkauf.<sup>127</sup>

### Zusammenfassung der Herausforderungen

Die Auswertung der Umfrageergebnisse sowie der Experteninterviews machen deutlich, wie schwierig es ist, eine industrielle Datenbasis ohne ausreichende Unterstützung aufzubauen. Es bedarf strategischer Planung, der Priorisierung solcher Initiativen und Vorhaben sowie der unternehmensweiten Zusammenarbeit. Der Weg zur Datenmonetarisierung über den Datenaufbau und die Datennutzung ist ein iterativer Prozess, in dem Unternehmen sich schrittweise einer eigenen Zielvision annähern. Sie sammeln Erfahrungen, die

ihnen helfen zu beurteilen, welche Aktivitäten für sie in der Zukunft relevant werden. Teilweise ist dieser Prozess mit Fehlinvestitionen, Fehlschlägen und Rückschritten verbunden, die jedoch auf dem Weg zu einer reifen Datenbasis wertvolle Erkenntnisse darstellen:

*„Wir haben in der Vergangenheit ein Big-Data-Projekt durchgeführt, das leider gescheitert ist. Zum einen gab es Missverständnisse und die Aufgaben wurden unterschätzt, zum anderen waren die Aussagen und Prognosen sehr ungenau aufgrund komplexer und nicht eindeutig messbarer Prozesse. Nichtsdestotrotz war das eine gute Lernerfahrung für uns. Wir wissen jetzt, wie man bei solchen Projekten vorgehen sollte und wie die Einbeziehung der Beschäftigten zu gestalten ist.“ (Anonym, Chemieindustrie)*

Auf allen Etappen, vom Aufbau einer Datenbasis bis hin zur Monetarisierung, müssen Unternehmen eine Vielzahl von Schwierigkeiten überwinden. Aus der Fragebogenumfrage und den Experteninterviews lassen sich zusammenfassend drei wesentliche Herausforderungen ableiten:

**Unklarheiten bezüglich des rechtskonformen und sicheren Umgangs mit Daten** sorgen bei den befragten Unternehmen für Unsicherheit. Sie beeinträchtigen die Nutzung der Daten von Unternehmenskunden oder Endkundinnen und -kunden, anderen externen Entitäten sowie den industriellen Datenaustausch.

**Viele Unternehmen befinden sich noch in einem Digitalisierungsrückstand:** Es fehlt an IT-Fachkräften, Technologiestandards und Wissen über interne Datenquellen. Auch die Qualität der vorhandenen Daten ist noch nicht ausreichend. Bedenken bezüglich der IT-Sicherheit spielen für Unternehmen ebenfalls eine große Rolle und hemmen datenbezogene Aktivitäten.

Die Monetarisierung von Daten erfordert eine **neue Denkweise und Organisation**. Mitarbeitende und ganze Abteilungen

127 Vgl. European Commission 2022a.

benötigen unterstützende Strukturen und Prozesse, die die Erhebung, Nutzung und Monetarisierung von Daten vereinfachen, zum Beispiel den einfachen Zugriff auf Daten, die Bereitstellung von Analytics-Tools und die langfristige Einbeziehung von datenbezogenen Initiativen in das Alltagsgeschäft. Unternehmen wissen bereits, dass Daten einen hohen Wert haben, können diesen aber nicht systematisch quantifizieren und wollen ihre Daten nicht unter Wert teilen. Sie fürchten vor allem einen Know-how-Verlust.

## 4.2. Vergleichende Auswertung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Fragebogenstudie beim Vergleich verschiedener Gruppen vorgestellt. Durch die nach Branchen und Unternehmensgrößen differenzierten Auswertungen lassen sich besondere Bedürfnisse identifizieren. Das Herausstellen der Pioniere im Aufbau, der Nutzung und der Monetarisierung einer industriellen Datenbasis soll Hinweise auf potenzielle Handlungsoptionen geben

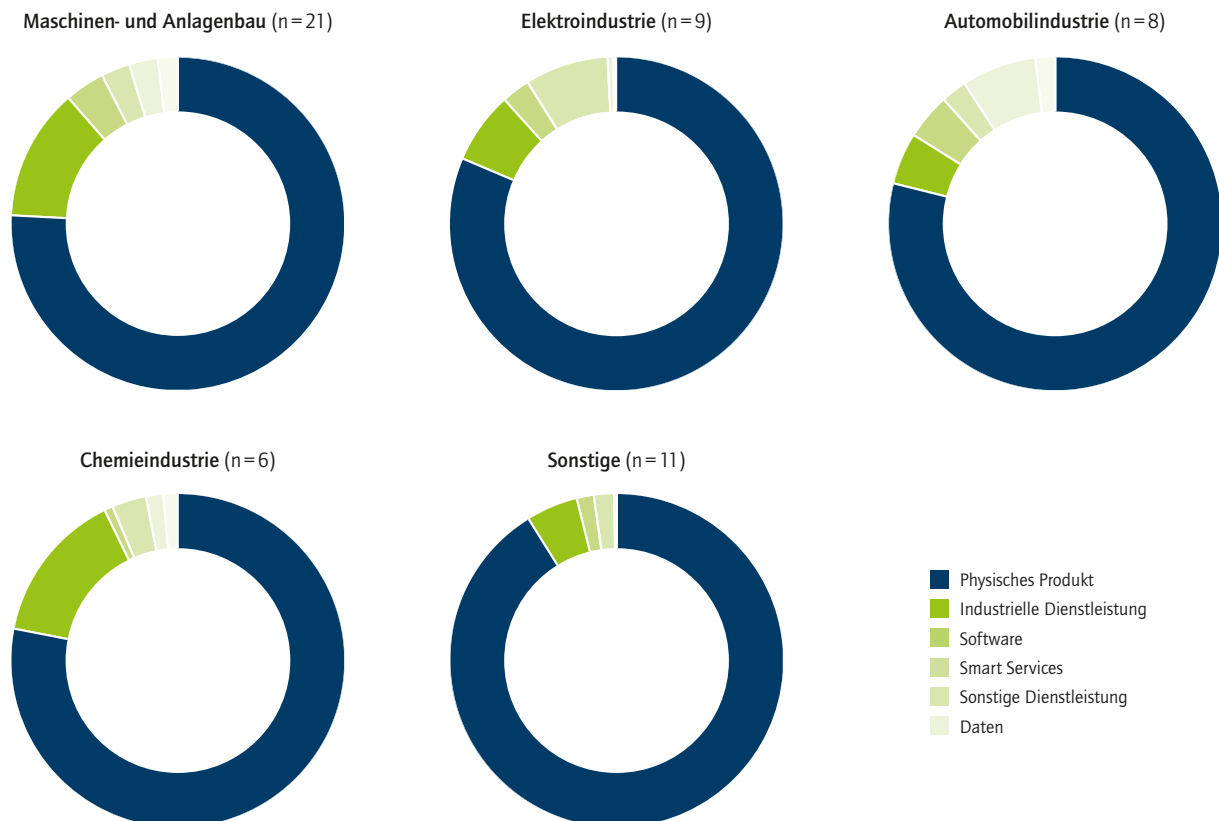
### 4.2.1. Branchenspezifische Eigenheiten

Zunächst erfolgt der Vergleich zwischen verschiedenen Branchen, die an der Fragebogenstudie teilgenommen haben. Die vier größten vertretenen Branchen sind der Maschinen- und Anlagenbau

(25 Teilnehmende) die Elektro- (11), Automobil- (10) und Chemieindustrie (8). Die Gruppe der sonstigen Unternehmen umfasst die Branchen Medizintechnik (4), Metallindustrie (3), Konsumgüterindustrie (2), Optik und Feinwerkmechanik (2), pharmazeutische Industrie (1) und sonstige Angaben (4).

Abbildung 32 stellt dar, mit welchen Leistungen die verschiedenen Branchen welche Umsatzanteile erwirtschaften. Über alle befragten Branchen hinweg ist die große Dominanz des *physischen Produkts* deutlich. Hier liegt die Spannweite zwischen 76,1 Prozent Umsatzanteil im Maschinen- und Anlagebau und 91,4 Prozent bei den sonstigen Unternehmen. Spitzenreiter bei den *industriellen Dienstleistungen* ist die Chemieindustrie mit 14,5 Prozent Umsatzanteil. Sonstige Unternehmen liegen hier mit 4,9 Prozent hinten. Mit *Software* erwirtschaften die Branchen durchschnittlich 3 Prozent ihres Umsatzes. Hier sind die Unterschiede zwischen den Gruppen gering. Abweichungen werden im Bereich *Smart Services* deutlicher. Hier nimmt die Elektroindustrie mit 8,1 Prozent Umsatzanteilen die Spitzenposition ein. Durchschnittlich erwirtschaften die Branchen nur 3,5 Prozent ihres Umsatzes mit Smart Services. Am niedrigsten ist dieser Umsatzanteil mit nur 2 Prozent bei den sonstigen Unternehmen. *Sonstigen Dienstleistungen* schlagen durchschnittlich mit 2,4 Prozent Umsatzanteil zu Buche. Die Spannweite reicht von 7,3 Prozent in der Automobilindustrie bis 0,2 Prozent in sonstigen Unternehmen. Die geringsten Umsätze generieren die befragten

Abbildung 32: Umsatzanteile nach Branche





Unternehmen mit *Daten*. Nur 1,1 Prozent des Unternehmensumsatzes wird durchschnittlich mit dieser Leistung erwirtschaftet.

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass bei der Umsatzgenerierung durch Smart Services und Daten die Elektroindustrie mit 8,2 Prozent Umsatzanteil gemessen am Gesamtumsatz aktuell die Nase vorn hat. Die anderen Branchen machten Angaben zwischen 2,0 und 4,7 Prozent.

Betrachtet man die Abweichungen der durchschnittlichen Zustimmungsraten einzelner Branchen zum Gesamtdurchschnitt aller befragten Unternehmen in den drei Handlungsfeldern Aufbau, Nutzung und Monetarisierung, lassen sich deutliche Unterschiede feststellen. Diese sind in Abbildung 33 dargestellt. Der Grad der Zustimmung konnte auf einer Likert-Skala mit Werten zwischen 1 (Stimme gar nicht zu) und 5 (Stimme voll und ganz zu) angegeben werden. Je höher die Ausprägung, desto höher die Zustimmung zu umgesetzten Aspekten in diesem Handlungsfeld. Im Schnitt lagen die durchschnittlichen Zustimmungsraten bei 2,80 für den Aufbau, 2,84 für die Nutzung und 2,12 für die Monetarisierung. Abbildung 33 zeigt nun, wie stark die Antworten der verschiedenen Branchen von diesen Durchschnittswerten abweichen.

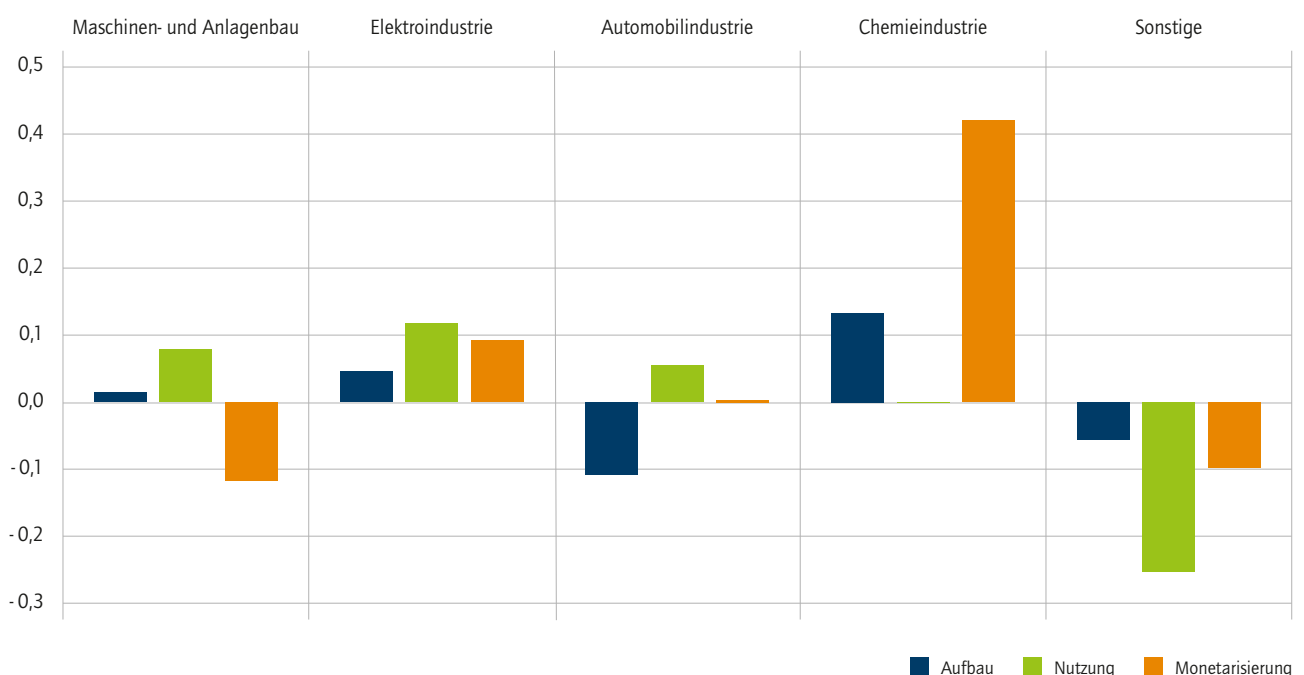
Zusätzlich wurde für jede Branche ermittelt, bei welchen Aspekten ihre Zustimmungsraten am stärksten von der durchschnittlichen Zustimmungsraten abweicht. Die drei Aspekte mit den größten Unterschieden werden im Folgenden für jede Branche vorgestellt. In Klammern ist jeweils der Wert der Abweichung angegeben.

Positive Werte signalisieren eine größere Zustimmung als im Unternehmensdurchschnitt, negative eine geringere.

Für den **Maschinen- und Anlagenbau** wird deutlich, dass die Zustimmungswerte im Bereich Aufbau einer Datenbasis nur sehr gering von den Antworten der Gesamtheit abweichen. Im Bereich Nutzung ist die Zustimmungsraten geringfügig positiver, im Bereich Monetarisierung liegt sie ein wenig niedriger. Die Aspekte mit der größten Differenz zu den durchschnittlichen Zustimmungsraten der Gesamtheit liegen im Bereich der stärkeren Wahrnehmung von Hemmnissen für den Datenaustausch. Das Hemmnis mit der größten positiven Abweichung ist die unzureichende Datenqualität für den industriellen Datenaustausch (+0,67). Die ungenügend ausgebaute technische Infrastruktur im eigenen Unternehmen ist ein weiteres Hemmnis, das von dieser Branche im Vergleich zur Gesamtheit stärker wahrgenommen wird (+0,58). Das dritte Hemmnis, das hauptsächlich in dieser Branche relevant zu sein scheint, ist die fehlende Bewertungsmöglichkeit von Daten oder Quantifizierungsmöglichkeit des Nutzens von Daten (+0,56).

Die **Elektroindustrie** zeigt in allen drei Handlungsfeldern geringe positive Abweichungen, also eine geringfügig höhere Zustimmungsraten als der Durchschnitt. Eine deutlich höhere Zustimmung erhält in dieser Branche der Aspekt der Speicherung von Daten in zentralen externen Datenbanken, also der Cloud (+1,26). Deutlich ablehnender als der Durchschnitt bewerten die Unternehmen der Elektroindustrie die Antwortvorgabe, dass Daten manuell erhoben werden (-0,97). Dies deutet darauf hin, dass in der Elektrobranche

**Abbildung 33: Abweichung der durchschnittlichen Zustimmungsraten einzelner Branchen zum Gesamtdurchschnitt aller befragter Unternehmen**



Quelle: eigene Darstellung

im Vergleich zu den anderen Industrien weniger manuelle Datenerhebung stattfindet und Daten bereits stärker automatisiert erfasst werden. Außerdem stimmen die Befragten dieser Branche überdurchschnittlich stark zu, dass ihre Unternehmen den monetären Nutzen von Daten durch erreichte Umsatzsteigerungen im Kerngeschäft ermitteln (+0,77).

Mit einer kleinen Abweichung nach unten liegt die durchschnittliche Zustimmungsrates der **Automobilindustrie** im Bereich Aufbau unter dem Gesamtschnitt. Die durchschnittliche Zustimmungsrates im Handlungsfeld Nutzung ist dagegen leicht überdurchschnittlich. Im Handlungsfeld Monetarisierung unterscheiden sich die befragten Unternehmen der Automobilindustrie nicht von der Gesamtheit. Deutlich stärker als der Durchschnitt stimmen die Befragten der Automobilindustrie zu, dass fehlende Standards eine externe Hürde beim Aufbau einer Datenbasis sind (+1,11). Auch fehlende Möglichkeiten der technischen Absicherung von Daten nehmen die Befragten der Automobilindustrie stärker als der Durchschnitt als externe Hürde wahr (+0,97). Außerdem stimmen sie weniger als die Gesamtheit der Antwortvorgabe zu, dass Marketing und Vertrieb eine umfassende digitale Datenbasis nutzen (-0,76).

Bei der Betrachtung der **Chemieindustrie** zeigt sich, dass in den Handlungsfeldern Aufbau und Monetarisierung große positive Abweichungen vom Durchschnitt der befragten Unternehmen vorliegen. Den größten Unterschied im Branchenvergleich zeigt die mit 0,42 Punkten stärkere Zustimmungsrates der Chemieindustrie im Handlungsfeld Monetarisierung. Im Handlungsfeld Nutzung unterscheidet sich die Chemieindustrie dagegen nicht von der Gesamtheit. Die Befragten der Chemiebranche nehmen stärker als andere ein Defizit in den politischen Förderungen von Projekten als Risiko für den industriellen Datenaustausch wahr (+1,17). Besonders gut scheint in dieser Branche die Ermittlung des monetären Nutzens einer Datenbasis über die Quantifizierung der Einsparungen durch interne Prozess- und Produktoptimierungen zu funktionieren (+1,12). Die ungenügend ausgebaute technische

Infrastruktur im eigenen Unternehmen sehen die Befragten der Chemieindustrie überdurchschnittlich stark als Hemmnis für den industriellen Datenaustausch an (+1,05).

**Sonstige** Unternehmen, die sich keiner der vier bereits besprochenen Branchen zugeordnet haben, weisen in ihren durchschnittlichen Zustimmungsrates in allen Feldern negative Abweichungen zur Gesamtheit auf. Besonders auffällig ist, dass sie der Nutzung von Daten für die Umsetzung von Smart Services weit weniger zustimmen als der Durchschnitt aller Unternehmen (-0,84), ebenso wie der Definition von Qualitätsstandards für Daten (-0,77) und der Speicherung ihre Daten in zentralen externen Datenbanken (-0,76).

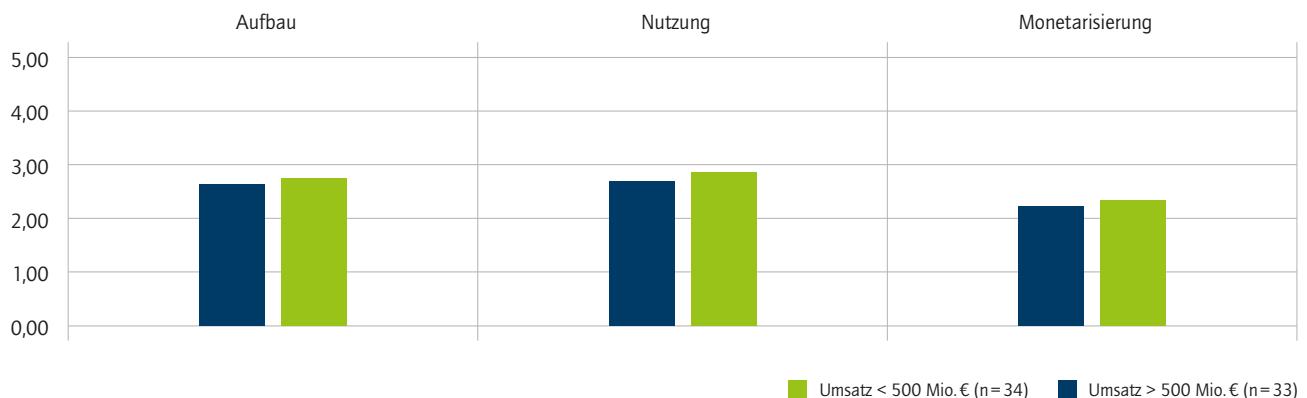
#### 4.2.2. Unterschiede der Unternehmensgröße

Die weitere Auswertung der Fragebogenstudie geht den Besonderheiten nach, die sich durch die Größe der Unternehmen ergeben. Studien zeigen, dass in der Regel große Unternehmen in der Digitalisierung fortgeschrittener sind.<sup>128</sup> Im Folgenden werden in Abhängigkeit von den Unternehmensumsätzen konkrete Unterschiede in den Handlungsfeldern Aufbau, Nutzung und Monetarisierung einer industriellen Datenbasis aufgezeigt.

Für die Unterscheidung wurden zwei Gruppen gebildet: Unternehmen mit einem Umsatz größer respektive kleiner als 500 Millionen Euro. Betrachtet man die durchschnittliche Zustimmung in den einzelnen Handlungsfeldern, sieht man, dass die Gruppe der umsatzstarken Unternehmen durchgängig geringfügig höhere Zustimmungsrates aufweist (siehe Abbildung 34). Dies bestätigt die Hypothese, dass größere Unternehmen einen höheren Digitalisierungsgrad erreicht haben.

Bei der Bewertung bestimmter Aspekte lassen sich in Abhängigkeit von der Unternehmensgröße jedoch deutliche Differenzen feststellen. Tabelle 4 zeigt diese Aspekte, abwärts sortiert nach der Größe der Abweichungen. Es lässt sich feststellen, dass

Abbildung 34: Unterschiede der durchschnittlichen Zustimmungsrates in Abhängigkeit der Unternehmensumsätze



Quelle: eigene Darstellung

**Tabelle 4: Auffällige Abweichungen der durchschnittlichen Zustimmungsraten umsatzschwächerer Unternehmen von den durchschnittlichen Zustimmungsraten umsatzstärkerer Unternehmen**

#	Differenz	Aspekt
1	-1,06	Nutzung einer umfassenden digitale Datenbasis in Marketing und Vertrieb (z.B. CRM)
2	0,86	Endkunden teilen ihre Daten nicht oder geben keine Erlaubnis zur Auswertung der Daten
3	-0,85	Daten werden im Unternehmen zur Umsetzung von Smart Services genutzt
4	-0,81	Nutzung einer umfassenden digitale Datenbasis für Service und Dienstleistungen (z.B. SMS)
5	-0,76	Ein integriertes und prozessübergreifendes Datenmodell zum Aufbau einer unternehmensweiten Datenbasis ist definiert
6	-0,75	Der monetäre Nutzen der Daten wird im Unternehmen über Umsatz durch neue digitale Geschäftsmodelle oder Smart Services ermittelt
7	-0,67	Ein Qualitätsstandard für Daten zum Aufbau einer unternehmensweiten Datenbasis ist definiert
8	-0,62	Daten aus verschiedenen Quellen werden zusammengeführt und visualisiert
9	-0,61	Smart Services bzw. Daten werden gegen einen Geldbetrag zur Verfügung gestellt
10	0,59	Es existieren Unklarheiten bezüglich der Nutzungsrechte an den Daten

umsatzschwächere Unternehmen deutlich weniger stark zustimmen, in ihren Unternehmen ein kundennahes betriebliches Anwendungssystem wie das Customer-Relationship-Management-System (#1) oder Service-Management-System (#4) zu nutzen. Dies könnte mit der geringeren Anzahl an Unternehmenskunden oder Endkundinnen und -kunden zusammenhängen. Weiterhin werden von umsatzschwächeren Unternehmen die fehlende Bereitschaft von Unternehmenskunden oder Endkundinnen und -kunden, Daten zu teilen, (#2) und Unklarheiten bezüglich der Nutzungsrechte an Daten (#10) stärker als Herausforderung wahrgenommen. Es fehlen umsatzschwächeren Unternehmen demnach klare Regeln für den Datenaustausch. Nächster deutlicher Unterschied ist das Angebot von Smart Services. Umsatzschwächere Unternehmen nutzen Daten weniger für dieses Leistungsangebot (#3), können den monetären Nutzen von Daten darüber weniger abbilden (#6) und bieten Smart Services weniger gegen Bezahlung an (#9). Hier wird deutlich, dass umsatzstärkere Unternehmen sich beim Angebot von Smart Services deutlich leichter tun als umsatzschwächere. Zuletzt zeigen sich noch strategische Differenzen im Aufbau einer Datenbasis. So haben umsatzschwächere Unternehmen seltener ein integriertes und prozessübergreifendes Datenmodell (#5) und einen definierten Qualitätsstandard für Daten (#7). Es mangelt hier also an Konzepten für den strategischen Aufbau einer Datenbasis. Außerdem ist die Fähigkeit, Daten aus unterschiedlichen Quellen zusammenzuführen und zu visualisieren, bei umsatzschwächeren Unternehmen weniger stark ausgeprägt (#8).

#### 4.2.3. Vergleich von Pionieren und Followern

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse des Vergleichs zwischen Pionieren und Followern dargestellt. Wie in Kapitel 3 beschrieben, wurden über Faktorfragen besonders erfolgreiche Unternehmen in den einzelnen Handlungsfeldern identifiziert. Die Faktorfragen

werden bei der Beschreibung der Pioniere in der zweiten Hälfte des Kapitels im Detail erläutert.

Eine Übersicht über die Anzahl an Pionieren und Followern in den einzelnen Handlungsfeldern liefert Tabelle 5. Dort werden zudem die durchschnittlichen Zustimmungsraten von Pionieren und Followern nebeneinandergestellt. Ermittelt wurden die Zustimmungen, wie in Kapitel 3 beschrieben, mithilfe einer Likert-Skala von 1 (Stimme überhaupt nicht zu) bis 5 (Stimme voll und ganz zu). In der Übersicht fällt auf, dass Pioniere im Aufbau und in der Nutzung auch in den anderen Handlungsfeldern höhere durchschnittliche Zustimmungsraten als die Follower aufweisen. Diese Differenzen und damit der Unterschied zwischen den Gruppen sind bei den Pionieren im Bereich Nutzung weniger ausgeprägt. Da neun Teilnehmende keine Fragen zur Monetarisierung beantwortet haben, ist dort die Gesamtzahl der Stichprobe niedriger und es lässt sich vermuten, dass aufgrund des Non-Response-Bias, der in Kapitel 3 erläutert wurde, die Differenzen sogar größer sein könnten.

Die Auswertung ergibt, dass insgesamt 31 der 69 teilnehmenden Unternehmen in mindestens einem Feld als Pionier gelten können. Nur vier treten gleichzeitig in zwei Handlungsfeldern als Pioniere hervor (siehe Tabelle 6), wobei die Kombination Pionier in den Handlungsfeldern Aufbau und Monetarisierung nicht vorkommt. Kein Unternehmen erreicht in allen drei Feldern gleichzeitig den Status eines Pioniers. Der Grund dafür könnte sein, dass die Befragten über besondere Expertise in einem der Handlungsfelder verfügen und die anderen deshalb zurückhaltender bewertet haben. Dagegen spricht allerdings, dass ein Großteil der Teilnehmenden sich übergeordneten Managementpositionen zugeordnet hat. Es kann also angenommen werden, dass kein Unternehmen eine durchgängige Strategie für alle drei Handlungsfelder hat, sondern vielmehr eine Expertise in einzelnen Bereichen entwickelt.

Tabelle 5: Übersicht über die durchschnittlichen Zustimmungsraten von Pionieren und Followern

Pioniere des Handlungsfelds Aufbau			
Faktorfrage: Aspekte zur Sammlung von Daten			
	Pioniere	Follower	Differenz
Anzahl	11	58	
Gesamt	3,02	2,67	0,36
<b>Aufbau</b>	<b>3,39</b>	<b>2,75</b>	<b>0,64</b>
Nutzung	3,03	2,77	0,26
Monetarisierung	2,43	2,46	-0,03

Pioniere des Handlungsfelds Nutzung			
Faktorfrage: Form der Nutzung von Daten			
	Pioniere	Follower	Differenz
Anzahl	11	58	
Gesamt	2,85	2,69	0,16
Aufbau	3,00	2,82	0,18
<b>Nutzung</b>	<b>3,11</b>	<b>2,75</b>	<b>0,36</b>
Monetarisierung	2,44	2,46	-0,02

Pioniere des Handlungsfelds Monetarisierung			
Faktorfrage: Ermittlung des monetären Nutzens der Daten			
	Pioniere	Follower	Differenz
Anzahl	9	50	
Gesamt	3,02	2,63	0,39
Aufbau	2,92	2,83	0,09
Nutzung	3,20	2,74	0,46
<b>Monetarisierung</b>	<b>2,93</b>	<b>2,33</b>	<b>0,60</b>

Tabelle 6: Überschneidungen bei den Pionieren

#	Pioniere Aufbau			Pioniere Nutzung			Pioniere Monetarisierung		
	Aufbau ↓	Nutzung	Monetar.	Aufbau	Nutzung ↓	Monetar.	Aufbau	Nutzung	Monetar. ↓
1	4,40	2,14		4,00	4,00	2,50	2,20	3,00	3,83
2	4,00	4,00	2,50	2,40	3,71	2,83	2,60	3,57	3,50
3	4,00	2,86	3,00	3,20	3,57		2,60	3,29	3,50
4	3,80	2,71	2,17	2,60	3,57	3,50	3,40	3,14	3,50
5	3,60	3,29	3,00	2,80	3,50	2,67	2,00	3,14	3,50
6	3,60	3,00		2,60	3,43	2,67	3,20	2,71	3,50
7	3,60	3,00	2,83	3,60	3,29	3,00	2,00	2,71	3,50
8	3,60	3,00		3,40	3,29	1,83	3,00	2,71	3,33
9	3,60	2,71	2,33	2,60	3,29	3,50	3,20	2,43	3,33
10	3,60	2,57		2,60	3,29	2,50			
11	3,60	2,43	1,33	2,00	3,29	1,33			

### Handlungsfeld Aufbau

Pioniere im Bereich **Aufbau** einer industriellen Datenbasis wurden anhand ihrer Zustimmung zu Antwortvorgaben über die Sammlung von Daten im Unternehmen ausgewählt.<sup>129</sup> Diese Aussagen beziehen sich auf die Kernaspekte der Datenqualität: Umfang, Aktualität, Konsistenz und Verfügbarkeit der Daten. Somit wird sichergestellt, dass nur Unternehmen, die tendenziell bereits eine Basis mit guter Datenqualität aufgebaut haben, zu den Pionieren zählen. Dies ermöglicht einen Vergleich mit den restlichen Unternehmen, den Followern, im Handlungsfeld Aufbau.

Wie in Kapitel 3 beschrieben, wurden 11 der 69 Unternehmen als Pioniere ermittelt. Der durchschnittliche Zustimmungswert aller Unternehmen bei der Faktorfrage zur Datenqualität beträgt 2,65. Die Gruppe der Pioniere erreicht einen durchschnittlichen Zustimmungswert von 3,76. Die Gruppe der Follower dagegen nur 2,43. Im Folgenden werden die größten Unterschiede zwischen Pionieren und Followern in relevanten Aspekten des Aufbaus einer industriellen Datenbasis dargestellt (siehe Abbildung 35) und erläutert. Die Grafik zeigt für jeden Aspekt und jede Gruppe den prozentualen Anteil der Unternehmen, die den Antwortvorgaben tendenziell eher zustimmen (Werte 4 oder 5 auf der Likert-Skala).

Beim Vergleich der Gruppen der Pioniere und Follower im Bereich Aufbau zeigen sich die größten Unterschiede erwartungsgemäß

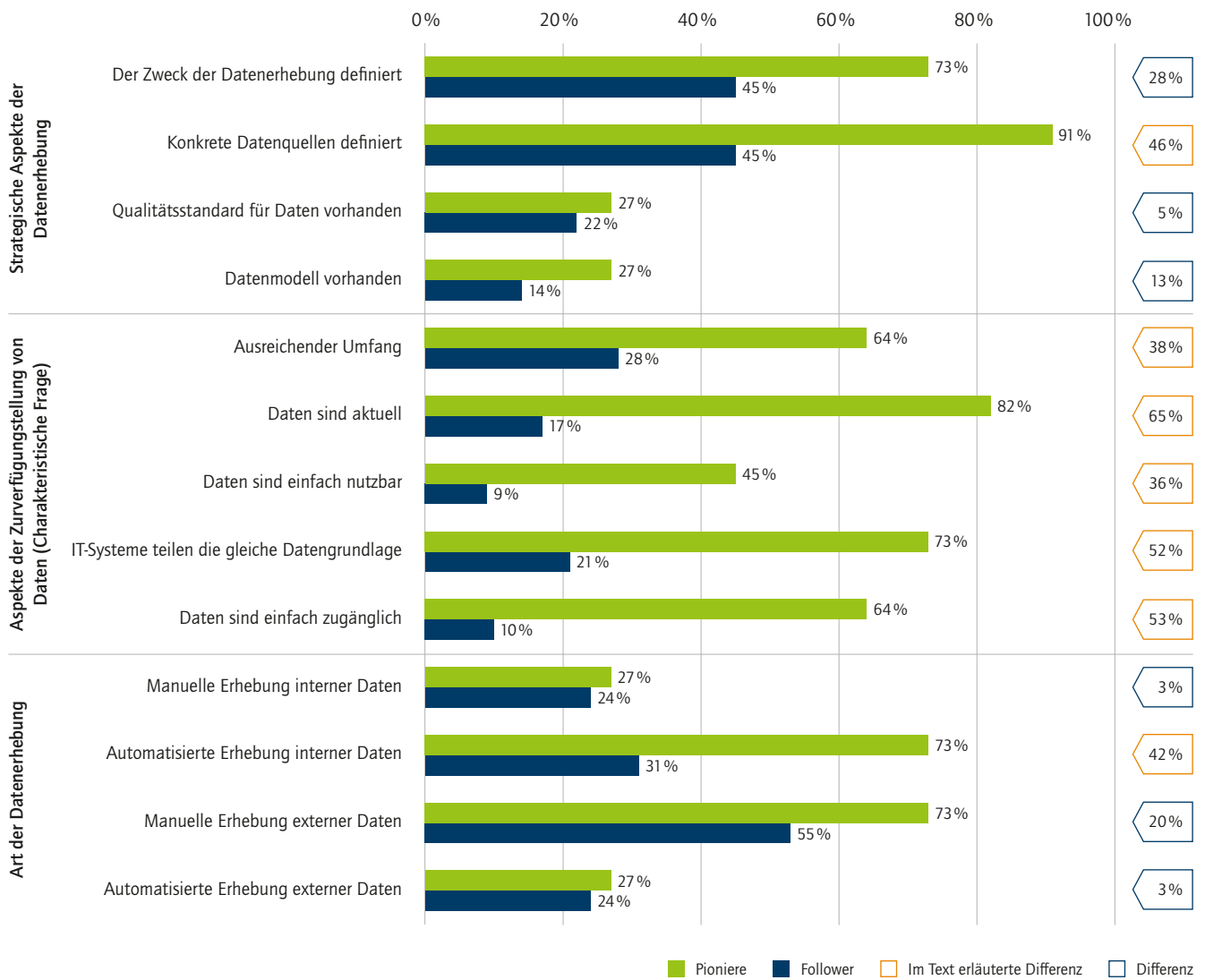
bei der Faktorfrage. Die Pioniere stimmen tendenziell viel deutlicher zu, ihre Daten aktuell zu halten (*Daten sind aktuell*), sie zentral zu speichern und zu verwalten (*IT-Systeme teilen die gleiche Datengrundlage*) sowie einfach zur Verfügung zu stellen (*Daten sind einfach zugänglich*). Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass sowohl die Schaffung von Datenstandards als auch von Erhebungsprozessen für Follower wichtige Schritte sind, um beim Aufbau einer industriellen Datenbasis voranzukommen.

In den tiefergehenden Interviews bestätigen Experten, dass sie durch technische und organisatorische Maßnahmen weiter daran arbeiten, die Datenqualität, insbesondere Konsistenz und Vollständigkeit, zu erhöhen:

„Wir nutzen das ERP-System als die zentrale Stelle für Produktionsdaten. Jedoch sind manuell eingegebene Daten oft unvollständig. Wir entwickeln daher eine Eingabemaske und zugrundeliegende Eingaberegeln, damit alle notwendigen Daten eingegeben werden müssen, bevor eine weitere Aktivität gestartet werden kann.“ (Anonym, Chemieindustrie)

129 Die Faktorfrage im Handlungsfeld Aufbau lautet: „Die folgenden Aspekte zur Sammlung von Daten treffen im Unternehmen zu: ausreichender Umfang, Aktualität, Daten sind einfach nutzbar, Daten werden zentral gespeichert, Daten sind einfach zugänglich.“ Die einzelnen Aspekte wurden auf einer fünfstufigen Likert-Skala mit 1 = „Stimme überhaupt nicht zu“ und 5 = „Stimme voll und ganz zu“ bewertet.

Abbildung 35: Vergleich Pioniere und Follower im Handlungsfeld Aufbau



Quelle: eigene Darstellung

Pioniere stellen ihre gesammelten Daten auch für andere Abteilungen oder andere Standorte des Unternehmens zur Verfügung:

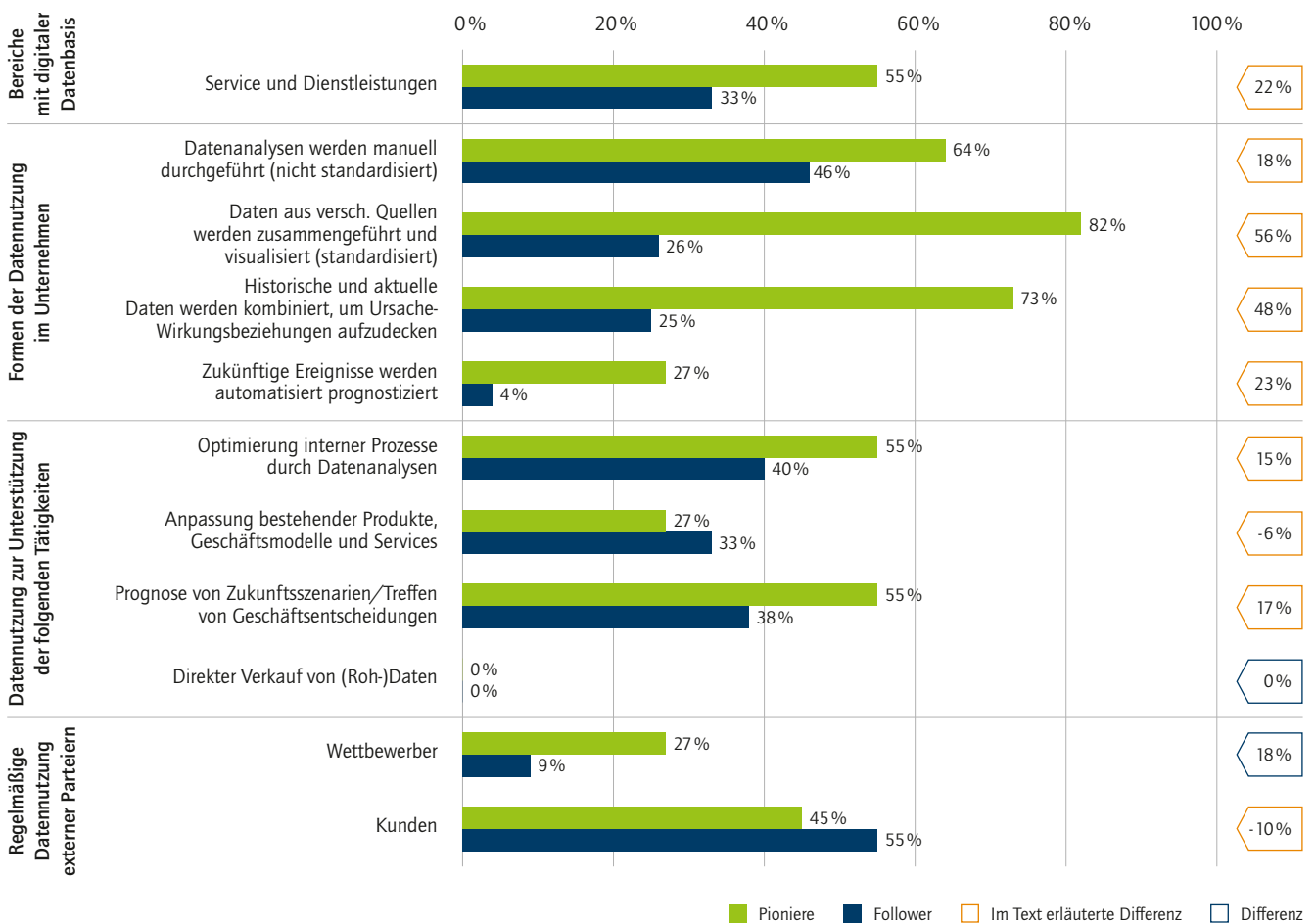
„Bei Siemens Healthineers werden alle erhobenen Daten in einer zentralen Datenbank gespeichert, die von einer dedizierten Abteilung aufgebaut wird. Dies ermöglicht einen einfachen Zugriff auf alle Daten sowie die Durchführung von umfangreichen Analysen, die alle Daten berücksichtigen können.“ (Frank Konopka, Siemens Healthineers AG)

Wir nutzen das ERP-System über alle Standorte hinweg als eine zentrale Dateninstanz. Dadurch erweitern wir kontinuierlich unsere Datenbasis und erhöhen die Datenverfügbarkeit für einzelne Standorte. (Anonym, Maschinen- und Anlagebau)

Ein weiterer großer Unterschied zwischen Pionieren und Followern besteht darin, dass Pioniere viel stärker als Follower beim Aufbau ihrer Datenbasis *konkrete Datenquellen* definieren. Dies deutet auf ein systematisches Vorgehen hin, das mit der Definition der möglichen oder verfügbaren Datenquellen anfängt.

Pioniere scheinen außerdem stärker in der Lage zu sein, *interne Daten automatisiert zu erheben*. Dies könnte mit der Definition interner Datenquellen zusammenhängen. Wenn Datenquellen definiert sind, ist ein schrittweises Vorgehen bei der Digitalisierung möglich, zum Beispiel durch Retrofitting bestimmter Maschinen oder die Implementierung neuer IT-Module in bestehende IT-Systeme. Es können somit einzelne Bereiche gezielt digitalisiert werden, um Daten für priorisierte Anwendungsfälle automatisiert zu erheben.

Abbildung 36: Vergleich Pioniere und Follower im Handlungsfeld Nutzung



## Handlungsfeld Nutzung

Die Identifikation der elf Pioniere im Bereich **Nutzung** erfolgte anhand ihrer Zustimmungswerte zu Antwortvorgaben, die Rückschlüsse auf den Reifegrad der Datennutzung im Unternehmen zulassen.<sup>130</sup> Ziel war zu identifizieren, welche Analysefähigkeiten bereits bei der Datennutzung bestehen, zum Beispiel nur das Erstellen von Reportings oder auch das Aufdecken von Ursache-Wirkungs-Beziehungen.

Auch bei der Faktorfrage im Handlungsfeld Nutzung liegt die durchschnittliche Zustimmungswerte der Gruppe der Pioniere deutlich höher als die der Follower. Der Durchschnittswert für die Pioniere beträgt 3,49, bei den Followern nur 2,68. Zudem zeigt die Analyse der Gruppe der Pioniere, dass sie nicht von bestimmten Branchen dominiert wird. Zwar sind Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus zu etwa 45 Prozent in der Gruppe der Pioniere

vertreten, jedoch beträgt der Anteil von Unternehmen dieser Branche an der gesamten Stichprobe ebenfalls 35 Prozent. Abbildung 36 zeigt für jeden Aspekt der Nutzung einer Datenbasis und jede Gruppe den prozentualen Anteil der befragten Unternehmen, die den Antwortvorgaben tendenziell eher zustimmen (Werte 4 oder 5 auf der Likert-Skala).

In der Abbildung 36 ist erkennbar, dass sich Pioniere von Followern entlang fast aller Dimensionen im Handlungsfeld Nutzung unterscheiden. Betrachtet man die Bereiche mit digitaler Datenbasis, die in den befragten Unternehmen genutzt werden, weisen dort die Antworten in denen eine digitale Datenbasis für *Services und Dienstleistungen* genutzt werden Unterschiede von 22 Prozent zwischen Pionieren und Followern auf. Hier zeigt sich, dass Pioniere bereits einen stärkeren Fokus auf die Nutzung von Anwendungssoftware legen, um Service-Tätigkeiten zu unterstützen.

<sup>130</sup> Die Faktorfrage im Handlungsfeld Nutzung lautet: „In den folgenden Formen findet eine Datennutzung im Unternehmen statt: Daten werden nur bei akuten Problemen verwendet, Daten werden zur Erstellung von Reportings genutzt; Datenanalysen werden manuell durchgeführt (nicht standardisiert); Daten aus verschiedenen Quellen werden zusammengeführt und visualisiert; historische und aktuelle Daten werden kombiniert, um Ursache-Wirkungs-Beziehungen aufzudecken; zukünftige Ereignisse werden automatisiert prognostiziert; Decision Engines ermöglichen eine automatisierte Entscheidungsableitung.“ Die einzelnen Aspekte wurden auf einer fünfstufigen Likert-Skala mit 1 = „Stimme überhaupt nicht zu“ und 5 = „Stimme voll und ganz zu“ bewertet.

„Das Unternehmen handelt primär mit Düngemittel und Salzen. Ein Produkt das nicht direkt digitalisiert werden kann. Aber durch Apps zur Steuerung des Düngemittelseinsatzes sind wir dennoch in der Lage unseren Kunden neue digitale Lösungen zur Verfügung zu stellen.“ (Maik Klotzbach, K+S Minerals and Agriculture GmbH, Werk Werra)

Vergleicht man, wie Gruppen bewertet haben, in welcher Form Datenanalysen in ihren Unternehmen stattfinden, zeigen sich deutliche Unterschiede. Alle Analysefähigkeiten scheinen in der Gruppe der Pioniere deutlich stärker ausgeprägt zu sein. Besonders auffällig ist hier, dass noch 64 Prozent der Pioniere *Datenanalysen manuell* durchführen und diese nicht standardisiert sind. Erwartet worden war bei der Entwicklung des Fragebogens, dass die Gruppe der Pioniere hier deutlich weniger häufig zustimmt als die Follower. Als Vorreiter, so die Vermutung, wären sie bereits soweit digitalisiert, dass Daten vor allem automatisiert ausgewertet werden. Diese These hat sich nicht bestätigt. Entsprechend der starken Zustimmung bei der Datenanalyse aus verschiedenen Quellen und der Kombination von historischen und aktuellen Daten, zeigt sich das Pioniere Ihren Fokus auf die Erweiterung und Optimierung der Analyse legen, bevor Fähigkeiten zur automatisierten Auswertung von Daten mithilfe von beispielweise KI implementiert werden.

Besonders prägnant ist hier die Differenz von 56 Prozent zwischen Pionieren und Followern bei der Zusammenführung und Visualisierung von Daten aus verschiedenen Quellen zur Analyse. Hier zeigt sich ein klarer Vorsprung, in dem Pioniere durch ihre Erfahrung mehr Kompetenzen aufbauen konnten.

In den Experteninterviews wurde zusätzlich beschrieben, dass die Visualisierung der Auswertung eine entscheidende Rolle spielt, um einfach datenbasiert Entscheidungen treffen zu können und Beschäftigte auf dem Shopfloor dazu zu befähigen, auf Datenbasis selbstständig Maßnahmen ergreifen zu können.

Unsere Mitarbeiter können unsere Software nutzen, um auch beratend tätig sein zu können und Entscheidungen abzuleiten. (Stefan Petritsch, AVL GmbH)

In den Experteninterviews hat sich ebenfalls herausgestellt, dass die gewonnene Expertise in den Bereichen genutzt wird, um Analysen zu optimieren und mehr Daten einfließen zu lassen. Die gleiche Tendenz zeigt sich in der *Kombination von historischen und aktuellen Daten, um Ursache-Wirkungs-Beziehungen ableiten zu*

*können*. Gleichzeitig ist erkennbar, dass automatisierte Prognosen bei den Pionieren keine hohe Zustimmung erfahren und diese nicht stark von den Followern abweicht. Dies bestätigt, dass sich Pioniere eher auf die Optimierung und Anreicherung der Analyse fokussieren als auf eine automatisierte Auswertung der Daten.

Betrachtet man die Tätigkeiten im Unternehmen, welche durch Daten unterstützt werden, zeigt sich, dass Pioniere ihre Daten bereits besser zur *Optimierung interner Prozesse sowie Entscheidungen oder Geschäftsprognosen* nutzen. Weiterhin wird deutlich das bei der *Anpassung bestehender Produkte, Geschäftsmodelle und Services* eine höhere Zustimmung der Follower von 6 Prozent vorliegt. Dies zeigt in Kombination mit der Zustimmung zur Optimierung interner Prozesse, dass für Pioniere die Optimierung von internen Prozessen eine höhere Priorität aufweist als die von Produkten oder Geschäftsmodellen.

Bei der *Zustimmung in der Nutzung von Kundendaten* zeigten sogar die Follower eine 10 Prozent stärkere Zustimmung mit einem Wert von 55 Prozent. Ein Zusammenhang zu der verstärkten Nutzung von Daten bei der Optimierung von Produkten, Geschäftsmodellen und Services wird deutlich. Die geringe Zustimmung lässt sich ebenfalls dadurch erklären, dass in der weiteren Umfrage so wie in den Experteninterviews immer wieder betont wurde, dass die Nutzungsrechte eine besondere Herausforderung für Unternehmen darstellen und Kundendaten nur in vereinzelt Fällen einfach ausgelesen werden können.

### Handlungsfeld Monetarisierung

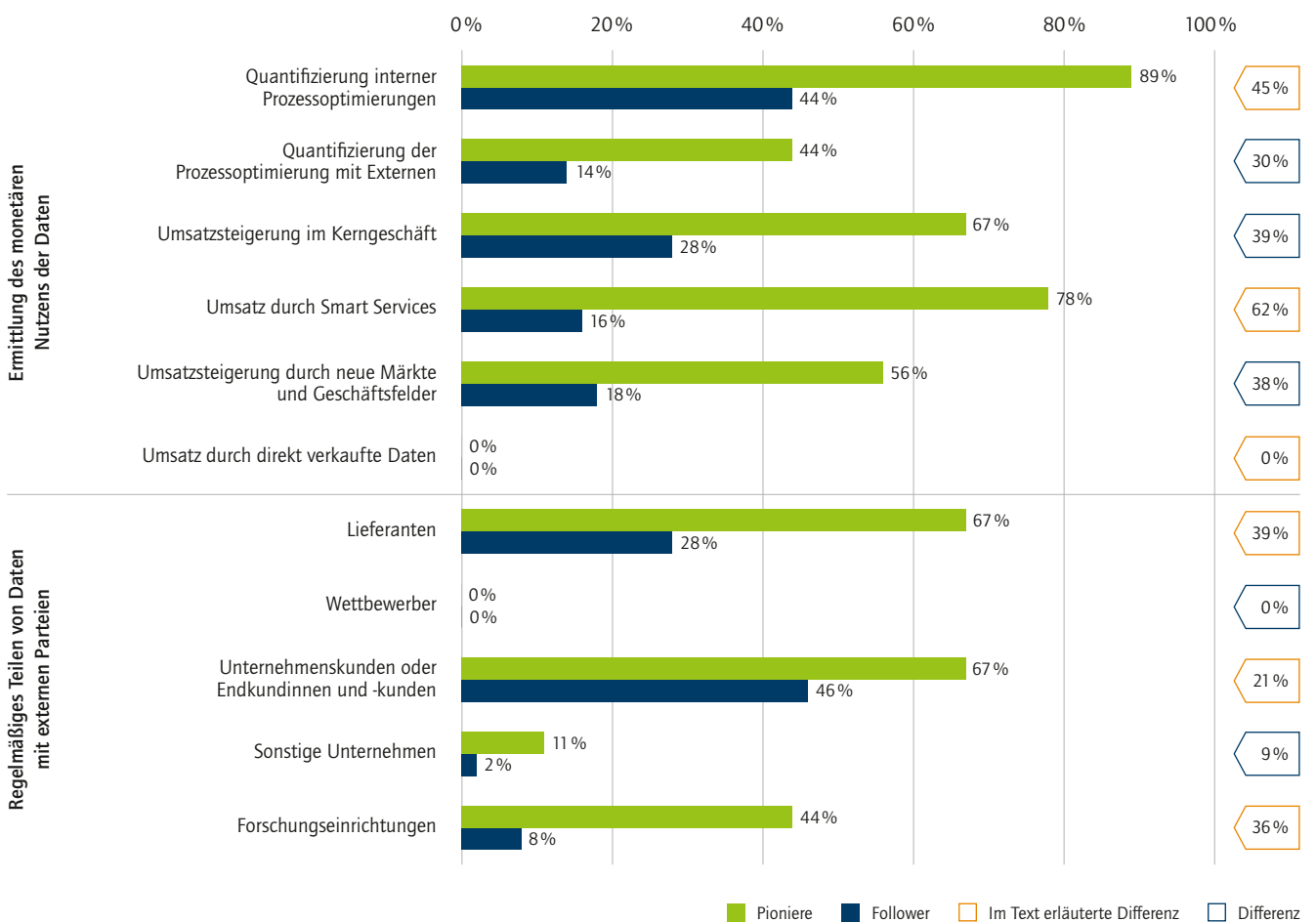
Pioniere im Bereich **Monetarisierung** einer industriellen Datenbasis wurden anhand ihrer Zustimmung zu Antwortvorgaben über die Ermittlung des monetären Nutzens ausgewählt.<sup>131</sup> Ziel war, Unternehmen zu identifizieren, die bereits den Wert ihrer Datenbasis fundiert ermitteln und bestimmen können. Wie in Kapitel 4.1.3 thematisiert, sind im Bereich Monetarisierung die Antwortrückläufe deutlich geringer als in den Bereichen Aufbau und Nutzung. Hier muss davon ausgegangen werden, dass einige Befragte nicht in der Lage waren, Fragen zur Monetarisierung von Daten in ihrem Unternehmen zu beantworten. Deshalb besteht die Gruppe der Pioniere hier nur aus 9 von insgesamt 59 Teilnehmenden, die in diesem Bereich Antworten gegeben haben.

Die Pioniere weisen in der Faktorfrage einen durchschnittlichen Zustimmungswert von 3,5 auf, während die Follower nur eine durchschnittliche Zustimmung von 2,34 erreichen. Im Folgenden wird dargestellt, wie sich die Pioniere in einzelnen Aspekten des Handlungsfelds Monetarisierung von den Followern unterscheiden. In Abbildung 37 und Abbildung 38 sind die prozentualen Anteile

131 Die Faktorfrage im Handlungsfeld Monetarisierung lautet: „Der monetäre Nutzen der Daten wird im Unternehmen über folgende Aspekte ermittelt: Quantifizierung der Einsparungen, erreicht durch interne Prozess- und Produktoptimierungen; Quantifizierung der Einsparungen, erreicht durch die Optimierung von Prozessen mit externen Entitäten; Umsatzsteigerung im Kerngeschäft, erreicht durch bessere Produkte bzw. Leistungsangebote; Umsatz durch neue digitale Geschäftsmodelle oder Smart Services; Umsatzsteigerung durch die Erschließung neuer Märkte und Geschäftsfelder; Umsatz durch direkt verkaufte Daten“. Die einzelnen Aspekte wurden auf einer fünfstufigen Likert-Skala mit 1 = „Stimme überhaupt nicht zu“ und 5 = „Stimme voll und ganz zu“ bewertet.



Abbildung 37: Vergleich Pioniere und Follower im Bereich Monetarisierung (Teil 1)



Quelle: eigene Darstellung

der Unternehmen beider Gruppen visualisiert, die den entsprechenden Antwortvorgaben tendenziell eher zustimmen (Werte 4 oder 5 auf der Likert-Skala).

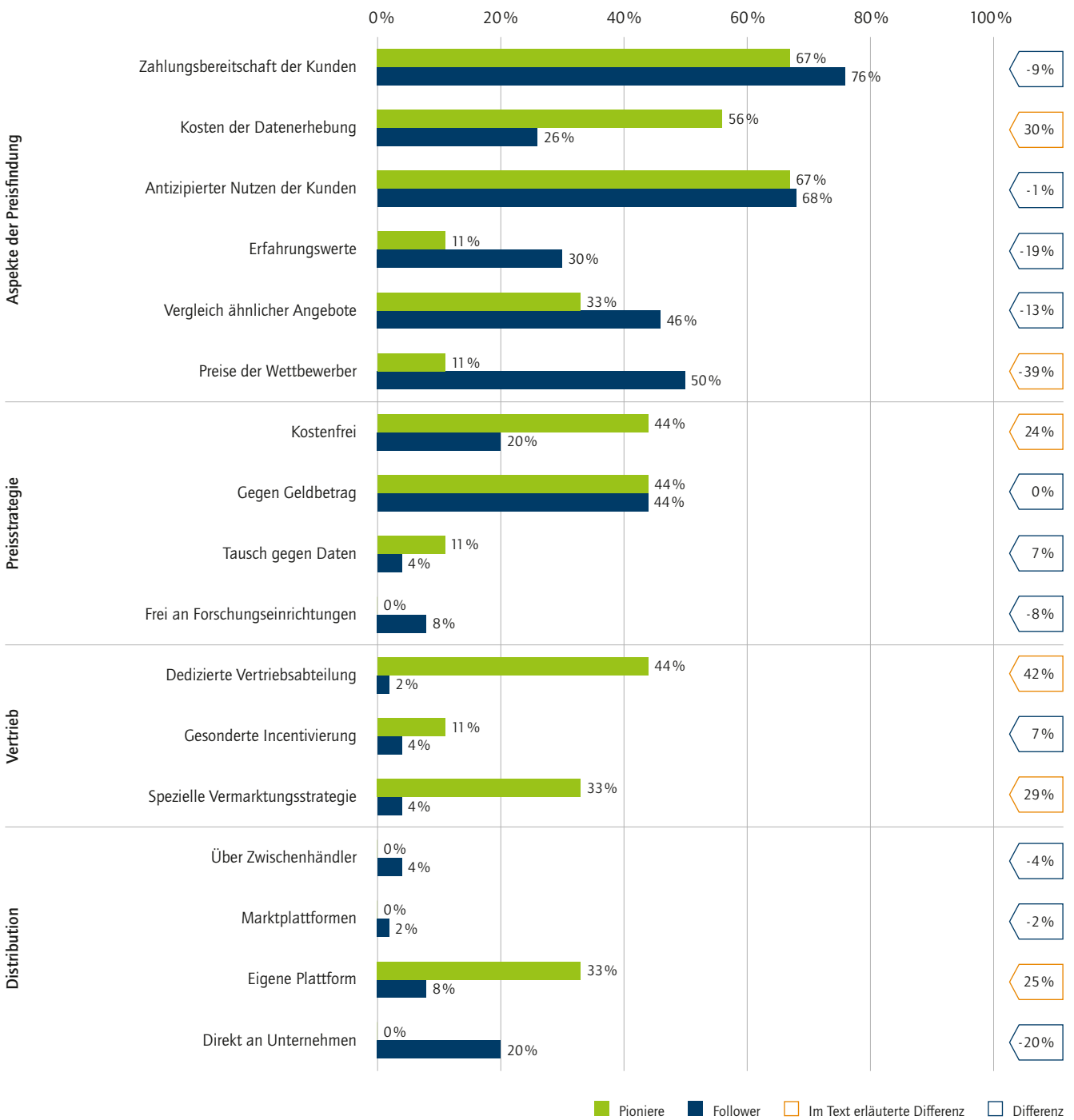
In Abbildung 38 werden die Unterschiede der Gruppen bei der Ermittlung des monetären Nutzens der Daten und beim Datenaustausch mit externen Parteien, der eine wichtige Voraussetzung für die Monetarisierung einer industriellen Datenbasis ist, dargestellt. Da die erste Frage die Faktorfrage ist, in der sich Pioniere durch höhere Zustimmungswerte charakteristisch von Followern absetzen, sind die großen Differenz zwischen beiden Gruppen erwartbar. Besonders groß sind die Differenzen bei den Fähigkeiten, den monetären Nutzen von Daten über *interne Prozessoptimierungen* sowie den *Umsatz von Smart Services* zu ermitteln. Weiterhin zeigt der Vergleich, dass auch die Gruppe der Pionierunternehmen der Aussage, den monetären Nutzen einer industriellen Datenbasis über den *Umsatz, erzielt durch den direkten Verkauf von Daten*, zu ermitteln, tendenziell nicht zugestimmt hat. Der direkte Datenverkauf spielt auch bei Pionieren kaum eine Rolle.

Überdies kann gezeigt werden, dass Unternehmen, die über Fähigkeiten verfügen, den monetären Nutzen der Daten konkret zu ermitteln, auch wesentlich stärker Daten mit anderen Parteien teilen. Die größten Unterschiede finden sich mit 39 respektive 36 Prozent

Differenz beim Teilen von Daten mit *Lieferanten* und *Forschungseinrichtungen*. Selbst beim Teilen von Daten mit *Unternehmenskunden oder Endkundinnen und -kunden* liegt der Anteil der Pionierunternehmen, die dieser Antwortvorgabe tendenziell eher zugestimmt haben, noch um 21 Prozent höher.

Hinsichtlich der Preisfindung lassen sich zwei größere Unterschiede zwischen Pionieren und Followern erkennen. Zum einen betrachten Pioniere stärker die *Kosten der Datenerhebung*, als dies bei den Followern der Fall ist. Zum anderen sind die *Preise der Wettbewerber* für Pioniere bei der Preisfindung für das eigenen Leistungsangebot wesentlich weniger bedeutsam. Bei der Preisstrategie ist festzustellen, dass Pioniere häufiger ein *kostenfreies Angebot* für ihre Leistungen haben. Dies dient oft als Einstieg für spätere kostenpflichtige Leistungen. Beim Vertrieb zeigen sich nochmals deutliche Differenzen. Bereits 44 Prozent der Pioniere im Handlungsfeld Monetarisierung stimmt tendenziell zu, eine *dedizierte Vertriebsabteilung* für die Datenmonetarisierung zu haben, während das nur bei 2 Prozent der Follower der Fall zu sein scheint. 33 Prozent der Pioniere geben an, die datenbasierten Leistungen mit einer *speziellen Vermarktungsstrategie* am Markt zu platzieren. Bei den Followern sind das nur 4 Prozent der Unternehmen. Die *Distribution über eigene Plattformen* scheint bei den Pionieren ebenfalls deutlich etablierter zu sein.

Abbildung 38: Vergleich Pioniere und Follower im Bereich Monetarisierung (Teil 2)



Quelle: eigene Darstellung

### 4.3. Fazit des Ergebnisberichts

Die Fragebogenstudie hat gezeigt, dass der Aufbau, die Nutzung und die Monetarisierung einer industriellen Datenbasis produzierende Unternehmen vor vielfältige Herausforderungen stellen. Gerade im Bereich der Monetarisierung von Daten fällt es Unternehmen schwer, den Nutzen einer Datenbasis zu quantifizieren. Zudem existiert nur selten eine Vertriebsstrategie. Auffällig war bei der Identifikation von Pionieren in den drei Handlungsfeldern, dass es wenig Schnittmengen gab. Eine gute Entwicklung in einem

Bereich führt nicht automatisch auch zu größeren Fortschritten in anderen Bereichen. Dies legt den Schluss nahe, dass noch kein Unternehmen erfolgreich wirklich alle drei Bereiche strategisch miteinander verknüpft hat. Unterstützung, gerade durch Verbände, Politik und Wissenschaft, wird weiterhin benötigt, um die Reife produzierender Unternehmen beim Wandel zu Industrie 4.0 voranzubringen. Einen Überblick über zentrale Ergebnisse der Auswertung der Fragebogenstudie liefert Abbildung 39. In Abbildung 40 folgt ein Überblick über die vergleichende Auswertung nach Branchen, Umsatzgrößen und erzielten Fortschritten.

Abbildung 39: Zentrale Ergebnisse der Auswertung der Fragebogenstudie



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 40: Zentrale Ergebnisse der vergleichenden Auswertung



Quelle: eigene Darstellung

## 5. Handlungsoptionen

Im folgenden Kapitel werden aus den bisherigen Ergebnissen Handlungsoptionen für den Aufbau, die Nutzung und Monetarisierung einer industriellen Datenbasis abgeleitet. Die Handlungsoptionen richten sich zunächst an die produzierenden Unternehmen. In einem weiteren Schritt werden auch Handlungsoptionen für das unterstützende Umfeld formuliert, das heißt für Verbände, die Politik und die Wissenschaft. Diese Unterteilung in unternehmensinterne und unternehmensexterne Handlungsoptionen spiegelt sich im Aufbau des Kapitels wider (siehe Abbildung 41). Zunächst wird erläutert, was die Unternehmen tun können, um beim Aufbau, der Nutzung und Monetarisierung einer industriellen Datenbasis voranzukommen. Dann wird für Verbände, Politik und Wissenschaft aufgezeigt, wie sie die Unternehmen auf ihrem Weg bestmöglich unterstützen können.

### 5.1. Unternehmen

In diesem Kapitel werden Empfehlungen für Unternehmen gegeben, wie sie beim Aufbau, der Nutzung und der Monetarisierung einer industriellen Datenbasis Fortschritte machen können. Bei der Darstellung des theoretischen Rahmens wurden etablierter Modelle vorgestellt, die den Aufbau und die Nutzung einer industriellen Datenbasis sowie Möglichkeiten der Monetarisierung erklären. Die Fragebogenstudie hat darüber hinaus gezeigt, dass Unternehmen noch eine sehr unterschiedliche Reife aufweisen und sich mit großen Herausforderungen konfrontiert sehen. Im Folgenden werden aus diesen Erkenntnissen und den Gesprächen mit den Experten Handlungsoptionen abgeleitet, wie produzierende Unternehmen die Umsetzung einer industriellen Datenbasis voranbringen können.

#### 5.1.1. Aufbau

Bevor Daten genutzt und monetarisiert werden können, müssen sie in einer Art und Weise verfügbar sein, die es erlaubt auf eine effiziente Weise Informationen aus den Daten zu generieren. In diesem

Kapitel werden Empfehlungen für den strategischen Aufbau einer industriellen Datenbasis gegeben.

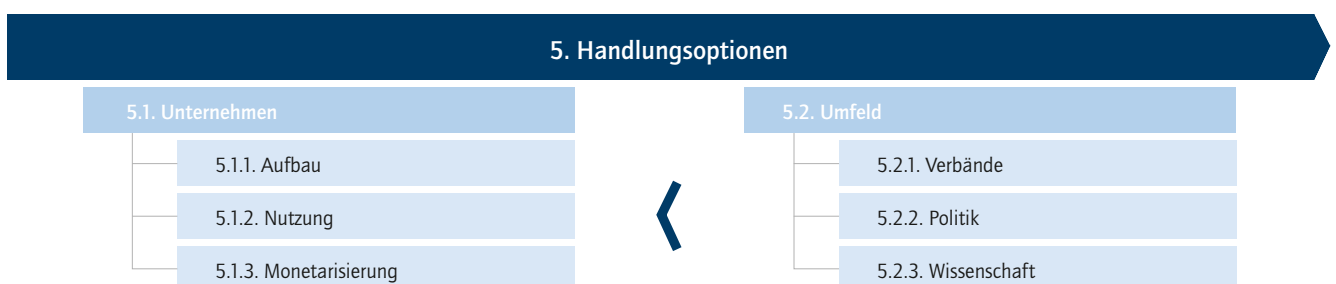
### Strategische Priorisierung von datenbezogenen Aufgaben erhöhen

Die Umfrageergebnisse und Experteninterviews deuten auf die Notwendigkeit der **Schaffung eines Verständnisses für alle datenbezogenen Aktivitäten im Unternehmen** hin. Die Unternehmensleitung muss zunächst Ziele definieren, die auf die Mehrwerte der Datennutzung für das Unternehmen und seine Unternehmenskunden oder Endkundinnen und -kunden fokussieren. Aufbauend darauf können konkrete Aktivitäten zum Erreichen der Mehrwerte und Ziele mit der Unternehmensstrategie verknüpft werden. Beginnen können Unternehmen mit kleinen Pilotprojekten (zum Beispiel für ein Produkt, eine Maschine oder Produktionslinie). Während dieser Pilotprojekte werden Hypothesen aufgestellt und Strategien entwickelt, die Unternehmen iterativ verbessern und schließlich unternehmensweit ausrollen können. Durch die Berücksichtigung der Mehrwerte von Daten in der Unternehmensstrategie bekommen alle datenbezogenen Aktivitäten einen höheren Stellenwert. Top-Down-Vorgaben können damit erarbeitet und umgesetzt werden. Ein solches Vorgehen schafft im ganzen Unternehmen ein einheitliches Verständnis dafür, warum Daten erhoben und wozu diese verwendet werden.

*„Alte Strukturen und Divisionen werden aufgebrochen, um neue Organisationseinheiten zu bilden, die besser datengetriebene Geschäftsmodelle unterstützen.“ (Anonym, Maschinen- und Anlagebau)*

*„Motivierte und dynamische Teams werden mit hohem Budget angetrieben, um datenbezogene Projekte und Initiativen zu starten und durchzuführen.“ (Anonym, Maschinen- und Anlagebau)*

Abbildung 41: Struktur des Kapitels Handlungsoptionen



Quelle: eigene Darstellung

*„Die Initiative zur Digitalisierung kam von der oberen Managementebene. Danach wurde die Notwendigkeit zur Digitalisierung auch auf den unteren Ebenen erkannt.“ (Anonym, Chemieindustrie)*

Ohne eine **klar festgelegte Datenstrategie** sind weder eine erfolgreiche systematische Datennutzung noch eine Monetarisierung der Daten möglich. Unternehmen sollten im Vorhinein identifizieren, welche Ziele mithilfe der gesammelten Daten erreicht werden sollen und welche Leistung man sich mit den Daten erhofft. Ohne Datenstrategie droht der Aufbau einer Datenbasis zur Kostenfalle zu werden. Dies wurde auch im Gespräch mit Experten deutlich:

*„Dank unseres Netzwerks, das 4.000 Kunden beinhaltet, haben wir eine riesige Datenbasis aufgebaut. Die Fachabteilungen wissen jedoch nicht, was sie mit den verfügbaren Daten machen können, daher werden sie nicht genutzt. Anfallende Kosten für Datenerhebung und -haltung summieren sich und ohne den erzielten Nutzen wird es nicht lange dauern, bis diese umfangreiche Datenerhebung eingestellt wird.“ (Frank Konopka, Siemens Healthineers AG)*

Durch Sensibilisierung der Mitarbeitenden wird auf allen Hierarchieebenen unternehmensspezifischer Handlungs- und darüber hinaus auch Qualifikationsbedarf erkannt. **Qualifikationen der Mitarbeitenden** sind ein wichtiger Faktor, wenn es um die Erhebung und Nutzung von Daten geht: Fehlende IT-Fachkräfte sind für die befragten Unternehmen eine der höchsten internen Hürden beim Aufbau einer Datenbasis. Es müssen sowohl Betriebsangehörige entsprechend weitergebildet wie auch neue Experten und Expertinnen eingestellt werden. Die benötigten Kompetenzen reichen vom Beherrschen der bestehenden IT-Systeme (zum Beispiel ERP-Systemen, die als zentrale Datenquelle dienen können) über den rechts- und ethikkonformen Umgang mit Daten bis hin zu komplexen Analysen von erhobenen Daten zur Generierung von Mehrwerten.

*„Wir stimulieren neue Themen, damit unsere Mitarbeitende ihr eigenes Wissen verbessern. Jeder darf bei uns ausprobieren, mit erhobenen Daten zu arbeiten.“ (Stefan Petritsch, AVL GmbH)*

### Qualität der Datenbasis erhöhen und Qualitätsstandards durchsetzen

Die **Erarbeitung und Durchsetzung von Qualitätsstandards für Daten und die Datenerhebung** sind weitere wichtige Handlungsoptionen. Wie im Kapitel 4.1.2 bereits erläutert, spielt Datenqualität in der Datennutzung eine zentrale Rolle. Inkonsistente oder fehlerbehaftete Daten können nicht verwendet werden und daraus

gewonnene Informationen sind nicht glaubwürdig. Es bedarf klar definierter Prozesse, um die Einhaltung von Standards hier zu gewährleisten. Die Umfrageergebnisse zeigen, dass mangelnde Qualität der Daten sowohl eine interne wie auch eine externe Hürde beim Aufbau einer Datenbasis ist. Sie stellt darüber hinaus ein Hemmnis für den Datenaustausch dar. Aus diesem Grund sollten Qualitätsstandards definiert und Prozesse so gestaltet werden, dass diese eingehalten werden müssen.

*„Wir nutzen das ERP-System als die zentrale Stelle für Produktionsdaten. Jedoch sind manuell eingegebene Daten oft unvollständig. Wir entwickeln daher eine Eingabemaske und zugrundeliegende Eingaberegeln, damit alle notwendigen Daten eingegeben werden müssen, bevor eine weitere Aktivität gestartet werden kann.“ (Anonym, Chemieindustrie)*

Erhobene Daten müssen stets aktuell gehalten werden. Ob Bankverbindungen für die Rechnungserstellung, Absatzzahlen oder Messkorrekturen – immer ist darauf zu achten, dass nur der aktuelle Datenzustand für Analysen verwendet wird. Um dies sicherzustellen, sollte eine sogenannte **Single Source of Truth** etabliert werden. Dies bedeutet nicht, nur eine Datenbank im Unternehmen zu haben. Vielmehr sollte für jeden Anwendungsbereich ein IT-System oder eine Datenhaltung festgelegt werden, die die Hoheit über die Daten behält. Alle anderen IT-Systeme oder Anwendungen referenzieren auf diese Datenhaltung oder übernehmen bei Änderungen daraus aktuelle Daten. Dadurch wird ein einfacher Zugriff ermöglicht. Daten können, auch über Werksgrenzen und Standorte hinweg, von allen Beteiligten der Unternehmensgruppe genutzt werden. Durch diese Art der Plattformlösung wird die Nutzung von Daten deutlich vereinfacht. Sie ist eine Voraussetzung für die Standardisierung von Analysen.

*„Eine Single Source of Truth innerhalb einer agilen Organisationsstruktur bietet Möglichkeiten, Daten innerhalb des gesamten Unternehmens effizient zu nutzen und die Vorteile für andere sichtbar zu machen.“ (Anonym, Maschinen- und Anlagebau)*

### Interne Digitalisierung systematisch vorantreiben

Des Weiteren werden die **Digitalisierung interner Prozesse** sowie die **Automatisierung der Datenerhebung** im Unternehmen empfohlen. Prozessdigitalisierung ist die Ausführung von Prozessschritten sowie die Bereitstellung der damit verbundenen Daten in elektronischer Form.<sup>132</sup> Die Digitalisierung kann durch Einführung und Nutzung von spezialisierten IT-Systemen (zum Beispiel ERP-Systeme für Geschäftsprozesse, MES für Produktionsprozesse und Systeme

<sup>132</sup> Vgl. Ensinger et al. 2016, S. 8.

des Production Lifecycle Management [PLM] für produktbezogene Prozesse) erfolgen. Digitale Prozesse generieren nicht nur viele Daten, die in den entsprechenden IT-Systemen automatisch dokumentiert werden. Sie ermöglichen auch, prozessbezogene Daten in Echtzeit zu erfassen und in das entsprechende IT-System einzuspeisen (zum Beispiel Rechnungen in ERP-Systeme, Produktqualitätsdaten in MES und Produktveränderungen in PLM-Systeme).<sup>133</sup> Die Digitalisierung von Prozessen (zum Beispiel durch den Einsatz von Sensoren an Maschinen, der Einführung eines MES in der Fertigungshalle oder der End-to-End-Abwicklung von Kundenaufträgen im ERP-System) ermöglicht eine kontinuierliche und automatisierte Datenerhebung und trägt somit maßgeblich zum Entstehen einer konsistenten Datenbasis bei.

*„Mit der schrittweisen Digitalisierung der Fertigung und Abschaffung der papierbasierten Unterlagen wird eine automatisierte Datenerhebung mit höherer Datenqualität und -konsistenz ermöglicht.“ (Anonym, Chemieindustrie)*

*„Wir entwickeln und setzen IT-Systeme, die eine durchgängige Digitalisierung ermöglichen, für alle Ebenen ein, von der unternehmensübergreifenden bis hin zur Shopfloor-Ebene.“ (Anonym, pharmazeutische Industrie)*

Die Erhöhung des Digitalisierungs- und Automatisierungsgrads im Unternehmen geht Hand in Hand mit dem **Ausbau der unternehmensinternen IT-Infrastruktur**. Hardware, Software sowie Netzwerken werden für jegliche Datenaktivitäten im Unternehmen benötigt.<sup>134</sup> Eine unzureichende oder veraltete IT-Infrastruktur senkt nicht nur die Produktivität, sondern macht es unmöglich, Daten zu erheben, in ausreichendem Umfang und hinreichender Auflösung zu speichern und die anwachsende Datenmenge zu nutzen. Unzureichend ausgebaute technische Infrastruktur wird von den Befragten als ein Hemmnisse des Datenaustauschs wahrgenommen.

Mit ausreichend geschultem Personal und unter Berücksichtigung festgelegter Qualitätsstandards für Daten und Datenerhebung entsteht im Zuge digitaler Prozesse automatisch eine Datenbasis, die für weitere Anwendungen genutzt werden kann. So können zum Beispiel beim Process Mining erste Analysen ad hoc auf Basis der Daten durchgeführt und Informationen über den Status quo der Unternehmensprozesse gewonnen werden.<sup>135</sup>

Der Aufbau einer Datenbasis ist nicht nur eine technische, sondern auch ein organisatorische Herausforderung. Es sind im Unternehmen Prozesse zu etablieren, die Mitarbeitende bei Dateninitiativen unterstützen und zur Arbeit mit Daten anregen. Kreativität und Feedback einzelner Mitarbeitender sind wichtig, allerdings braucht das ganze Unternehmen eine Kultur, die den Wert einer Datenbasis

hochschätzt. Daher ist ein **systematisches Vorgehen**, das mit der Unternehmensstrategie in Einklang steht, notwendig.

*„Es müssen zunächst selbstständig Daten gesammelt werden, um aus der Nutzung der Daten zu lernen und diese weiter ausbauen und systematisch optimieren zu können.“ (Frank Kuntze, Kuntze Instruments GmbH)*

*„Wenn ein Kundenauftrag ankommt, wird das ganze Vorgehen sowie notwendige Anforderungen digital angelegt.“ (Anonym, Chemieindustrie)*

*„Wir versuchen, nicht nur unsere Prozesse, sondern auch Begriffe und digitale Werkzeuge zu standardisieren. Darüber hinaus ermöglichen wir allen, die ihn benötigen, den Zugriff auf Daten.“ (Anonym, Chemieindustrie)*

### 5.1.2. Nutzung

Nachdem die Grundlage einer unternehmensweiten Datenbasis gelegt ist, können darauf aufbauend aus den Daten konkrete Informationen gewonnen werden, die durch Verknüpfung und Analyse entstehen. Wie die Nutzung angeregt und ausgeweitet werden kann, soll dieses Kapitel aufzeigen.

#### Anwendungsfälle aufbauen, um Synergien für Datenkompetenzen zu nutzen

Eine interne Herausforderung von Unternehmen stellt fehlende Expertise aufgrund des Mangels an IT-Fachkräften, Data Scientists und Data Engineers dar. Für die Nutzung einer Datenbasis ist der Aufbau von Kompetenzen zentral. Im Rahmen der Experteninterviews wurde bestätigt, dass dort schon **früh begonnen wurde, Anwendungsfälle zu kreieren**, um den Nutzen von Daten quantifizieren zu können. Pioniere zeigten bereits früh Motivation, damit zu beginnen die notwendigen Erfahrungen mit komplexen Technologien zu sammeln, um daraus Nutzen zu generieren. Für komplexe Analysen kann es von Vorteil sein, sich die **Unterstützung von Partnern** zu suchen. Zentral ist dabei die Gleichwertigkeit der Partner, um eine gemeinsame Zielverfolgung sicherzustellen. Zusammen können kooperative Lösungen erarbeitet werden, die für beide Partner Mehrwerte schaffen. Zunächst sollten dazu gemeinsam Bereiche und Anwendungsfälle identifiziert werden, in denen eine Kooperation möglich und sinnvoll ist. Um weitere Synergien nutzen zu können, sollte ein Partnernetzwerk aufgebaut werden. Innerhalb des Partnernetzwerks können nicht nur Kompetenzen aufgebaut, sondern auch Mehrwerte für Kunden geschaffen werden. Beispiele sind die zusätzliche Expertise in anderen Feldern, effiziente Reaktionen auf neue Anfragen oder ein unkomplizierter Austausch zwischen den Partnern.

133 Vgl. Sontow et al. 2020, S. 98–100.

134 Vgl. Brenner 1994, S. 37.

135 Vgl. Schröder et al. 2020, S. 6–8.

*Die Nutzung von Daten anderer Unternehmen birgt auf der Basis einer Partnerschaft deutliche Vorteile. Diese Partnerschaft muss jedoch auf Augenhöhe erfolgen und zum Unternehmen passen. (Frank Kuntze, Kuntze Instruments GmbH)*

*Datenbasierte Prozesse zeigen sich als sehr komplex, daher haben wir von Beginn an durch Pilotprojekte starke Lernpotenziale erzeugen können. (Anonym, Chemieindustrie)*

Ein Ergebnis der Experteninterviews ist, dass die **Schaffung von digitalen Ökosystemen** einen unterstützenden Faktor für Wachstum darstellt. Ein digitales Ökosystem schafft Mehrwert für Unternehmenskunden oder Endkundinnen und -kunden, indem es Daten und Prozesse aus verschiedenen internen Abteilungen, Anwendungen und Systemen optimiert zusammenführt und Kundeninnen und Kunden, Lieferanten und externe Partner einbindet. Jeder Teilnehmer am Ökosystem kann modernste Technologien und Systeme nutzen, um seine individuellen Bedürfnisse zu erfüllen. Durch Kooperation innerhalb des Ökosystems können Unternehmen ihr eigenes Portfolio erweitern und miteinander interagieren. Es vergrößert ihre Datenbasis und ihre Reichweite. Der Austausch von Daten und die Datennutzung werden aus dem Unternehmen herausgetragen. Solche Ökosysteme können beispielsweise durch gemeinsame Plattformen etabliert und weiterentwickelt werden. In diesen Kontext passt auch, dass der **Tausch von Daten offener gestaltet** werden sollte. Datenaustausch mit Wettbewerbern gelingt Unternehmen aktuell noch nicht. Hier kann eine vernetzte und sichere Dateninfrastruktur, wie sie das europäische Projekt Gaia-X realisieren möchte, in Zukunft Abhilfe schaffen und neben den technischen vor allem auch die rechtlichen Aspekte regeln – eine der größten Herausforderungen in diesem Bereich (siehe 4.1.2). Wenn Käufer technischer Anlagen über eine hohe digitale Reife verfügen, kann der Austausch von Rohdaten für sie wertvoll sein, wie das Beispiel von Scheidt & Bachmann zeigt.

*„Unsere Kunden fragen, ob wir Status- und Betriebsdaten unserer Produkte zur Verfügung stellen, damit ihre eigenen Techniker selbst damit arbeiten können. Normalerweise geschieht das bei Kunden, die viele unterschiedliche technische Lösungen in Betrieb haben und eigenständig die Daten analysieren können. Diese können dann eigenständig ihre Prozesse, etwa Reparaturen, optimieren.“ (Dr. Jan Siegers, Scheidt & Bachmann GmbH)*

### Interne Qualitätsstandards kommunizieren

Neben dem Schaffen der technischen und organisatorischen Infrastruktur ist es zudem wichtig, die bereits etablierten Grundlagen wie **Qualitätsstandards** für Daten nicht nur intern zu verfohlen, sondern auch **extern zu vertreten und deren Einhaltung**

**einzufordern.** So lassen sich externe Daten passgenau in die bereits aufgebaute Datenbasis einfügen. Wenn die verkauften Produkte bereits die notwendigen Daten erheben und übermitteln, kann mit der Zustimmung der Unternehmenskunden oder Endkundinnen und -kunden für die Verarbeitung der Daten die Nutzung beginnen. Falls noch keine Übermittlung externer Daten stattfindet, sollte die langfristige Konnektivität zwischen dem Produkt und dem Herstellerunternehmen etabliert werden. Dies kann entweder durch die Anbindung des Produkts in das Netzwerk des Herstellerunternehmens, durch Retrofitting oder durch Unternehmenskunden oder Endkundinnen und -kunden erfolgen, die Zugänge zu bestimmten produktbezogenen Daten bereitstellen.

*„Die Daten sind für uns einfach zugänglich, da wir auch die Systeme hosten, über die unsere Produkte betrieben werden. Es läuft also alles durch unser System und man sieht alles.“ (Dr. Jan Siegers, Scheidt & Bachmann GmbH)*

*„Unsere Datenstrategie ist so ausgelegt, dass wir als Gegenleistung zu bestimmten Basisfunktionen unserer Anlagen vollständige Nutzungsrechte an den erhobenen Daten erlangen. Diese sollen jedoch anonymisiert gespeichert werden.“ (Frank Konopka, Siemens Healthineers AG)*

### Citizen Analysts durch frühe Data Analytics Leuchttürme gezielt fördern

Ein weiteres Ergebnis der Experteninterviews ist, dass Pioniere ihre Stellung durch die Entwicklung einer gut funktionierenden Infrastruktur zur Datensammlung und -nutzung aufbauen konnten. Weiterhin wurde im Rahmen der Umfrage ermittelt, dass in vielen befragten Unternehmen die fehlende Transparenz über vorhandene Datenquellen ein Hindernis beim Aufbau einer Datenbasis darstellt. Hier stellt möglicherweise die Demokratisierung von Data Analytics eine Lösung dar. Hierbei werden Daten und Softwaretools zur Analyse möglichst vielen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Unternehmen zugänglich gemacht. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von „Citizen Analysts“, die durch die vielfältige Nutzung der Daten bei Bedarf neue Anwendungsfälle schaffen. Dadurch werden zusätzlich Kompetenz und Wissen aufgebaut. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter werden in die Lage versetzt, selbstständig Auswertungen durchzuführen und Entscheidungen umzusetzen, ohne in den Bereichen Data Science, IT oder Statistik besonders geschult zu sein. Dazu gehört über das reine Zurverfügungstellen der Daten und Softwaretools hinaus auch das Weiterbilden der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Anwendung der Technologien sowie die Information über Neueinführungen. Mit gezielten Vorreiterprojekten, sogenannten Leuchttürmen, lassen sich Citizen Analysts fördern. Indem konkrete Anwendungsfälle gezeigt und Best Practices aus der Implementierung weitergegeben werden, erhöht sich die Akzeptanz in der Belegschaft.



*Unsere Mitarbeiter können unsere Software grundsätzlich nutzen, um auch beratend tätig sein zu können. (Stefan Petritsch, AVL GmbH)*

### Effiziente Datennutzung durch Data Governance und klare Verantwortlichkeiten

Das Konzept der Data Governance beschreibt ein System von Entscheidungsrechten und Verantwortlichkeiten bei Prozessen, die vorab modellhaft definiert werden. Es wird festgelegt, welche Person, entsprechend ihrer jeweiligen Berechtigung, mit Maßnahmen anhand der gegebenen Informationen, eingreifen kann. Die klaren Verantwortlichkeiten müssen durch eine zentrale Instanz grundlegend geregelt werden. Dabei kann es helfen, in Workshops eine Struktur der Verantwortlichkeiten zu erarbeiten und durch Interviews mit den betroffenen Parteien die einzelnen Bedarfe und Aufgaben klar abzugrenzen. Die Data Governance unterstützt die Effizienz in der Datennutzung und verhindert den unberechtigten Zugriff auf kritische und sensible Daten. Mit der gleichzeitigen Entwicklung von Nutzungskonzepten für verschiedene Stakeholder-Gruppen und der erzielten Strukturierung kann sichergestellt werden, dass Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter die Daten entsprechend ihren Bedürfnissen gezielt nutzen und gegebenenfalls selbstständig weiterentwickeln. Data Governance bildet somit einen entscheidenden Erfolgsfaktor, um langfristig sicherzustellen, dass Daten effizient genutzt werden können.

*Der Aufbau einer agilen Organisationsstruktur in Kombination mit einer klaren Regelung zu Nutzungs- und Entscheidungsrechten unterstützt die zentrale Datennutzung innerhalb einer Single Source of Truth im Unternehmen. (Anonym, Maschinen- und Anlagebau)*

### Quick-Wins durch die Etablierung einer datenbasierten Entscheidungskultur

Im Rahmen der Studie wurde identifiziert, dass die Pioniere besser darin sind datenbasierte Entscheidungen zu treffen, Follower hingegen haben dort Nachholbedarf. Ebenso hat sich in der Umfrage gezeigt, dass Pioniere erste Erfolge durch einen Fokus auf die Analyse von Daten, Prozessen sowie Geschäftsentscheidungen gelegt haben, um ihre Kenntnisse weiter auszubauen. Daten können besonders effektiv genutzt werden, um Entscheidungen zu unterstützen und nachvollziehbar zu machen. Voraussetzung dafür ist die **Verankerung von datengestützten Entscheidungsprozessen** im gesamten Unternehmen. Durch die Etablierung einer Entscheidungskultur und die Einbindung von Analysen mithilfe von KPIs wird eine Grundlage für Standards geschaffen. Diese ermöglichen es, Entscheidungen vergleichbar und nachvollziehbar zu machen, anstatt auf das Bauchgefühl zu vertrauen, was zwar

zu richtige Entscheidungen, aber ohne klare Begründung führen kann. Für datenbasierte Entscheidungsprozesse müssen die Daten, die vorhanden sind analysiert werden, um zu determinieren, welche Daten zusätzlich notwendig sind, damit typische auftretende Fragestellungen beantwortet werden können. Damit zu beginnen, einfache Entscheidungen in einzelnen Bereichen datenbasiert zu treffen, kann helfen, diese Prozesse zu verankern und schnelle Erfolge zu generieren. So kann sich die Entscheidungskultur nach und nach entwickeln. Auch in den Experteninterviews wurde betont, dass eine besondere Herausforderung darin besteht, implizites Wissen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu formalisieren und dieses Wissen zugänglich zu machen. Diese Formalisierung des impliziten Wissens stellt eine weitere Voraussetzung für datengestütztes Entscheiden dar.

Bei der Implementierung von datenbasierten Entscheidungsprozessen müssen weitere Faktoren berücksichtigt werden. Die Datenqualität ist entscheidend, um die Richtigkeit der Informationen sicherzustellen, die für das Treffen von Entscheidungen weiterverarbeitet werden. Pioniere haben gezeigt, dass sie datenbasierte Entscheidungen in ihren Unternehmen treffen und Fokus auf einfach nutzbare Daten legen. Dabei werden stärker als bei den Followern intern automatisierte Datenerhebungsmethoden genutzt. Die **Einbindung von aktuellen Daten** in die automatisierte und manuelle **Datenanalyse** spielt eine entscheidende Rolle denn damit kann garantiert werden, dass stets aktuelle Informationen genutzt werden. Dies entspricht im Zielbild des Internet of Production, der Kombination der Daten aus dem unteren Layer mit dem mittleren Layer, um diese zu vereinheitlichen und zentralisiert analysieren zu können. Aus der Umfrage geht hervor, dass etwa die Hälfte der befragten Unternehmen manuelle Datenanalysen vornimmt und die Kombination von historischen mit aktuellen Daten nur etwa bei einem Drittel erfolgt. Über 70 Prozent der Pioniere hingegen kombinieren aktuelle mit historischen Daten bereits, über 50 Prozent nutzen Datenanalysen für Prognosen und das Treffen von Geschäftsentscheidungen.

Zusätzlich bilden die **Visualisierung** und damit **nutzergerechte Aufarbeitung der Daten** einen entscheidenden Faktor, um Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zur Datennutzung zu motivieren. Überfüllte Anzeigen und Zahlentabellen können dazu führen, dass Beschäftigte den Überblick verlieren und überfordert sind. Sie müssen gegebenenfalls viel Zeit für die Suche nach der richtigen Information aufwenden. Eine nutzergerechte Aufbereitung der Daten hilft der verantwortlichen Person, die Information zu verarbeiten und schnelle Entscheidungen zu treffen. Auf dem Markt existieren bereits eine Vielzahl von Lösungen zur Datenvisualisierung und Aufbereitung, die einfach an bestehende Datenbanken oder Excel-Tabellen angebunden werden können. Weiterhin sollten die Daten einfach zugänglich sein und vor allem auf dem Shopfloor durch Monitore und Displays dargestellt werden können, um sicherzustellen, dass die entsprechenden Informationen auch im gesamten Unternehmen genutzt werden.

*Die Daten werden genutzt, um Vorhersagen in verschiedene Stufen zu machen, dabei kann sofort automatisiert ein Zustandsmonitoring erfolgen. Darüberhinausgehend werden historische Daten genutzt, um Zusammenhänge darzustellen und Wissen zu generieren. (Stefan Petritsch, AVL GmbH)*

*Eine nutzergerechte Aufbereitung und Visualisierung der Daten ist wichtig, um eine echte Erleichterung für die Nutzer darzustellen und digitale Lösung menschenzentriert bereitstellen zu können. (Stefan Petritsch, AVL GmbH)*

### Ready-to-use-Produkte für die Datenauswertung bereitstellen

Um Zugriff auf externe Daten oder Produktnutzungsdaten zu erlangen, bedarf es der Vorbereitung einer entsprechenden Infrastruktur. Einerseits können hergestellte **Produkte direkt mit der notwendigen Sensorik zur Erhebung von Nutzungsdaten** und gegebenenfalls mit einem Sendemodul ausgerüstet werden. Andererseits ist die Einbringung zusätzlicher Hardware in das Produkt mit Kosten verbunden, weshalb untersucht werden sollte, für welche Produkte sich eine solche Investition lohnt. Bei komplexen Sondermaschinen oder Produktionsanlagen, die schon viel Elektronik und Sensoren enthalten, bedeuten zusätzliche Sensoren oder ein Sendemodul beispielsweise eine geringere Erhöhung der Gesamtkosten als bei einem Handwerkzeug oder einer Komponente wie einem Stoßdämpfer. Da auch die Lebenszeit von Maschinen und Anlagen höher ist, kann davon ausgegangen werden, dass in Zukunft Firmenkunden der Erhebung und Auswertung von Daten zustimmen oder die damit einhergehenden digitalen Services anfragen. Hürden durch die vorab notwendige Implementierung zusätzlicher technischer Komponenten, wie beispielsweise beim Retrofitting, für die Inbetriebnahme neuer Komponenten oder zusätzlichen aufwendigen Prozessen kann damit effizient vorgebeugt werden. Die Hemmschwelle der Datenfreigabe sinkt beim Kunden, wenn eine einfache Aktivierung durchgeführt wird und direkt der Mehrwert durch Live-Analysen vorgeführt werden kann. Experten haben das in den Interviews bestätigt.

*„Wir gehen in die Vorleistung und schaffen hardwareseitig die notwendigen Voraussetzungen, um Digital Services anbieten zu können.“ (Anonym, Maschinen- und Anlagebau)*

*„Wir gehen hier in Vorleistung und rüsten unsere Produkte mit Sensorik aus, die es uns standardmäßig erlaubt, datenbasierte Services anbieten zu können. Der Kunde kann diese Services dann für einen gewissen Zeitraum kostenfrei nutzen, um sich vom Wert des Angebots überzeugen zu können.“ (Dr. Thorsten Pieper, Körber Pharma GmbH)*

### 5.1.3. Monetarisierung

Ist eine fundierte Datenbasis aufgebaut und ihre Nutzung skaliert, geht es für Unternehmen zuletzt darum, ihren Wert zu erfassen, um ihn auch monetarisieren zu können.

#### Daten als Bestandteil einer Leistung mit konkreten Mehrwerten verstehen

In Kapitel 5.1.2 wird gezeigt, wie Unternehmen aus Daten konkret nutzbare Mehrwerte erschaffen können. Für die Monetarisierung ist entscheidend, wie sich diese Mehrwerte quantifizieren und darstellen lassen. Sie lassen sich beispielsweise durch eine Steigerung der Attraktivität des bestehenden Angebots erzielen oder durch komplett neue Geschäftsmodelle.

Die befragten Unternehmen nutzen, wie in Kapitel 4.1.4 gezeigt, teilweise schon ihre Datenbasis für die Optimierung interner Prozesse. Daraus leitet sich ein monetärer Vorteil ab. Wichtig ist, dass Unternehmen nicht nur einzelne Bereiche bewerten, sondern übergreifend den Mehrwert für das ganze Unternehmen ermitteln. Gerade bei der Digitalisierung von Abläufen könnten sonst Aufgaben von Unterstützungsbereichen einfach in Kernbereiche verschoben werden. Zum Beispiel können die Beschäftigten mit einem neuen digitalen Tool ihre Reisekostenabrechnung selbst erledigen, statt diese Aufgabe der Verwaltung zu übertragen. Dadurch entsteht zwar Entlastung in der Verwaltung, die Belastung in anderen Bereichen erhöht sich jedoch. Um den tatsächlichen monetären Nutzen zu ermitteln, der durch die Optimierung interner Prozesse mithilfe von Datenverarbeitung entsteht, ist deshalb stets das gesamte Unternehmen zu betrachten.

*„Zielvorgaben bezüglich der Digitalisierung werden im Gesamtunternehmen harmonisiert. Dies wird gezielt über KPIs gesteuert.“ (Maik Klotzbach, K+S Minerals and Agriculture GmbH, Werk Werra)*

Eine weitere Handlungsoption für die Monetarisierung, bei der sich deutliche Unterschiede zwischen den Pionieren und Followern zeigen, ist das Schaffen konkreter Mehrwerte für Kunden, die sich auch durch Daten oder Erleichterungen darstellen lassen. Möglich ist hier beispielsweise eine Prozessoptimierung der Kundenkontaktpunkte, die dazu führt, dass Firmenkunden gewisse Tätigkeiten, wie das Buchen eines Serviceeinsatzes, selbst ausführen können. Auch die Umstellung auf eine nutzungsbasierte Wartung kann sich für Geschäftskunden lohnen:

*„Anstatt zu fixen Zeitintervallen eine Wartung durchzuführen, konnte einer unserer Kunden durch die Vernetzung unseres Produkts auf eine nutzungsbasierte Wartung umstellen. Dadurch konnte er circa 20 Prozent seiner planmäßigen Wartungseinsätze einsparen.“ (Dr. Jan Siegers, Scheidt & Bachmann GmbH)*

Eine weitere Chance für Unternehmen ist die Schaffung von Umsatz durch die Erschließung komplett neuer digitaler Geschäftsmodelle oder Smart Services. Dies war, wie in Abschnitt 4.2.3 dargestellt, eine Antwortvorgabe der Faktorfrage, da angenommen wurde, das Unternehmen, die bereits in diesem Bereich tätig sind, eine Pionierrolle einnehmen. Unternehmen, die diesen Bereich ebenfalls für sich erschließen oder weiter ausbauen wollen, sollten bei der Erweiterung ihres Leistungsangebots das Kundenbedürfnis in den Mittelpunkt stellen. Produkthanbieter können ihr existierendes Erfahrungswissen über den Einsatz ihrer Produkte nutzen, um digitale Kundenlösungen zu entwickeln. Dies gilt auch dann, wenn das Unternehmen Produkte produziert, die nicht im klassischen Sinne smart gemacht werden können. Digitale Anwendungen können dann Messdaten, wie Temperatur oder Luftfeuchte, auswerten, um den Firmen Services, wie Empfehlungen hinsichtlich der Einstellung von Prozessparametern, zur Verfügung zu stellen:

*„Das Unternehmen handelt primär mit Düngemittel und Salzen. Ein Produkt, das nicht direkt digitalisiert werden kann. Aber durch Apps zur Steuerung des Düngemiteleinsatzes sind wir dennoch in der Lage, unseren Kunden neue digitale Lösungen zur Verfügung zu stellen“ (Maik Klotzbach, K+S Minerals and Agriculture GmbH, Werk Werra)*

### Neue Preise für neue Nutzungsmöglichkeiten finden

In Abbildung 22 wurde dargestellt, wie die befragten Unternehmen aktuell den Preis ihrer digitalen Services ermitteln. Während die Antizipation des Kundennutzens dort bereits als zweithäufigstes Preisfindungsinstrument genannt wurde, scheint hier für neue Preismodelle noch viel Potenzial zu bestehen. Das bestätigt sich auch in den Experteninterviews:

*„Wir fragen uns, welche Vorteile der Kunde erhält. Wenn eine gewisse Zahlungsbereitschaft vorliegt, finden wir die beste Lösung für den Kunden. Dies können dann beispielsweise auch Pay-per-Use-Modelle sein.“ (Dr. Thorsten Pieper, Körber Pharma GmbH)*

Generell kann gerade in produzierenden Unternehmen das Schnüren von Service-Lösungspaketen ein funktionierendes Geschäftsmodell sein. Dadurch steigert sich der wahrgenommene Mehrwert für Kunden und die Preisdiskussion findet nicht auf Ebene einzelner

Leistungen statt, sondern auf der des Gesamtpakets. Ein Beispiel hierfür ist die Verknüpfung einer Fernüberwachung von Anlagen mit einem klassischen Wartungsvertrag. Durch die permanente Beobachtung der Anlagen können die Wartungen in größeren Zeitintervallen stattfinden, ohne dadurch die Gefahr von ungeplanten Stillständen zu erhöhen. Der Kunde spart damit Kosten ein und der Anbieter kann Ressourcen im Service effizienter einsetzen, was gerade beim herrschenden Fachkräftemangel von Relevanz ist. Die Preisbildung erfolgt dann über den Wert der digitalen und physischen Überwachung für den Kunden und nicht über eine einzelne digitale Leistung.

*„Auch wenn es Überlegungen zu einzelnen Lizenzen gab, möchten Kunden eher digitale Services in Paketen mit weiteren Leistungsangeboten haben.“ (Anonym, Informationstechnik)*

Bei den Pionieren zeigt sich, dass Smart Services und datenbasierte Produkte sowohl kostenfrei als auch gegen Gebühr zur Verfügung gestellt werden (siehe Kapitel 4.2.3). Kostenlose Angebote scheinen bezogen auf das monetäre Nutzbarmachen nur auf den ersten Blick widersprüchlich. Es sind Szenarien denkbar, bei denen kostenfreie Angebote auch für Anbieter Vorteile bringen. Gerade wenn ein Anbieter in einen spezifischen Bereich einsteigen und dafür Nutzungsdaten sammeln will, kann er dies tun, indem er in geringem Umfang digitale Leistungen kostenfrei zur Verfügung stellt. Wenn mit der Zeit Kundennachfrage und -bedürfnisse steigen, können die Angebote kostenpflichtig werden.

*„Für Basisfunktionen wie einer Anzeige des Status zahlt der Kunde nichts. Echte Mehrwert-Dienstleistungen sind jedoch dann kostenpflichtig.“ (Frank Kuntze, Kuntze Instruments GmbH)*

### Vertrieb gemeinsam mit anderen Leistungen

Es stellt sich für Unternehmen die Frage, wie Kundinnen und Kunden Zugang zu digitalen Leistungsangeboten erhalten sollen. Aufgrund der Immaterialität der Leistungen, die mithilfe einer Datenbasis angeboten werden können, primär datenbasierte Produkte und Services, eignen sich hier digitale Distributionskanäle. In der Studie zeigt sich, dass datenbasierte Leistungen vor allem **direkt für Unternehmenskunden oder Endkundinnen und -kunden bereitgestellt werden** oder **ein Verkauf über eine unternehmens-eigene Plattform** erfolgt (siehe Abbildung 24).

Der Vertrieb kann auch durch die Verknüpfung mit anderen Angeboten erfolgen. In diesem Fall werden die datenbasierten Produkte und Smart Services nicht als einzelne Leistungen erworben, sondern im **Paket mit industriellen Dienstleistungen**. Das Paket besteht aus einem umfassenden Lösungsangebot, das als Ganzes über die bereits existierenden Kanäle des Produkt- und Servicevertriebs

vermarktet werden kann. Bei der Leistungserbringung steht das digitale Angebot dann nicht für sich allein, sondern wird mit technischen oder anderen Dienstleistungen verbunden.

*„Wir unterscheiden unsere Leistungen. Das Angebot, um den Kunden in der digitalen Transformation zu unterstützen, ist kostenfrei. Dazu zählt zum Beispiel eine Software für das Asset Management. Dies ist ein Standardprodukt, das man aber kostenpflichtig individuell anpassen kann. Smart Services, die Daten aus den Produkten nutzen, sind jedoch kostenpflichtig. Im Paket mit industriellen Dienstleistungen erhalten Kunden jedoch Rabatte.“ (Stefan Petritsch, AVL GmbH)*

Der Vertrieb über Marktplattformen findet nach den Ergebnissen der Studie derzeit kaum statt (siehe Abbildung 24). Hier ist vor allem Handeln der Verbände sowie der Politik erforderlich, was in den folgenden Kapiteln entsprechend weiter ausgeführt wird.

### Anpassung der Vertriebsstruktur

Erste wesentliche Voraussetzung für den Vertriebs Erfolg ist es sicherzustellen, dass die **Vertriebsabteilungen die Fähigkeit besitzen**, Daten und Smart Services zu verkaufen. Dazu müssen sie insbesondere in der Lage sein, die Mehrwerte entsprechend zu kommunizieren. Erfolgt der Vertrieb durch die Abteilung für den Produktvertrieb, ist eine entsprechende Weiterbildung und Incentivierung der Beschäftigten erforderlich. Die Herausforderung bei der Incentivierung ist, dass Vertriebsboni in der Regel umsatzabhängig sind, wodurch es in der Industrie viel lukrativer ist, teure physische Produkte zu verkaufen als günstigere Datenprodukte und Services. Digitale Produkte haben daher kaum Bedeutung im Zielsystem eines reinen Produktvertriebs. Zusätzlich besitzen Vertriebsangehörige zwar ein hohes Wissen in den Bereichen Mechanik und Elektronik, dagegen sind digitale Leistungen für sie weniger bekannt und entsprechend erklärungsbedürftig, wie die Aussage aus einem Experteninterview belegt:

*„Gerade der Vertrieb wird von uns unterstützt. Es gibt interne Schulungen, um den standardmäßigen Verkauf von digitalen Services mit der Maschine zu etablieren. Dabei gibt es auch eine klare Vorgabe, dass mit diesen Services Umsätze generiert werden sollen.“ (Dr. Thorsten Pieper, Körber Pharma GmbH)*

Wie der Vergleich von Pionieren und Followern in Abschnitt 4.2.3 gezeigt hat, kann auch eine spezielle Vermarktungsstrategie ein potenzieller Erfolgsfaktor sein. Diese stellt sicher, dass der Vertrieb von digitalen Produkten gesondert betrachtet und gegebenenfalls mit entsprechenden Ressourcen ausgestattet wird.

Ein langfristiger Erfolg mit digitalen Produkten stellt sich ein, wenn Unternehmenskunden oder Endkundinnen und -kunden diese regelmäßig in ihre Arbeitsabläufe integrieren. Damit verbunden ist die nächste Handlungsoption: die **Erfolgskontrolle bei der Nutzung der Leistungen**. Die Nutzung von digitalen Produkten lässt sich aufgrund ihrer Eigenschaften gut nachvollziehen, beispielsweise erlauben Log-in-Daten Bewertungen der Kundenaktivität. Ein Best-Practice-Beispiel aus den Experteninterviews zeigt, dass ein Industrieunternehmen die aus der Softwarebranche bekannte Position des Customer Success Managers eingeführt hat. Die Aufgabe dieser Beschäftigten ist zu analysieren, wie Kunden die digitalen Lösungen nutzen, welche Probleme auftreten und welche Kundenbedürfnisse darüber hinaus entstehen.

*„Unsere Customer Success Manager liefern einen direkten Einblick, welche unserer digitalen Services beim Kunden genutzt werden und wie das Feedback des Kunden diesbezüglich ist.“ (Frank Konopka, Siemens Healthineers AG)*

Gerade um zögerliche Geschäftskunden vom Angebot zu überzeugen, kann sich auch eine **Testphase für bestimmte Funktionalitäten** eignen. Dabei wird es Kundinnen und Kunden ermöglicht, sich selbst vom Mehrwert der digitalen Lösung zu überzeugen, ohne eine Verpflichtung einzugehen. Ziel ist es, Einstiegshürden zu verringern. Dabei sollten Anbieter den Wert der kostenfrei erhaltenen Leistung und die zeitliche Begrenzung der Testphase klar kommunizieren. Unter Umständen bedarf es hier auch der Ausrüstung eines physischen Produkts mit zusätzlicher Sensorik ab Werk, um solche Tests auch in einem fortgeschrittenen Stadium der Produktnutzung anbieten zu können. Hier ist eine Abwägung zwischen den Kosten der Ausrüstung und der späteren Wahrscheinlichkeit der Monetarisierung der Daten und darauf basierenden Dienstleistungen zu treffen, wie ein Best-Practice-Beispiel zeigt:

*„Wir gehen hier in Vorleistung und rüsten unsere Produkte mit Sensorik aus, die es uns standardmäßig erlaubt, datenbasierte Services anbieten zu können. Der Kunde kann diese Services dann für einen gewissen Zeitraum kostenfrei nutzen, um sich vom Wert des Angebots überzeugen zu können.“ (Dr. Thorsten Pieper, Körber Pharma GmbH)*

## 5.2. Umfeld

Im vorigen Kapitel wurde aufgezeigt, welche Handlungsoptionen Unternehmen selbst in der Hand haben, um den Aufbau, die Nutzung und Monetarisierung einer industriellen Datenbasis voranzutreiben. Allerdings können Unternehmen nicht alles selbst beeinflussen, sondern sind auch von ihrem Umfeld abhängig. Daher werden im Folgenden Handlungsoptionen für Verbände, die Politik

und die Wissenschaft aufgezeigt, um Unternehmen in ihren Bestrebungen zu unterstützen und den Wirtschaftsstandort Deutschland zukunftsfähig zu machen.

### 5.2.1. Verbände

Aus den Hürden und Hemmnissen, die in den Experteninterviews sowie den Ergebnissen der Umfrage zutage getreten sind, lassen sich Handlungsoptionen für Verbände, in ihrer Aufgabe als Förderer der Branchen, ableiten. Die Experten haben in den tiefergehenden Interviews die Notwendigkeit des Aufbaus von Know-how durch frühes und selbstständiges Agieren, sowie das Kollaborieren in Partnerschaften herausgestellt. Solche Partnerschaften zu fördern, ist die vordringliche Aufgabe der Verbände.

#### Standards für die monetäre Datenbewertung entwickeln

Als herausstechendes Hemmnis des industriellen Datenaustauschs belegt die Studie, dass über 60 Prozent der Unternehmen keine Bewertungs- oder Quantifizierungsmöglichkeiten des industriellen Datenaustauschs sehen. Hier ist die Festlegung von **Standards zur monetären Bewertung von Daten** eine Handlungsoption, um Unternehmen zu helfen, den Wert Ihrer Daten einfacher abzuschätzen. Solche Standards müssten vom jeweiligen Branchenverband entwickelt werden. Auf der Basis aktueller Studien und Erfahrungen der Unternehmen kann zusammengetragen werden, inwieweit durch den industriellen Datenaustausch neue Services angeboten oder Einsparungen erreicht werden, indem Prozesse und Verbräuche optimiert werden können. Die Studie hat ebenfalls ergeben, dass noch kein direkter Verkauf von Daten stattfindet und demzufolge hier ein starker Nachholbedarf für die Unternehmen besteht, die Potenziale, die durch den direkten Verkauf von Daten entstehen, zu heben. Hier sollte zudem untersucht werden, inwiefern von Unternehmen bereits eigene Richtlinien und Standards implementiert wurden, um eigene Maschinen- und Anlagendaten oder Nutzungsdaten gewinnbringend zu veräußern.

#### Verbände bilden Ökosysteme zum Austausch von Daten

Verbände können Unternehmen durch die Schaffung eines **Ökosystems für den industriellen Datenaustausch** unterstützen. Im Rahmen der Experteninterviews wurde betont, dass der Bedarf an einem Netzwerk zum Austausch von Expertise wie auch von Daten besteht. Ein solches Partnernetzwerk, nehmen die Pioniere als Vorteil wahr. Weiterhin haben nur circa 5 Prozent der befragten Unternehmen angegeben, dass der Verkauf und Austausch von Daten über Marktplattformen erfolgt. Ebenfalls sehen circa 70 Prozent der Unternehmen unklare Strukturen und Strategien als ein Hindernis für den industriellen Datenaustausch und etwa 50 Prozent geben an, dass eine fehlende interne sowie externe Infrastruktur ein Hemmnis darstellen. Verbände können in ihrer Rolle als übergeordnete Instanzen ihren Beitrag zum Aufbau der notwendigen technischen und organisatorischen Infrastruktur leisten. Das Ökosystem für den industriellen Datenaustausch muss gewährleisten, dass relevanten Daten zwischen den Unternehmen anonymisiert ausgetauscht werden, ohne dass kundenspezifische

Informationen übermittelt werden. Es muss sichergestellt werden, dass alle teilnehmenden Unternehmen durch den Datenaustausch einen eigenen Mehrwert generieren können. Weiterhin sollte dabei ein Modell zur Austauschform eingesetzt werden, bei dem alle Unternehmen gleichwertig beteiligt werden. Dies kann zum Beispiel durch den einmaligen Austausch von Daten geschehen oder indem die Daten an zentraler Stelle des Verbandes verwaltet und nur dort auf diese für individuelle Use Cases zugegriffen werden kann. Zusätzlich spielen Aspekte wie Neutralität und Sicherheit der Daten eine entscheidende Rolle.

#### Verbände treten als neutrale Trusted Partner für den Datenaustausch auf

Zentral für die Schaffung von branchenspezifischen Ökosystemen für den industriellen Datenaustausch ist, dass die Verbände als **vertrauenswürdige Partner**, sogenannte Trusted Partner, wahrgenommen werden. Als intermediäre Instanzen sollten sie bei Konflikten im Datenaustausch **neutral vermitteln**. Im Rahmen der Umfrage wurde ermittelt, dass circa 50 Prozent der befragten Unternehmen den Abfluss von Wettbewerbsvorteilen durch Datenaustausch fürchten. Gleichwohl betonten die Experten in den Interviews, ein hohes Interesse am Datenaustausch mit Partnern und anderen nicht im Wettbewerb stehend Unternehmen zu haben. Verbände stellen hier wichtige Instanzen dar, vertrauenswürdige Möglichkeiten für den Datenaustausch zu schaffen.

#### Aufbau von Kompetenzen fördern

Im Rahmen der Umfrage wurde als eine der maßgebenden Hürden die fehlende Expertise in den Unternehmen identifiziert. Jeweils circa 50 Prozent der befragten Unternehmen haben angegeben, dass fehlende IT-Fachkräfte, nicht ausreichende Schulungen und eine zu geringe Digitalisierung des Leistungsangebots interne Hürden beim Aufbau einer Datenbasis sind. Daraus lassen sich verschiedene Handlungsoptionen für Unternehmensverbände ableiten, die dazu dienen, Know-how und Expertise zu vermitteln. Beispielsweise können Verbände Angebote zum **Austausch von Best Practices** schaffen, in Form von Roundtables, Konferenzen, Inhouse-Messen, Fachausschüssen oder indem Arbeitskreise gegründet werden. Weiterhin kann durch das **Schaffen von Schulungsangeboten** Wissen weitergegeben werden. Besonderes Augenmerk sollte dabei auf sogenannten Pain Points liegen, die im Rahmen der Studie identifiziert werden konnten. Drängende Themen sind beispielsweise Cybersecurity, Datenanalysekompetenzen sowie der Vertrieb digitaler Produkte. Verbände sollten bei Bedarf Expertinnen und Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft vermitteln können, die in der Lage sind, Kenntnisse an Mitgliedsunternehmen weiterzugeben, sie zu beraten und gegebenenfalls bei ihren Vorhaben zu begleiten. Auch das Finden gleichberechtigter Kooperationspartner kann von Verbänden unterstützt werden. Abschließend ist noch die **Verbreitung** neuer Standards, Best Practices und von Forschungsergebnissen an die Unternehmen eine kommunikative Aufgabe der Verbände. Sollten diese Standards für die vertretene Branche anzupassen sein, können sie auch dabei unterstützen. Damit kann sichergestellt werden, dass die Unternehmen auf dem

aktuellen Stand sind und Synergien im Austausch genutzt werden können.

### 5.2.2. Politik

Die Aufgabe der Politik ist die nachhaltige Gestaltung des wirtschaftlichen Wandels und die Beteiligung möglichst vieler an den Chancen dieses Wandels.<sup>136</sup> Die vorliegende Expertise bietet Entscheiderinnen und Entscheidern einen umfassenden Überblick über den aktuellen Stand beim Aufbau, der Nutzung und Monetarisierung einer industriellen Datenbasis in deutschen Unternehmen, stellt Herausforderungen und Hürden dar, aus denen sich die folgenden Handlungsoptionen ableiten.

Grundsätzlich sollte die Politik einen intensiven **Wissensaustausch mit Unternehmen, Verbänden und Forschung** pflegen. Eine weitere Handlungsoption für die Politik ist die **Investition in Bildung**, denn die Studie zeigt, dass fehlende IT- und auf Daten spezialisierte Fachkräfte die größte Hürde für Unternehmen darstellen (siehe Kapitel 4.1). Auch wenn zwischen 2013 und 2020 die Anzahl an Beschäftigten in IT-Berufen um 41 Prozent gestiegen ist, benötigen Unternehmen noch deutlich mehr Fachkräfte in diesem Bereich als der Arbeitsmarkt bereitstellen kann.<sup>137</sup> Konkret könnte vermehrt in zielgerichtete Berufsorientierung, öffentlich finanzierte Ausbildungsangebote, berufliche Bildung und Umschulungen investiert werden.<sup>138</sup> Auch der Ausbau von Kinderbetreuung und der Abbau von Hürden für ausländische Arbeitskräfte kann helfen, Unternehmen zusätzliche personelle IT-Ressourcen zur Verfügung zu stellen.

Die Studie offenbart darüber hinaus, dass zu hohe Kosten für die notwendige Schaffung von Voraussetzungen im Unternehmen ein Hindernis für den Austausch von Daten sind. In Kapitel 4.2.2 wurde erläutert, dass Unternehmen mit geringerer Umsatzstärke durchgängig weniger Zustimmungsraten in allen Handlungsfeldern angegeben haben als umsatzstarke. Entsprechend benötigen gerade solche Unternehmen Unterstützung. Benötigte Investitionen für die Ausrüstung von Produkten mit Sensorik, die Digitalisierung interner Prozesse, Schulungen und Qualifikation, zum Beispiel in Data Analytics, oder die Entwicklung neuer datenbasierter Leistungen sind gewaltig. Zusätzlich zeichnet sich ein Bedarf nach Beratungsleistungen ab, die finanziert werden müssen. Die Studie hat gezeigt, dass es Unternehmen mit geringerer Umsatzstärke an anwendbaren Konzepten für den strategischen Aufbau einer Datenbasis mangelt (siehe Kapitel 4.2.2). Die **finanzielle Förderung von Aktivitäten im Bereich der Digitalisierung**, insbesondere von KMU, stellt somit eine mögliche Handlungsoption für die Politik dar. Zwar gibt es bereits Förderprogramme der KfW oder des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz, beispielsweise „Digital jetzt – Innovationsförderung für KMU“, trotzdem verfügen KMU häufig über eine schlechtere digitale Infrastruktur

mit weniger Breitbandanschlüssen oder mobilen Anschlüssen mit hohen Übertragungsraten.<sup>139</sup>

Unabhängig von der Unternehmensgröße zeigt die Studienevaluation, dass vor allem die Chemiebranche mangelnde politische Förderungen für entsprechender Projekte als Hürde nennt (Kapitel 4.2.1). Die Politik könnte untersuchen, ob Förderprogramme sich gegebenenfalls zu stark an andere Branchen richten oder ob die Chemieindustrie aus anderen Gründen besonders förderbedürftig ist.

Neben der finanziellen Unterstützung ist auch der **Ausbau der technischen Infrastruktur**, wie 5G und Glasfaser, notwendig, um Unternehmen zu befähigen eine industrielle Datenbasis aufzubauen, zu nutzen und zu monetarisieren. Investitionen in den Breitbandausbau können in der Regel nicht von einem Unternehmen allein, vor allem keinem KMU, gestemmt werden. Wenn Unternehmen darin unterstützt werden, Zugang zu entsprechender Infrastruktur zu erlangen, könnte auch der Einsatz digitaler Technologien wie CRM-Systeme, Cloud Computing und Supply Chain Management ausgeweitet werden, deren Nutzung bei KMU wesentlich geringer ausfällt als bei größeren Unternehmen.<sup>140</sup>

Zuletzt beeinflusst die Politik über die Gesetzgebung auch Rechtsfragen. Hier zeigte die Studie, dass unklare Nutzungsrechte über die Daten eine der größten Hürden für Unternehmen beim Aufbau einer Datenbasis darstellen. Beim Austausch von Daten mit anderen Unternehmen stellen unklare Nutzungsrechte sogar das größte Hemmnis dar. Rechtliche Unklarheiten könnten auch ein Faktor für die fehlende Bereitschaft auf Kundenseite sein, Daten zu teilen, die ebenfalls in der Studie festgestellt wurde. Unternehmen müssen einen hohen Gegenwert für Daten bieten, um solche Bedenken auszustecken.

*„Unsere Datenstrategie ist so ausgelegt, dass wir als Gegenleistung zu bestimmten Basisfunktionen unserer Anlagen vollständige Nutzungsrechte an den erhobenen Daten erlangen. Diese sollen jedoch anonymisiert gespeichert werden.“ (Frank Konopka, Siemens Healthineers AG)*

Anonymisierung ist gerade bei sensiblen personenbezogenen Daten, wie Gesundheits- oder Leistungsdaten, für produzierende Unternehmen von herausragender Bedeutung und darf nur im Rahmen der DSGVO erfolgen.<sup>141</sup> In Abschnitt 4.2.2 hat sich gezeigt, dass umsatzschwächere Unternehmen größere Unsicherheiten bezüglich der Rechtssicherheit haben als Großkonzerne. Die Politik kann hier **Aufklärungsarbeit in Rechtsfragen** leisten, sodass auch Unternehmen ohne eine eigene Rechtsabteilung und Konzernstrukturen in

136 Vgl. Keuschnigg/Kogler 2021, S. 6.

137 Vgl. Burstedde 2021, S. 4.

138 Vgl. ebd., S. 24–25.

139 Vgl. Lichtblau et al. 2018, S. 21.

140 Vgl. ebd., S. 22.

141 Vgl. Rödl/Chrzanowski 2018, S. 383.

der Lage sind, die sich ständig ändernde Rechtslage zu verstehen und sicher danach handeln zu können. Dies gilt für den Umgang mit personenbezogenen Daten gemäß der DSGVO, für den rechtssicheren Austausch von Daten zwischen Unternehmen innerhalb der EU sowie für den Austausch von Daten über internationale Plattformen.

### 5.2.3. Wissenschaft

Wissenschaft soll andere Unternehmen, Verbände, Politik durch Wissenstransfer unterstützen und das grundlegende Know-how schaffen, auf dem spezifische Lösungen durch Verbände oder Unternehmen selbst entwickelt und umgesetzt werden können. Wie die Ergebnisse der Umfrage zeigen, gibt es aktuell kaum Unternehmen, die in allen Bereichen – Datenaufbau, -nutzung und -monetarisierung – gleichzeitig eine Pionierstellung einnehmen. Dies ist ein Indikator dafür, dass **durchgehende End-to-End-Konzepte** fehlen, für welche Zwecke (Nutzung und Monetarisierung) welche Daten (Aufbau) notwendig sind. Die Wissenschaft sollte deshalb **generische Konzepte definieren**, die den Weg der Daten, von der Erhebung und Speicherung über die Nutzung bis hin zur Monetarisierung umfassen. Dies kann den Unternehmen und Verbänden helfen nachzuvollziehen, welche Daten aus welchen Quellen für welche Zwecke verwendet werden können.

In weiteren Schritten sollten diese generischen Konzepte verfeinert werden. So können zum Beispiel branchenspezifisch oder für Unternehmen mit ähnlicher Produktionstechnologien **spezifische End-to-End-Anwendungsfälle** einer Datenbasis definiert und in einer praxisnahen Umgebung untersucht werden. Hier ist es wichtig, Unternehmen einzubeziehen, die aktuellen und zukünftigen Anforderungen sowie spezifische Problemstellungen aus der Industrie aufzunehmen und in die konkreten End-to-End-Anwendungsfälle zu integrieren. So werden Unternehmen sich und ihre Situation in den Anwendungsfällen erkennen und die Konzepte einfacher umsetzen können. Anwendungsfälle können aus zwei Richtungen erforscht werden. Zum einen lassen sich Daten untersuchen, die bereits erhoben werden, um zu ermitteln, wie diese Daten verwendet werden können oder für welche Nutzungs- und Monetarisierungsszenarien sie sich eignen. Zum anderen können ausgehend von erwünschten Nutzungs- und Monetarisierungsszenarien Anforderungen (zum Beispiel Datenkategorien, -formate, -qualität, -umfang) an die Datenbasis gestellt werden. Dadurch werden mögliche Datenquellen, benötigte Standards, der genaue Datenfluss und quantifizierbare Mehrwerte über Unternehmensgrenzen hinweg identifiziert und detailliert beschrieben.

Die Ergebnisse der Umfrage haben gezeigt, dass eine geringe Digitalisierung interner Prozesse und mangelnde Datenintegration als interne Hürden beim Aufbau einer Datenbasis wahrgenommen werden. Die ungenügend ausgebaute technische Infrastruktur im eigenen Unternehmen stellt auch eine hohe Hürde bezüglich des industriellen Austauschs dar. Daher sollten neben der konzeptionellen Arbeit und der Identifikation von durchgehenden Prozessen und Datenflüssen auch **konkrete Technologien sowie technische Lösungen (Hard- und Software) für End-to-End-Anwendungsfälle**

wissenschaftlich untersucht werden. So lässt sich die Eignung verschiedenster Technologien für alle Aufgaben von der Datenerhebung (zum Beispiel welche Sensorik ist notwendig oder welche IT-Systeme sollen die Daten aufnehmen und speichern), über die Nutzung (zum Beispiel welche Datenauswertungstools oder Simulationsalgorithmen sind geeignet) bis hin zur Monetarisierung feststellen. Die detaillierte Untersuchung von Technologien trägt sowohl zu ihrer Weiterentwicklung als auch zur Erhöhung ihres Bekanntheitsgrads, des Verständnisses und ihrer Akzeptanz in der Industrie bei.

Auf der Ebene der **technischen Lösungen (Hard- und Software)** sollte identifiziert werden, welche Anforderungen bestehen und welche Funktionen benötigt werden. Wichtig ist es, eine passende Abstraktionsebene zu finden, um Anwendungsfälle detailliert genug zu gestalten, jedoch auch Raum für Kreativität und Innovation in der Ausführung zu belassen, da eine Aufgabe oder Anforderung mit unterschiedlichen technischen Lösungen ausgeführt beziehungsweise erfüllt werden kann. Dies unterstützt die Industrie sowohl auf Seiten der Anwender (was wird benötigt, um konkrete Anwendungsfälle umsetzen zu können) als auch auf Seiten der Entwicklerinnen und Entwickler (welche konkreten Anforderungen und gewünschten Funktionalität gibt es).

Die Ergebnisse der Umfrage wie die Gespräche mit den Experten legen nahe, bei der wissenschaftlichen Untersuchung von Technologien und technischen Lösungen den Fokus auf **Standardisierung** (zum Beispiel Datenstruktur oder Schnittstellen) und **Sicherheit** (zum Beispiel Datenübermittlung und -anonymisierung) zu legen. Mithilfe von Standards kann in der Industrie eine gemeinsame Arbeitsbasis geschaffen werden. Es verringern sich Probleme bei der Integration von Daten aus unterschiedlichen unternehmensinternen Quellen wie auch bei der Einbeziehung externer Daten. Standards stärken auch KMU, denn sie schränken die Macht von Großunternehmen ein, die durch Ihre Größe und Marktposition anderen die eigenen Vorgaben aufzwingen. Entwicklung und Durchsetzung von Standards sind jedoch mit hohen Widerständen verbunden. Deshalb sollten Standards in enger Zusammenarbeit mit betroffenen Unternehmen erarbeitet und obligatorisch festgeschrieben werden, um deren Durchsetzungsfähigkeit zu erhöhen.<sup>142</sup>

Die **End-to-End-Konzepte und Anwendungsfälle** sollten nicht nur auf Ebene einzelner Unternehmen, sondern auch **entlang von Prozess- oder Lieferketten** erstellt und detailliert beschrieben werden. Forschungsprojekte können den überbetrieblichen Datenaustausch und die Kooperation von Unternehmen mit externen Partnern anregen und zeigen, dass von der Zusammenarbeit sowohl die Unternehmen als auch die gesamte Prozess- und Lieferkette profitieren. Durch Forschungsprojekte kann die höhere Datenverfügbarkeit innerhalb einer Prozess- oder Lieferkette untersucht werden: zum Beispiel welche Auswirkungen auf die Produktivität und Flexibilität es gibt, welche monetären Vorteile und welcher Nutzen sich quantifizieren lässt und wer wie davon profitiert. Solche

142 Vgl. Gadatsch 2021, S. 99–101.

Forschungsprojekte können als Beispiele für die überbetriebliche Zusammenarbeit und den überbetrieblichen Datenaustausch dienen. Auch auf der unternehmensübergreifenden Ebene ist es notwendig, konkrete Technologien, technische Lösungen (Hard- und Software) und Methodiken wissenschaftlich zu untersuchen.

Eine weitere wichtige Aufgabe für die Wissenschaft zur Unterstützung der unternehmensübergreifenden Kooperation ist die **(Weiter-)Entwicklung von Vertrauens- und Sicherheitskonzepten** für die überbetriebliche Datennutzung und den Datenaustausch. Bei der Abfrage von internen und externen Hürden des Aufbaus einer Datenbasis sowie von Hemmnissen und Risiken des Datenaustauschs zeigt sich, dass den Themen Vertrauen zwischen Partnerunternehmen, Schutz von Betriebsgeheimnissen, Datensicherheit und Rechtssicherheit der Datennutzung ein hoher Stellenwert beigemessen wird. Bedenken dieser Art scheinen bisher zu verhindern, dass Unternehmen Daten von Wettbewerbern oder sonstigen Unternehmen für sich nutzen. Die Nutzung von Kundendaten sowie von Daten anderer Unternehmen im europäischen Raum könnte mit der Umsetzung der Initiative Gaia-X oder dem EU Data Act verstärkt ermöglicht werden. In Experteninterviews hat sich weiterhin herauskristallisiert, dass Unternehmen selbstständig Konzepte entwickeln mussten, wie sie Nutzungsdaten von Kundinnen und Kunden analysieren können, da bis vor Kurzem keine konkreten rechtlichen Richtlinien existierten, die Nutzungsrechte und Eigentum von Daten regeln.

*„Gaia-X ist vor allem interessant im rechtlichen Rahmen, wenn dann Nutzungs- und Eigentumsrechte geklärt sind.“  
(Frank Kuntze, Kuntze Instruments GmbH)*

Das Projekt Gaia-X, das aktuell in der Wissenschaft viel Aufmerksamkeit bekommt, wurde in den Experteninterviews kritisch gesehen, da ein hoher Bedarf an Datenaustausch und -nutzung über den europäischen Raum hinaus bestehe. Vor allem Maschinenbauunternehmen beziehen Daten aus Amerika oder China, wo andere Nutzungsrechte gelten, die mit Gaia-X als europäischem Konzept (insbesondere hinsichtlich rechtlicher Fragestellungen) nicht abgedeckt werden. Daher würden manche Unternehmen eine globale Datenplattform bevorzugen.

*„Gaia-X ist für rechtliche Rahmenbedingungen relevant, jedoch geht der Aufbau nicht weit genug. Die Anwendung lediglich im europäischen Raum ist nicht ausreichend, da auch asiatische oder amerikanische Unternehmen relevante Datenlieferanten sind.“ (Stefan Petritsch, AVL GmbH)*

Abbildung 42: Kernaussagen der Handlungsoptionen

Unternehmen		
Aufbau	Nutzung	Monetarisierung
Aufbau einer Datenbasis als zentrale Strategie im Unternehmen verankern	Synergien durch Partnernetzwerke und Ökosysteme schaffen	Erzeugen eines echten Mehrwerts durch Verknüpfung von Daten mit weiteren Leistungen
Qualität der Datenbasis durch interne Digitalisierungsmaßnahmen erhöhen	Klare Verantwortlichkeiten festlegen und eine datenbasierte Entscheidungskultur etablieren	Investitionen in den Vertrieb von Daten und datenbasierten Leistungen tätigen
Umfeld		
Verbände	Politik	Wissenschaft
Trusted-Partner in Ökosystemen zum Austausch von Daten werden	Investitionen in Digitalisierung in den Bereichen Bildung, Infrastruktur und Förderungen	Entwicklung übergreifender Strategien vom Aufbau bis zur Monetarisierung von Daten
Standards zur monetären Datenbewertung schaffen	Schaffung eines klaren Rechtsrahmens zum Austausch von Daten	Erforschung von Kollaborationskonzepten mit Fokus auf Rechtsfragen und Monetarisierung

Quelle: eigene Darstellung



Bei der **Monetarisierung** ist die Frage, was die erhobenen Daten wert sind, zentral. Die Wissenschaft kann bei der Beantwortung dieser Frage unterstützen. Unterschiedliche **Strategien und Methoden der Identifikation des Datenwerts** müssen erforscht und getestet werden. Dies sollte wiederum in einem engen Austausch mit der Industrie (Unternehmen und Verbänden) erfolgen, um praxisnahe Ergebnisse erarbeiten zu können. Ziel ist es, mithilfe solcher Strategien und Methoden Unternehmen zu befähigen, nicht nur den Wert der eigenen Daten zu bestimmen, sondern auch die Budgetierung der Ausgaben für externe Daten besser vornehmen zu können.

Darüber hinaus können Möglichkeiten der **Bündelung von datenbezogenen Leistungen mit aktuellen Produkten** wissenschaftlich untersucht werden. Eine Bündelung zu Produkt-Leistungs-Paketen kann im Interesse sowohl von Unternehmen, die datenbezogene Leistungen zur Verfügung stellen, als auch von Unternehmen, die diese Leistungen konsumieren wollen, liegen.

### 5.3. Zusammenfassung der Handlungsoptionen

In diesem Kapitel wurden Handlungsoptionen für Unternehmen aufgezeigt, um den Aufbau, die Nutzung sowie die Monetarisierung industrieller Datenbasen in Deutschland voranzubringen. Daneben wurden Empfehlungen an Verbände, Politik und Wissenschaft formuliert, wie der Aufbau industrieller Datenbasen von ihrer Seite unterstützt werden kann. Abbildung 42 fasst die wichtigsten Kernaussagen zusammen. Aufbau, Nutzung und Monetarisierung einer Datenbasis müssen entlang einer Gesamtstrategie im Unternehmen vorangetrieben werden. Zwei wesentliche Aspekte über alle Bereiche hinweg stellen Kommunikation und Kollaboration dar. Verschiedene Abteilungen müssen gemeinsam in einem festen Rahmen zusammenarbeiten. Erforderlich für den Erfolg einer industriellen Datenbasis ist außerdem die Bereitschaft, andere Entitäten in die Aktivitäten einzubinden und aktiv mit anderen Unternehmen und in Verbänden zu kollaborieren. Die notwendigen Rahmenbedingungen dafür müssen von der Politik geschaffen werden. Die Wissenschaft schließlich kann Konzepte für die strategische Umsetzung liefern.

## 6. Schlussfolgerungen und Ausblick

Die eingangs aufgeworfenen Forschungsfragen, die als Leitlinien für die Umsetzung der vorliegenden Expertise fungiert haben, konnten beantwortet werden. Kapitel 4 stellt detailliert die Ergebnisse der Fragebogenstudie zum Status quo und den bestehenden Herausforderungen vor. Kapitel 5 formuliert darauf aufbauend konkrete Handlungsoptionen für Unternehmen, Verbände, Politik und Wissenschaft. Die Methodik der Online-Befragung war dazu geeignet zu identifizieren, inwieweit bestimmte Aspekte in den Handlungsfeldern des Aufbaus, der Nutzung und Monetarisierung einer Datenbasis bei produzierenden Unternehmen bereits etabliert sind. Da in der Umfrage lediglich einzelne Personen stellvertretend für ihre Unternehmen geantwortet haben, ist es möglich, dass Fragen, die außerhalb der eigentlichen Kernkompetenz der Teilnehmenden liegen, unpräzise beantwortet wurden. Weiterhin wurde mit 69 Teilnehmenden zwar eine ausreichende Anzahl an Rückläufern generiert, um in der Gesamtheit valide Ergebnisse zu erhalten. In der vergleichenden Auswertung in Kapitel 4.2 kam es jedoch zu relativ kleinen Teilgruppen. Nur mit Vorsicht können die Ergebnisse dieser Gruppen als repräsentativ für die Unternehmen betrachtet werden, die sie vertreten. Auch haben signifikant weniger Teilnehmende Fragen zum Handlungsfeld der Monetarisierung beantwortet. Hier ist von einer Non-Response-Bias auszugehen, das bedeutet, die in diesem Bereich beleuchteten Aspekte könnten insgesamt negativer sein, als es die Umfrage ergeben hat. Neben der einschlägigen Fachliteratur und den Ergebnissen der Online-Befragung stützen sich die Handlungsoptionen auch auf Experteninterviews sowie das Wissen der Autorinnen und Autoren. Die Wahl der interviewten Personen sowie der sonstigen Beteiligten könnte daher auch Einfluss auf die Ergebnisse gehabt haben. Über verschiedene Strategien wurde versucht, diese möglichen Effekte gering zu halten, beispielsweise durch einen möglichst breiten fachlichen Hintergrund im Autorenteam und die gezielte Auswahl der Experten auf der Basis der Ergebnisse der Fragebogenstudie.

Daten bilden für produzierende Unternehmen in Deutschland eine strategisch wichtige Ressource, um in Zukunft wettbewerbsfähig zu bleiben. Sie ermöglichen die Optimierung interner Kostenstrukturen sowie das Angebot neuer datenbasierter Leistungen. Beim Aufbau, der Nutzung und Monetarisierung einer industriellen Datenbasis bestehen jedoch gegenwärtig erhebliche Herausforderungen, wie eine zu geringe interne Digitalisierung, die teils fehlende Bereitschaft von Kundinnen und Kunden, Daten zu teilen, oder auch unzureichende Fähigkeiten im Vertrieb digitaler Produkte. Zwar gibt es als Hilfestellung für die Umsetzung schon etablierte Modelle wie das Internet of Production oder den Industrie 4.0 Maturity Index von acatech, jedoch zeigt die Studie, dass

die befragten Unternehmen noch viele Hindernisse zu überwinden haben. Dazu zählt die Notwendigkeit, eine Gesamtstrategie über die Handlungsfelder des Aufbaus, der Nutzung und der Monetarisierung zu finden. Eine ganzheitliche Betrachtung bleibt oftmals aus und die Kollaboration, innerhalb sowie außerhalb eines Unternehmens, wird gehemmt. Ferner sind unter anderem eine unklare Rechtslage beim Datenaustausch, der Fachkräftemangel im IT-Bereich sowie eine schwierige Quantifizierung des Wertes von Daten weitere hemmende Faktoren.

Es zeigt sich, dass sich produzierende Unternehmen in Deutschland besonders hinsichtlich der Monetarisierung ihrer Daten und Smart Services weiterentwickeln müssen. Die Studie belegt, dass schon viele Aspekte des erfolgreichen Aufbaus und der Nutzung einer Datenbasis umgesetzt werden. Verbessert werden kann die Datenqualität und die Etablierung datenbasierter Entscheidungen in der Unternehmenskultur. Vor allem ein Angebot an Daten und datenbasierten Dienstleistungen, das sich explizit an externe Parteien richtet, ist größtenteils noch nicht entwickelt. Die direkte Nutzung von industriellen Daten als Zahlungsmittel wird von den befragten Unternehmen bisher nicht verfolgt. Dies liegt unter anderem am individuellen Nutzen von Daten für Unternehmen und der damit sehr variablen Wertfindung. Es fehlen standardisierte Bewertungsmöglichkeiten sowie rechtliche Rahmenbedingungen. Daten werden jedoch bereits als Tauschmittel genutzt, um bestimmte Leistungen zu erhalten. So sind Kunden bereit, Betriebsdaten ihrer Anlagen zu teilen, wenn Sie im Gegenzug zumindest elementare datenbasierte Dienstleistungen erhalten.

Um den Grad der Nutzung, Bewertung und Monetarisierung zu erhöhen, müssen produzierende Unternehmen den Aufbau einer Datenbasis als zentrale übergeordnete Strategie verankern. Darauf aufbauend können neue Nutzenpotenziale durch die Kooperation interner Abteilungen und externer Parteien gehoben werden. Entscheidend ist, dass Daten an sich noch keinen Mehrwert erzeugen, sondern sich dieser erst durch passende Auswertungen und die richtige Verknüpfung mit weiteren Leistungen ergibt. Daten sind als Ressource zu begreifen, die man entsprechend nutzerfreundlich aufbereiten muss und die es gezielt zu vertreiben gilt. Neben den eigenen Anstrengungen auf diesem Weg benötigen Unternehmen Unterstützung aus Verbänden, Politik und Wissenschaft. Verbände können als Treuhänder agieren und Standards setzen. Die Politik steht in der Pflicht, Investitionen zu tätigen und rechtliche Fragen zu klären. Die Wissenschaft muss übergreifende Strategien entwickeln und Kollaborationskonzepte erforschen.

# 7. Anhang

## 7.1. Tabellen

Tabelle 1: Struktur des Fragebogens.....	13
Tabelle 2: Übersicht der Teilnehmenden an den Experteninterviews.....	16
Tabelle 3: Anzahl der auf Daten spezialisierten Beschäftigten (n=62).....	19
Tabelle 4: Auffällige Abweichungen der durchschnittlichen Zustimmungsraten umsatzschwächerer Unternehmen von den durchschnittlichen Zustimmungsraten umsatzstärkerer Unternehmen.....	41
Tabelle 5: Übersicht über die durchschnittlichen Zustimmungsraten von Pionieren und Followern .....	42
Tabelle 6: Überschneidungen bei den Pionieren.....	43

## 7.2. Abbildungen

Abbildung 1: Infrastruktur des Internet of Production .....	7
Abbildung 2: Stufen des acatech Industrie 4.0 Maturity Index.....	9
Abbildung 3: Die vier P des Marketing-Mix .....	11
Abbildung 4: Methodisches Vorgehen.....	12
Abbildung 5: Übersicht über die teilnehmenden Unternehmen der Fragebogenstudie .....	14
Abbildung 6: Positionen und Bereiche der antwortenden Personen .....	15
Abbildung 7: Aufteilung in Pioniere und Follower.....	15
Abbildung 8: Gliederung des Ergebnisberichts .....	17
Abbildung 9: Umsatzstruktur der teilnehmenden Unternehmen.....	17
Abbildung 10: Status quo der Unternehmen .....	18
Abbildung 11: Umsatzanteil von Smart Services und Rohdaten in Abhängigkeit von der Anzahl an Datenspezialisten.....	20
Abbildung 12: Im Handlungsfeld Aufbau untersuchte Aspekte .....	20
Abbildung 13: Welche strategischen Aspekte zum Aufbau einer unternehmensweiten Datenbasis sind im Unternehmen definiert? .....	21
Abbildung 14: Welche Aspekte sind bei der Zurverfügungstellung von Daten im Unternehmen zutreffend?.....	22
Abbildung 15: Wie werden Daten im Unternehmen erhoben?.....	22
Abbildung 16: Im Handlungsfeld Nutzung untersuchte Aspekte .....	23
Abbildung 17: In welchen der folgenden Bereiche wird im Unternehmen ein umfassendes betriebliches Anwendungssystem mit digitaler Datenbasis genutzt? .....	24
Abbildung 18: Mit welcher Absicht findet die Datennutzung im Unternehmen statt?.....	24
Abbildung 19: In welcher Form finden Datenanalysen im Unternehmen statt? .....	25
Abbildung 20: Welche der folgenden Tätigkeiten werden durch Daten unterstützt?.....	27
Abbildung 21: Daten von welchen externen Partnern werden derzeit regelmäßig im Unternehmen genutzt? .....	28
Abbildung 22: Im Handlungsfeld Monetarisierung untersuchten Aspekte .....	29
Abbildung 23 Über welche der folgenden Aspekte wird der monetäre Nutzen der Daten im Unternehmen ermittelt? .....	29
Abbildung 24: Mit welcher der folgenden Parteien werden regelmäßig Daten geteilt? .....	30
Abbildung 25: Welche Faktoren beeinflussen die Preisfindung von datenbasierten Produkten und Smart Services? .....	31
Abbildung 26: Welche Angebotsstrategien werden im Zusammenhang mit Smart Services und datenbasierten Produkten angewandt?...31	
Abbildung 27: Welche Aussagen treffen für den Vertrieb von Smart Services beziehungsweise Daten zu?.....	32
Abbildung 28: Welche der folgenden Aspekte stellen interne Hürden beim Aufbau einer Datenbasis dar? .....	33
Abbildung 29: Welche der folgenden Aspekte stellen externe Hürden beim Aufbau einer Datenbasis dar?.....	34
Abbildung 30: Welche der folgenden Risiken bestehen für das Unternehmen bezüglich des industriellen Datenaustausches? .....	35
Abbildung 31: Welche der folgenden Aspekte hemmen im Unternehmen den industriellen Datenaustausch?.....	37
Abbildung 32: Umsatzanteile nach Branche .....	38
Abbildung 33: Abweichung der durchschnittlichen Zustimmungsraten einzelner Branchen zum Gesamtdurchschnitt aller befragter Unternehmen .....	39
Abbildung 34: Unterschiede der durchschnittlichen Zustimmungsraten in Abhängigkeit der Unternehmensumsätze .....	40
Abbildung 35: Vergleich Pioniere und Follower im Handlungsfeld Aufbau .....	44
Abbildung 36: Vergleich Pioniere und Follower im Handlungsfeld Nutzung .....	45
Abbildung 37: Vergleich Pioniere und Follower im Bereich Monetarisierung (Teil 1).....	47

Abbildung 38: Vergleich Pioniere und Follower im Bereich Monetarisierung (Teil 2) .....	48
Abbildung 39: Zentrale Ergebnisse der Auswertung der Fragebogenstudie.....	49
Abbildung 40: Zentrale Ergebnisse der vergleichenden Auswertung.....	50
Abbildung 41: Überblick über die Struktur des Kapitels Handlungsoptionen.....	61
Abbildung 42: Kernaussagen der Handlungsoptionen .....	62

### 7.3. Beteiligte Experten

**Maik Klotzbach**, K+S Minerals and Agriculture GmbH

**Frank Konopka**, Siemens Healthineers AG

**Frank Kuntze**, Kuntze Instruments GmbH

**Stefan Petritsch**, AVL GmbH

**Dr. Thorsten Pieper**, Körber Pharma GmbH

**Dr. Jan Siegers**, Scheidt & Bachmann GmbH

**Anonym**, Messtechnik

# Literatur

## ADAC 2022

ADAC (Hrsg.): „Diese Daten sammelt ein modernes Auto. 19.08.2022. URL: [www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattung-technik-zubehoer/assistenzsysteme/daten-modernes-auto/](http://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattung-technik-zubehoer/assistenzsysteme/daten-modernes-auto/) [Stand: 16.09.2022].

## Akred/Samani 2018

Akred, J.; Samani, A.: Your Data Is Worth More Than You Think. 2018. URL: [www.sloanreview.mit.edu/article/your-data-is-worth-more-than-you-think/](http://www.sloanreview.mit.edu/article/your-data-is-worth-more-than-you-think/) [Stand: 05.03.2021].

## Akzan et al. 2019

Azkan, C. / Iggena, L. / Korte, T. / Spiekermann, M.: Datenwirtschaft in Deutschland. Eine Analyse der Unternehmensgründungen in den Zukunftsfeldern "Data and Analytics" und "Artificial Intelligence", 2019, Hrsg: Fraunhofer-ISST.

## Angevine et al. 2021

Angevine, C. / Meyer, R. / Thomsen, J. / Zimmel, R.: Creating strong digital B2B channels at industrial companies, 13.05.2021. URL: [www.mckinsey.de/industries/advanced-electronics/our-insights/creating-strong-digital-b2b-channels-at-industrial-companies](http://www.mckinsey.de/industries/advanced-electronics/our-insights/creating-strong-digital-b2b-channels-at-industrial-companies) [Stand: 19.09.2022].

## AUTONOMIK 2017

AUTONOMIK für Industrie 4.0 (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Wertschöpfung. URL: [www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/2017-04-27\\_AUT%20Studie%20Wertsch%C3%B6pfungsketten.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/2017-04-27_AUT%20Studie%20Wertsch%C3%B6pfungsketten.pdf?__blob=publicationFile&v=2) [Stand: 10.12.2021].

## Ballard et al. 1998

Ballard, C. / Herreman, D. / Schau, D. / Bell, R. / Kim, E. / Valencic, A.: Data Modeling Techniques for Data Warehousing. Februar 1998. URL: [eddywork.synthasite.com/resources/Data%20Modeling%20Tech%20For%20Data%20Warehouseing.pdf](http://eddywork.synthasite.com/resources/Data%20Modeling%20Tech%20For%20Data%20Warehouseing.pdf) [Stand: 16.09.2022].

## Baur et al. 2015

Baur, A. W. / Bühler, J. / Bick, M.: „How pricing of business intelligence and analytics SaaS applications can catch up with their technology“. In: Journal of Systems and Information Technology, 17:3, 2015, S. 229-246.

## BDI 2020

Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (Hrsg.): Deutsche digitale B2B-Plattformen (Handbuch | Digitalpolitik | Plattformökonomie), 2021. URL: [bdi.eu/publikation/news/deutsche-digitale-b2b-plattformen/](http://bdi.eu/publikation/news/deutsche-digitale-b2b-plattformen/) [Stand: 16.09.2022].

## Becker et al. 2016

Becker, W. / Ulrich, P. / Botzkowski, T. / Eurich, S.: „Controlling von Digitalisierungsprozessen – Veränderungstendenzen und empirische Erfahrungswerte aus dem Mittelstand“ – In: Obermaier, R. (Hrsg.): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe, Wiesbaden: Springer Gabler 2016, S. 97-118.

## Bernhardt/Steininger 2021

Bernhardt, J. / Steininger, M.: „Gaia-X – Wegbereiter einer digitalen und wettbewerbsfähigen Zukunft der EU?“. In: ifo Schnelldienst, 74:5, 2021, S. 66-71.

## Bertoncello et al. 2021

Bertoncello, M. / Martens C. / Möller T. / Schneiderbauer T.: Unlocking the full life-cycle value from connected-car data, 11.02.2021. URL: [www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/unlocking-the-full-life-cycle-value-from-connected-car-data](http://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/unlocking-the-full-life-cycle-value-from-connected-car-data) [Stand 26.09.2022].

## Beverungen et al. 2019

Beverungen, D.: „Conceptualizing smart service systems“. In: Electron Markets, 29:1, 2019, S. 7-18.

## Bitkom 2014

Bitkom – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (Hrsg.): Big-Data-Technologien – Wissen für Entscheider, 2014. URL: [www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/140228-Big-Data-Technologien-Wissen-fuer-Entscheider.pdf](http://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/140228-Big-Data-Technologien-Wissen-fuer-Entscheider.pdf) [Stand: 26.09.2022].

## Blažek et al. 2017

Blažek, P. / Kolb, M. / Streichsbier, C. / Honetz, S.: „The Evolutionary Process of Product Configurators“. In: Bellemare, J. / Carrier, S. / Nielsen, K. / Piller, F. T. (Hrsg.): Managing Complexity. Cham: Springer 2017, S. 161-172.

## Bleider/Hoffmann 2022

Bleider, M. / Hoffmann, J.: "Strategieentwicklung". In: Schuh, G. / Zeller, V. / Stich, V. (Hrsg.): Digitalisierungs- und Informationsmanagement. Reihe Handbuch Produktion und Management; Bd. 9. Berlin [u. a.]: Springer Vieweg 2022, S. 81-137.

## Bloching et al. 2015

Bloching, B. / Luck, L. / Ramge, T.: Smart Data, Datenstrategien, die Kunden wirklich wollen und Unternehmen wirklich nützen, München: REDLINE 2015.

## BMEL 2020

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.): Glossar zur Erklärung wesentlicher Begriffe der Digitalisierung, 2022. URL: [www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/handreichung-digitalisierung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/handreichung-digitalisierung.pdf?__blob=publicationFile&v=5) [Stand:26.09.2022].

## BMW 2020

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.): GAIA-X: Technical Architecture, 2020. URL: [www.bmw.de/Redaktion/EN/Publikationen/gaia-x-technical-architecture.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](http://www.bmw.de/Redaktion/EN/Publikationen/gaia-x-technical-architecture.pdf?__blob=publicationFile&v=7) [Stand:26.09.2022].

## Brenner 1994

Brenner, W.: Grundzüge des Informationsmanagements, Berlin/Heidelberg: Springer 1994.

## Brien 2021

Brien, J.: Tesla-Boom: Elon Musks Unternehmen so viel wert wie die Top-Ten-Autokonzerne zusammen, 26.10.2021. URL: [t3n.de/news/tesla-wert-vergleich-mitbewerber-1420185/](http://t3n.de/news/tesla-wert-vergleich-mitbewerber-1420185/) [Stand: 16.09.2022].

**Brost et al. 2018**

Brost, G. S. / Huber, M. / Weiß, M. / Protsenko, M. / Schütte, J. / Wessel, S.: „An Ecosystem and IoT Device Architecture for Building Trust in the Industrial Data Space“. In: Gollmann, D. / Zhou, J. (Hrsg.): CPSS '18: Proceedings of the 4th ACM Workshop on Cyber-Physical System Security, New York: ACM 2018, S. 39-50.

**Bücher/Engels 2022**

Bücher, J. / Engels, B.: Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland. Digitalisierungsindex 2021. Langfassung der Ergebnisse des Digitalisierungsindex im Projekt „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“, 2022. Hrsg.: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. URL: [www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-Langfassung-digitalisierungsindex-2021.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-Langfassung-digitalisierungsindex-2021.pdf?__blob=publicationFile&v=4) [Stand: 16.09.2022].

**Budde/Friedli 2017**

Budde, L. / Friedli, T.: „Komplexitätsmanagement in Zeiten von Industrie 4.0 und wachsender Digitalisierung“. In: Wirtschaftsinformatik und Management, 9:2, 2017, S. 28-39.

**Bug 2019**

Bug, L.: Digitale Transformation: Fehlendes Budget ist der Hauptgrund für Verzögerung von Digitaler Transformation. (Pressemitteilung vom 18.06.2019). Hrsg.: OTRS AG. URL: [corporate.otrs.com/de/digitale-transformation-fehlendes-budget-ist-der-hauptgrund-fuer-verzoegerung-von-digitaler-transformation/#\\_ftnref1](http://corporate.otrs.com/de/digitale-transformation-fehlendes-budget-ist-der-hauptgrund-fuer-verzoegerung-von-digitaler-transformation/#_ftnref1) [Stand: 19.09.2022].

**Brandt 2018**

Brandt, M.: Deutsche behalten Daten lieber für sich. 2018. URL: [de.statista.com/infografik/7830/bereitschaft-persoelichen-daten-zu-teilen/](http://de.statista.com/infografik/7830/bereitschaft-persoelichen-daten-zu-teilen/) [Stand: 19.09.2022].

**BRD 2017**

Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): Bundesdatenschutzgesetz (BDSG), 2017. URL: [www.gesetze-im-internet.de/bdsg\\_2018/BJNR209710017.html](http://www.gesetze-im-internet.de/bdsg_2018/BJNR209710017.html) [Stand: 16.09.2022].

**Bundi/Keimer 2019**

Bundi, M. / Keimer, I.: „Das digitale Potenzial der Daten besser nutzen“. In: Controlling & Management Review, 63:8, 2019, S. 62-67.

**Burstedde 2021**

Burstedde, A.: Fachkräftesituation in Digitalisierungsberufen: Beschäftigungsaufbau und Fachkräftemangel. Hrsg: BMWK. URL: [www.iwkoeln.de/studien/alexander-burstedde-fachkraeftesituation-in-digitalisierungsberufen-beschaefigungsaufbau-und-fachkraeftemangel.html](http://www.iwkoeln.de/studien/alexander-burstedde-fachkraeftesituation-in-digitalisierungsberufen-beschaefigungsaufbau-und-fachkraeftemangel.html) [Stand: 28.09.2022].

**Busert/Fay 2018**

Busert, T. / Fay, A.: „Information Quality Dimensions for Identifying and Handling Inaccuracy and Uncertainty in Production Planning and Control“. In: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) (Hrsg.): 2018 IEEE 23rd International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), Red Hook (NY): Curran Associates 2018, S. 581-588.

**Chouk/Mani 2019**

Chouk, I. / Mani, Z.: „Factors for and against resistance to smart services: role of consumer lifestyle and ecosystem related variables“. In: Journal of Services Marketing, 33:4, 2019, S. 449-462.

**Clausen/Olteanu 2020**

Clausen, J., Olteanu, Y.: Tesla als Start-up in der Automobilbranche. Vom Pleitekandidat zum Gamechanger, 2020. URL: [www.boeckler.de/de/faust-detail.htm?sync\\_id=HBS-007901](http://www.boeckler.de/de/faust-detail.htm?sync_id=HBS-007901) [Stand 26.09.2022].

**Delcker 2021**

Delcker, J.: Germany and digitalization: Why can't Europe's richest country get up to speed?, 16.07.2021. URL: [www.dw.com/en/germany-and-digitalization-why-cant-europes-richest-country-get-up-to-speed/a-58273979](http://www.dw.com/en/germany-and-digitalization-why-cant-europes-richest-country-get-up-to-speed/a-58273979) [Stand: 16.09.2022].

**Derwisch 2019**

Derwisch, S.: Data-Monetization, Use Cases, Implementation and Added Value, 2019. URL: [www.tableau.com/learn/whitepapers/barc-data-monetization-2019-summary#form](http://www.tableau.com/learn/whitepapers/barc-data-monetization-2019-summary#form) [Stand 26.09.2022].

**Deutsche Telekom AG 2020**

Deutsche Telekom AG (Hrsg.): Digitalisierungsindex Mittelstand 2020/2021, Der digitale Status quo des deutschen Mittelstands. URL: [www.telekom-digitalx-content-develop.s3.eu-central-1.amazonaws.com/Telekom\\_Digitalisierungsindex\\_2020\\_GESAMTBERICHT\\_57e2241e33.pdf](http://www.telekom-digitalx-content-develop.s3.eu-central-1.amazonaws.com/Telekom_Digitalisierungsindex_2020_GESAMTBERICHT_57e2241e33.pdf) [Stand: 16.09.2022].

**Dewenter/Lüth 2016**

Dewenter, R. / Lüth, H.: „Big Data aus wettbewerblicher Sicht“. In: Wirtschaftsdienst, 96:9, 2016, S. 648-654.

**DKE 2014**

DKE (Hrsg.): „Integration von Unternehmensführungs- und Leitsystemen, Teil 1: Modelle und Terminologie“, Berlin: Beuth Verlag 2014.

**Doleski 2020**

Doleski, O. D.: „Realisierung Utility 4.0 Band 1: Praxis der digitalen Energiewirtschaft von den Grundlagen bis zur Verteilung im Smart Grid“, Wiesbaden: Springer 2020.

**Döring/Bortz 2016**

Döring, N. / Bortz, J.: „Empirische Sozialforschung im Überblick“ In: Döring, N. / Bortz, J. (Hrsg.): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften, Berlin, Heidelberg: Springer-Lehrbuch, S. 3-30.

**Egress Software Technologies Inc 2021**

Egress Software Technologies (Hrsg.): Insider Data Breach Survey 2021 202, 2021. URL: [pages.egress.com/whitepaper-insiderdatabreachsurvey-0721.html](http://pages.egress.com/whitepaper-insiderdatabreachsurvey-0721.html) [Stand: 28.09.2022].

**Engels 2018**

Engels, B.: „Ein unbekannter Schatz: Wie bestimmen Unternehmen in Deutschland den Wert ihrer Daten?“. In: IW-Trends - Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung, 45:4, 2018, S. 41-51.

**Ensinger et al. 2016**

Ensinger, A. / Fischer, P. / Früh, F. / Halstenbach, V. / Hüsing, C.: Digitale Prozesse. Begriffsabgrenzung und thematische Einordnung, Juli 2016. URL: [www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/160803-Whitepaper-Digitale-Prozesse.pdf](http://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/160803-Whitepaper-Digitale-Prozesse.pdf) [Stand: 16.09.2022].

**European Comission 2022a**

European Comission (Hrsg.): A European Strategy for data, 2022. URL: [digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/strategy-data](http://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/strategy-data) [Stand: 16.09.2022].

**European Commission 2022b**

European Commission (Hrsg.): „Data Act, 2022. URL: [digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/data-act](https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/data-act) [Stand: 16.09.2022].

**Faroukhi et al. 2020**

Faroukhi, A. Z. / El Alaoui, I. / Gahi, Y. / Amine, A.: „Big data monetization throughout Big Data Value Chain: a comprehensive review“. In: Journal of Big Data, 7:1, 2020.

**Fasel/Meier 2016**

Fasel, D. / Meier, A.: Big data, Grundlagen, systeme und nutzungspotenziale, Burlington (MA): Morgan Kaufmann 2016.

**Föhl/Friedrich 2022**

Föhl, U. / Friedrich, C.: „Die Formulierung von Fragen“. In: Föhl, U. / Friedrich, C. (Hrsg.): Quick Guide Onlinefragebogen. Wie Sie Ihre Zielgruppe professionell im Web befragen, Wiesbaden: Springer Gabler 2022, S. 57–82.

**Frenz 2020**

Frenz, W.: „Recht und Industrie 4.0 – Wem gehören die Daten und wer schützt sie?“ In: Frenz, W. (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0: Recht, Technik, Gesellschaft, Berlin [u. a.]: Springer 2020.

**Froese/Straub 2021**

Froese, J. / Straub, S.: „Wem gehören die Daten? – Rechtliche Aspekte der digitalen Souveränität in der Wirtschaft“. In: Hartmann, E. A. (Hrsg.), Digitalisierung souverän gestalten, Berlin [u. a.]: Springer 2021, S. 86–97.

**Funke 2020**

Funke, S.: „Datenschutz – ein Baustein von Utility 4.0“. In: Doleski, O. D. (Hrsg.): Realisierung Utility 4.0; Bd. 1: Praxis der digitalen Energiewirtschaft von den Grundlagen bis zur Verteilung im Smart Grid, Burlington (MA): Morgan Kaufmann 2020, S. 301–315.

**Gadatsch 2017**

Gadatsch, A.: Datenmodellierung für Einsteiger, Einführung in die Entity-Relationship-Modellierung und das Relationenmodell, Wiesbaden: Springer Vieweg 2017.

**Gadatsch 2021**

Gadatsch, A.: IT-Controlling, Wiesbaden: Springer Gabler 2017.

**Gluchowski/Chamoni 2016**

Gluchowski, P. / Chamoni, P.: Analytische Informationssysteme, Berlin [u. a.]: Springer 2016.

**Gudergan et al. 2020**

Gudergan, G. / Müller, J. / Senderek, R. / Kuntz, J. / Kwiatkowski, A. / Krechting, D.: „Digitale Transformation durch die Entwicklung datenbasierter Dienstleistungen – Erforschung von Transformationsmustern und Merkmalen datenbasierter Dienstleistungen für die Ableitung des Smart Service Engineerings als Handlungsleitfaden für Unternehmen“. In: Beverungen, D. et al. (Hrsg.), Dienstleistungsinnovationen durch Digitalisierung; Bd. 1: Geschäftsmodelle – Methoden – Umsetzungsbeispiele, Wiesbaden: Gabler 2020, S. 49–105.

**Gülpen 2021**

Gülpen, C.: Daten als zentrales Handelsgut, 2021. Hrsg.: VDI. URL: [www.vdi.de/news/detail/daten-als-zentrales-handelsgut](https://www.vdi.de/news/detail/daten-als-zentrales-handelsgut) [Stand: 27.11.2021].

**Gusev/Engelbergs 2019**

Gusev, O. / Engelbergs, J.: „Management von Daten und datenbasierten Produkten“. In: Controlling, 31:5, 2019, S. 59–64.

**Haberstock 2021**

Haberstock: [Definition] Ambidextrie, 12.08.2021. URL: [www.wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/ambidextrie-123472/version-384720](https://www.wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/ambidextrie-123472/version-384720) [Stand: 19.09.2022].

**Hallberg 2017**

Hallberg, N. L.: „The micro-foundations of pricing strategy in industrial markets: A case study in the European packaging industry“. In: Journal of Business Research, 76 2017, S. 179–188.

**Hermanni 2016**

Hermanni, A.-J.: Business Guide für strategisches Management. 50 Tools zum geschäftlichen Erfolg, Wiesbaden: Springer Gabler 2016, S. 169–173.

**Hofmann/Hornung 2018**

Hofmann, K. / Hornung, G.: „Datenschutz als Herausforderung der Arbeit in der Industrie 4.0“. In: Hirsch-Kreinsen, H.; Ittermann, P.; Niehaus, J. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit, Baden-Baden: Nomos 2018, S. 233–256.

**Hornung/Hofmann 2017**

Hornung, G. / Hofmann, K.: „Industrie 4.0 und das Recht: Drei zentrale Herausforderungen, April 2017. URL: [www.acatech.de/publikation/industrie-4-0-und-das-recht-drei-zentrale-herausforderungen/download-pdf/?lang=de](https://www.acatech.de/publikation/industrie-4-0-und-das-recht-drei-zentrale-herausforderungen/download-pdf/?lang=de) [Stand: 19.09.2022].

**Jäschke 2020**

Jäschke, T.: „Industrie 4.0 im Rahmen von Informationssicherheit und Datenschutz“. In: Frenz, W. (Hrsg.), Handbuch Industrie 4.0: Recht, Technik, Gesellschaft, Berlin [u. a.]: Springer 2020, S. 1095–1100.

**Kaiser 2021**

Kaiser, C. / Stocker, A. / Viscusi, G. / Fellmann, M. / Richter, A.: „Conceptualising value creation in data-driven services: The case of vehicle data“. In: International Journal of Information Management, 59:1, 2021, 102335.

**Kaul 2019**

Kaul, A. / Hagedorn, M. / Hartmann, S. / Heilert, D. / Harter, C. / Olschewski, I.: Automobile Wertschöpfung 2030/2050, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Endbericht. 2019. URL: [www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/automobile-wertschoepfung-2030-2050.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=16](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/automobile-wertschoepfung-2030-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=16) [Stand: 26.09.2022].

**Keuschnigg/Kogler 2021**

Keuschnigg, C. / Kogler, M.: „Politik und Wirtschaft im Wandel“. In: Keuschnigg, C. / Kogler, M. (Hrsg.): Die Wirtschaft im Wandel, Wiesbaden: Springer Gabler 2021, S. 3–14.

**Kiesel et al. 2020**

Kiesel, R. / Heutmann, T. / Dering, J. / Kies, A. / Vollmer, T. / Schmitt, R.: [Whitepaper] Cybersicherheit in der vernetzten Produktion, Aachen: Fraunhofer IPT 2020. URL: [www.researchgate.net/profile/Raphael-Kiesel/publication/347559766\\_Cybersecurity\\_in\\_der\\_vernetzten\\_Produktion/links/5fe9d69145851553a0fbb22e/Cybersecurity-in-der-vernetzten-Produktion.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Raphael-Kiesel/publication/347559766_Cybersecurity_in_der_vernetzten_Produktion/links/5fe9d69145851553a0fbb22e/Cybersecurity-in-der-vernetzten-Produktion.pdf) [Stand: 19.09.2022].

**Klocke et al. 2017**

Klocke, F. / Bergs, T. / Bobek, T. / Huwer, T. / Liu, G. / Pothen, M. / Staas-meyer, J. H. / Winands, K.: „Vernetzte adaptive Produktion“. In: Brecher, C. / Klocke F. / Schmitt, R. (Hrsg.): Internet of Production für agile Unternehmen, Aachen: Apprimus 2017, S. 263-285.

**Koch 2014**

Koch, S.: „Marktpotenziale mit Advanced Analytics erkennen“. In: Controlling & Management Review, 58:7, 2014, S. 36-43.

**Lämmer/Blümel 2018**

Lämmer, L. / Blümel, H.: „Service Content effizienter erzeugen“. In: Bautechnik, 95:12, 2018, S. 837-843.

**Lee/Lee 2017**

Lee, M. / Lee, S.: „Identifying new business opportunities from competitor intelligence: An integrated use of patent and trademark databases“. In: Technological Forecasting and Social Change, 119, 2017, S. 170-183.

**Leiting et al. 2021**

Leiting, T. / Schacht, M. / Frank, J.: „Market Launch of Smart Services“. In: Maleshkova, M.; Kuhl, N.; Jussen, P. (Hrsg.): Smart Service Management. Design Guidelines and Best Practices, Cham [u. a.]: Springer 2021, S. 89-105.

**Lichtblau et al. 2018**

Lichtblau, K. / Schleiermacher, T. / Goecke, H. / Schützdeller, P.: Digitalisierung der KMU in Deutschland, Köln: IWConsult, März 2018. URL: [www.iwconsult.de/fileadmin/user\\_upload/projekte/2018/Digital\\_Atlas/Digitalisierung\\_von\\_KMU.pdf](http://www.iwconsult.de/fileadmin/user_upload/projekte/2018/Digital_Atlas/Digitalisierung_von_KMU.pdf) [Stand: 19.09.2022].

**Lichtblau 2019**

Lichtblau, K.: Plattformen – Infrastruktur der Digitalisierung. Eine vbw / bayme vbm Studie, erstellt von der Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult GmbH. Januar 2019. Hrsg.: vbw Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e.V. URL: [www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Wirtschaftspolitik/2019/Downloads/Plattformen-Infrastruktur-der-Digitalisierung\\_final\\_neu.pdf](http://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Wirtschaftspolitik/2019/Downloads/Plattformen-Infrastruktur-der-Digitalisierung_final_neu.pdf) [Stand: 19.09.2022]

**Matt et al. 2018**

Matt, D. T. / Unterhofer, M. / Rauch, E. / Riedl, M. / Brozzi, R.: „Industrie 4.0 Assessment - Bewertungsmodell zur Identifikation und Priorisierung von Industrie 4.0 Umsetzungsmaßnahmen in KMUs“. In: Matt, D. T. (Hrsg.): KMU 4.0 - Digitale Transformation in kleinen und mittelständischen Unternehmen, Berlin: GITO Verlag 2018.

**Meierhofer 2022**

Meierhofer, J.: „Wie produzierende KMU den Wert ihrer Daten erkennen können“. In: Topsoft-Fachmagazin, 22:1, 2022, S. 8-9.

**Microsoft 2021**

Microsoft (Hrsg.): Bosch und Microsoft entwickeln Softwareplattform für die nahtlose Vernetzung von Autos und Cloud, 18.02.2021. URL: [www.news.microsoft.com/de-de/bosch-und-microsoft-entwickeln-softwareplattform-nahtlose-vernetzung/](http://www.news.microsoft.com/de-de/bosch-und-microsoft-entwickeln-softwareplattform-nahtlose-vernetzung/) [Stand:05.03.2021].

**Mockenhaupt 2021**

Mockenhaupt, A.: Digitalisierung und Künstliche Intelligenz in der Produktion, Wiesbaden: Springer Gabler 2021, S. 271-284.

**Nagel 2021**

Nagel, M.: Tesla-Aktie ist brutal überbewertet: Wer jetzt noch investiert, spielt mit dem Feuer, 18.01.2021. URL: [www.focus.de/finanzen/boerse/aktien/autobauer-brutal-ueberbewertet-faire-bewertung-bei-tesla-nicht-mehr-in-diesem-jahrzehnt\\_id\\_12864133.html](http://www.focus.de/finanzen/boerse/aktien/autobauer-brutal-ueberbewertet-faire-bewertung-bei-tesla-nicht-mehr-in-diesem-jahrzehnt_id_12864133.html) [Stand: 26.09.2022].

**Oberländer et al. 2019**

Oberländer, A. M. / Übelhör, J. / Häckel, B.: „IIoT-basierte Geschäftsmodellinnovation im Industrie-Kontext: Archetypen und praktische Einblicke“. In: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik, 56:6, 2019, S. 1113-1125.

**Oehl 2020**

Oehl, S.: Vertrauen in der Datenauswertung, 11.06.2020. URL: [www.computerwoche.de/a/vertrauen-in-der-datenauswertung,3547078](http://www.computerwoche.de/a/vertrauen-in-der-datenauswertung,3547078) [Stand: 19.09.2022].

**Otto et al. 2019**

Otto, B. / Korte, T. / Azkan, C. / Spiekermann, M. / Lis, D. / Gelhaar, J. / Iggena, L. / Meisel, L.: Data Economy: Status quo der deutschen Wirtschaft und Handlungsfelder in der Data Economy. URL: [www.demand-projekt.de/paper/DEMAND-DataEconomicsAndManagementOfDataDrivenBusiness\(WhitePaper\).pdf](http://www.demand-projekt.de/paper/DEMAND-DataEconomicsAndManagementOfDataDrivenBusiness(WhitePaper).pdf) [Stand: 26.09.2022].

**Otto et al. 2021**

Otto, B. / Rubina, A. / Eitel, A. / Teuscher, A. et al.: GAIA-X and IDS, 2021. URL: [www.internationaldataspaces.org/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/IDSA-Position-Paper-GAIA-X-and-IDS.pdf](http://www.internationaldataspaces.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/IDSA-Position-Paper-GAIA-X-and-IDS.pdf) [Stand: 26.09.2022].

**Pauer et al. 2018**

Pauer, A. / Nagel, L. / Fedkenhäuser, T. / Fritzsche-Sterr, Y. / Resetko, A.: Data exchange as a first step towards data economy. Düsseldorf: PwC, März 2019. URL: [www.pwc.de/en/digitale-transformation/data-exchange-as-a-first-step-towards-data-economy.pdf](http://www.pwc.de/en/digitale-transformation/data-exchange-as-a-first-step-towards-data-economy.pdf) [Stand: 05.05.2022].

**Peschke/Eckardt 2019**

Peschke, F. / Eckardt, C.: Flexible Produktion durch Digitalisierung: Entwicklung von Use Cases, München [u. a.]: Hanser 2019.

**Plattform Industrie 2021**

Plattform Industrie 4.0 (Hrsg.): Industrie 4.0 Landkarte, 2021. URL: [www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Angebote-Ergebnisse/Industrie-4-0-Landkarte/industrie-4-0-landkarte.html](http://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Angebote-Ergebnisse/Industrie-4-0-Landkarte/industrie-4-0-landkarte.html) [Stand:05.03.2021].

**PWC 2017**

PWC (Hrsg.): Datenaustausch als wesentlicher Bestandteil der Digitalisierung, 2017. URL: [www.pwc.de/de/newsletter/it-security/studie-datenaustausch-digitalisierung.pdf](http://www.pwc.de/de/newsletter/it-security/studie-datenaustausch-digitalisierung.pdf) [Stand: 26.09.2022].

**PWC 2021**

PWC (Hrsg.): „Global Top 100 companies – März 2022. Global ranking of the Top 100 public companies by market capitalization. 2021. URL: [www.pwc.com/gx/en/services/audit-assurance/publications/global-top-100-companies.html](http://www.pwc.com/gx/en/services/audit-assurance/publications/global-top-100-companies.html) [Stand: 19.09.2022].

**Rödl/Chrzanowski 2018**

Rödl, C. / Chrzanowski, A. von: „Datenschutz in der Smart Factory“. In: Bär, C.; Grädler, T.; Mayr, R. (Hrsg.): Politik und Wirtschaft, Berlin [u. a.]: Springer Gabler 2018, S. 377-385.



**Rudnicka 2022**

Rudnicka, J.: Umsätze der wichtigsten Industriebranchen in Deutschland in den Jahren von 2019 bis 2021, 2022. URL: [de.statista.com/statistik/daten/studie/241480/umfrage/umsaetze-der-wichtigsten-industriebranchen-in-deutschland/](https://de.statista.com/statistik/daten/studie/241480/umfrage/umsaetze-der-wichtigsten-industriebranchen-in-deutschland/) [Stand: 26.09.2022].

**Rusche 2022**

Rusche, C.: Einführung in Gaia-X, Hintergrund, Ziele und Aufbau. IW-Report; Nr. 10/2021. Hrsg. v. IW - Institut der deutschen Wirtschaft. Köln: IW-Consult, März 2022. URL: [www.iwkoeln.de/fileadmin/user\\_upload/Studien/Report/PDF/2022/IW-Report\\_2022-Ein%C3%BChrung-Gaia-X.pdf](https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Report/PDF/2022/IW-Report_2022-Ein%C3%BChrung-Gaia-X.pdf) [Stand: 19.09.2022].

**Salesforce 2020**

Salesforce (Hrsg.): Umsatzsteigerung im Maschinenbau: Daten gewinnbringend nutzen, 06.10.2020. URL: [www.salesforce.com/de/blog/2020/10/umsatzsteigerung.html](https://www.salesforce.com/de/blog/2020/10/umsatzsteigerung.html) [Stand: 19.09.2022].

**Scheer 2020a**

Scheer, A.-W.: „Process Mining“. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.): Unternehmung 4.0. Vom disruptiven Geschäftsmodell zur Automatisierung der Geschäftsprozesse, 3. Aufl., Wiesbaden: Springer Vieweg 2020, S. 85-102.

**Scheer 2020b**

Scheer, A.-W.: Unternehmung 4.0, Vom disruptiven Geschäftsmodell zur Automatisierung der Geschäftsprozesse, 3., neu gestaltete Aufl., Wiesbaden: Springer Vieweg 2020.

**Scheuble 2020**

Scheuble, S.: „Digitalisierung in der Industrie“. In: Fend, L.; Hofmann, J. (Hrsg.): Digitalisierung in Industrie-, Handels- und Dienstleistungsunternehmen. Konzepte – Lösungen – Beispiele, 2., aktualis. u. überarb. Aufl., Wiesbaden: Springer Gabler 2020, S. 329-343.

**Schröder et al. 2020**

Schröder, T./ Külschbach, A. / Steinlein, F. / Hardjosuwito, D. / Janßen, J. / Romaus, K.: [Whitepaper] Die Prozessinnovation von morgen: Process-Mining, Prozessanalyse im Fokus, Aachen: FIR an der RWTH Aachen 2020.

**Schuh et al. 2019**

Schuh, G. / Prote, J. P. / Gützlaff, A. / Thomas, K. / Sauermann, F. / Rode- mann, N.: „Internet of Production: Rethinking production management“. In: Wulfsberg, J. P. / Hintze, W. / Behrens, B.-A. (Hrsg.): Production at the leading edge of technology. Proceedings of the 9th Congress of the German Academic Association for Production Technology (WGP), September 30th – October 2nd, Hamburg 2019, Berlin [u. a.]: Springer 2019, S. 533-542.

**Schuh et al. 2020a**

Schuh, G. / Anderl, R. / Dumitrescu, R. / Krüger, A. / ten Hompel, M. (Hrsg.): Industrie 4.0 Maturity Index. Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten – UPDATE 2020 – (acatech STUDIE), München 2020.

**Schuh et al. 2020b**

Schuh, G. / Burggräf, P. / Gottschalk, S. / Gützlaff, A. / Dannappel, M. / Hast, K. / Ebade Esfahani, M. A. / Geukes, C. / Welsing, M. / Klein, A. / Tschöpe, S. / Henrichs, M. / Weber, W. / Holtbrügge, J. / Benninghaus, C. / Feike, S. / Mairl, P. / Hülsmann, N.: „Worldwide Lab, Garantierte Produktivitätssteigerung durch Lernen im Netzwerk“. In: Internet of Production – Turning Data into Value. Statusberichte aus der Produktionstechnik, Aachen: Fraunhofer IPT 2020, S. 254-280.

**Schuh et al. 2020c**

Schuh, G. / Anderl, R. / Dumitrescu, R. / Krüger, A. / ten Hompel, M.: Der Industrie 4.0 Maturity Index in der betrieblichen Anwendung. Aktuelle Herausforderungen, Fallbeispiele und Entwicklungstrends, (acatech KOOPERATION), München 2020. URL: [www.acatech.de/publikation/der-industrie-4-0-maturity-index-in-der-betrieblichen-anwendung/](https://www.acatech.de/publikation/der-industrie-4-0-maturity-index-in-der-betrieblichen-anwendung/) [Stand: 19.09.2022].

**Schuh et al. 2021**

Schuh, G. / Kelzenberg, C. / Boshof, J. / Graberg, T. / Ochel, T.: „Strategien der Datenmonetarisierung in produzierenden Unternehmen“. In: Trauth, D. / Bergs, T. / Prinz, W. (Hrsg.): Monetarisierung von technischen Daten. Innovationen aus Industrie und Forschung, Berlin [u. a.]: Springer Vieweg 2021, S. 143-165.

**Schwartz 2000**

Schwartz, D. G.: „Concurrent marketing analysis: a multi-agent model for product, price, place and promotion“. In: Marketing Intelligence & Plan, 18:1, 2000, S. 24-30.

**Simsion/Witt 2009**

Simsion, G. C. / Witt, G. C.: Data modeling essentials, San Francisco (CA): Morgan Kaufmann 2009.

**Sontow et al. 2020**

Sontow, K. / Treutlein, P. / Kloppenburg, M.: ERP in der Praxis: Anwenderzufriedenheit, Nutzen & Perspektiven 2020/2021, Aachen: Trovarit 2020.

**Specht 2022**

Specht, F.: „Fachkräftelücke in den IT-Berufen so groß wie nie, 07.02.2022. URL: [www.handelsblatt.com/politik/deutschland/arbeitsmarkt-fachkraefte-luecke-in-den-it-berufen-so-gross-wie-nie/28046062.html#:~:text=Der%20Branchenverband%20Bitkom%20hatte%20zu,Millionen%20IT%2DFachkr%C3%A4fte%20fehlen%20werden](https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/arbeitsmarkt-fachkraefte-luecke-in-den-it-berufen-so-gross-wie-nie/28046062.html#:~:text=Der%20Branchenverband%20Bitkom%20hatte%20zu,Millionen%20IT%2DFachkr%C3%A4fte%20fehlen%20werden) [Stand: 19.09.2022].

**Statistisches Bundesamt 2022**

Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Kleine und mittlere Unternehmen, 2022. URL: [www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Unternehmen/Kleine-Unternehmen-Mittlere-Unternehmen/\\_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Unternehmen/Kleine-Unternehmen-Mittlere-Unternehmen/_inhalt.html) [Stand: 19.09.2022].

**Stein/Maaß 2021**

Stein, H. / Maaß, W.: „Monetäre Bewertung von Daten im Kontext der Rechnungslegung“. In: Trauth, D. / Bergs, T. / Prinz, W. (Hrsg.): Monetarisierung von technischen Daten. Innovationen aus Industrie und Forschung, Berlin [u. a.]: Springer Vieweg 2021, S. 115-130.

**Strawn 2016**

Strawn, G.: „Data Scientist“. In: IT Prof, 18:3, 2016, S. 55-57.

**Tamir/Miller 2015**

Tamir, M. / Miller, S.: „The Data Engineer“, 2021. In: *SSRN Journal*.

**Trauth 2021**

Trauth, D.: „Monetarisierung von Daten am Beispiel von Fertigungsmaschinen“. In: Trauth, D. / Bergs, T. / Prinz, W. (Hrsg.): Monetarisierung von technischen Daten. Innovationen aus Industrie und Forschung, Berlin [u. a.]: Springer Vieweg 2021, S. 1-16.

**Tebbe/Niemann 2020**

Tebbe, S. / Niemann, K.-H.: „IT-Security-Anforderungen bei firmenübergreifenden Wertschöpfungsketten im Kontext von Industrie 4.0“. In: Niemann, K.-H. / Lierse, T.: Anwendungsorientierte Forschung für die digitale Transformation von KMU. Schriften des Forschungsclusters Industrie 4.0, Reihe Angewandte Forschung für die Welt von morgen, Schriftenreihe der Hochschule Hannover; Bd. 2: Hannover: Hochschule Hannover 2020, S. 79–93.

**Veit et al. 2014**

Veit, D. / Clemons, E. / Benlian, A. / Buxmann, P. / Hess, T. / Kundisch, D. / Leimeister, J. M. / Loos, P. / Spann, M.: „Business Models. An Information Systems Research Agenda.“ In: Business & Information Systems Engineering, 6:1, 2014, S. 45–53.

**Wang et al. 2002**

Wang, R. Y. / Ziad, M. / Lee, Y. W.: „Data Quality“. Advances in Database Systems (ADBS); Vol. 23, New York: Springer 2002.

**Wenger et al. 2022**

Wenger, L. / Clemens, F. / Benning, J. / Nienke, S.: „Informationslogistikmanagement“. In: Schuh, G. / Zeller, V. / Stich, V.: Digitalisierungs- und Informationsmanagement. Reihe Handbuch Produktion und Management; Bd. 9. Berlin [u. a.]: Springer Vieweg 2022, S. 165–174.

**Winter 2013**

Winter, J.: „Bundeskanzlerin Angela Merkel nimmt Bericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 entgegen“ (Pressemitteilung vom 08.04.2013). Hrsg. v. Acatech URL: [www.acatech.de/allgemein/bundeskanzlerin-angela-merkel-nimmt-bericht-des-arbeitskreises-industrie-4-0-entgegen/](http://www.acatech.de/allgemein/bundeskanzlerin-angela-merkel-nimmt-bericht-des-arbeitskreises-industrie-4-0-entgegen/) [Stand: 19.09.2022].

**Wöfl et al. 2019**

Wöfl, S. / Leischnig, A. / Ivens, B. / Hein, D.: „From Big Data to Smart Data – Problemfelder der systematischen Nutzung von Daten in Unternehmen.“ In: Becker, W. / Eierle, B. / Fliaster, A. / Ivens, B. / Leischnig, A. / Pflaum, A. / Sucky, E. (Hrsg.): Geschäftsmodelle in der digitalen Welt. Strategien, Prozesse und Praxiserfahrungen, Wiesbaden: Springer Gabler 2019, S. 213–231.

**Wright 2015**

Wright, G.: „An empirical examination of the relationship between nonresponse rate and nonresponse bias“. In: Statistical Journey of the IAOSI, 31:2, 2015, S. 305–315.

**Wuenderlich et al. 2015**

Wuenderlich, N. V. / Heinonen, K. / Ostrom, A. L. / Patricio, L. / Sousa, R. / Voss, C. / Lemmink, J. G. A. M.: „Futurizing“ smart service: implications for service researchers and managers“. In: Journal of Services Marketing, 29:6/7, 2015, S. 442–447.

**Yang et al. 2021**

Yang, Y. / Zhang, K. / Kannan, P. K.: „Identifying Market Structure: A Deep Network Representation Learning of Social Engagement“. In: Journal of Marketing, 86:4, 2021, 002224292110335.

**Zimmermann 2021**

Zimmermann, V.: „Digitalisierung im internationalen Vergleich: Deutschland liegt bei IT-Investitionen weit hinten, KfW-Research; Nr. 352. 14.10.2021. URL: [www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2021/Fokus-Nr.-352-Oktober-2021-IT-Investitionen.pdf](http://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2021/Fokus-Nr.-352-Oktober-2021-IT-Investitionen.pdf) [Stand: 19.09.2022].

**Zitzmann et al. 2019**

Zitzmann, I. / Karl, D. / Hirschner, S.: „Nachhaltigkeitsaspekte im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0“. In: Becker, W. / Eierle, B. / Fliaster, A. / Ivens, B. / Leischnig, A. / Pflaum, A. / Sucky, E. (Hrsg.): Geschäftsmodelle in der digitalen Welt. Strategien, Prozesse und Praxiserfahrungen, Wiesbaden: Springer Gabler 2019, S. 475–491.

# Mitglieder des Forschungsbeirats

## Vertreterinnen und Vertreter der Wissenschaft

**Prof. Reiner Anderl**, TU Darmstadt  
**Prof. Thomas Bauernhansl**, Universität Stuttgart / Fraunhofer IPA  
**Prof. Manfred Broy**, TU München  
**Prof. Angelika Bullinger-Hoffmann**, TU Chemnitz  
**Prof. Claudia Eckert**, TU München / Fraunhofer AISEC  
**Prof. Alexander Fay**, Helmut-Schmidt-Universität Hamburg  
**Prof. Jürgen Gausemeier**, Universität Paderborn  
**Prof. Hartmut Hirsch-Kreinsen**, TU Dortmund  
**Prof. Gerrit Hornung**, Universität Kassel  
**Prof. Gisela Lanza**, KIT – Karlsruher Institut für Technologie  
**Prof. Peter Liggesmeyer**, TU Kaiserslautern / Fraunhofer IESE  
**Prof. Wolfgang Nebel**, Universität Oldenburg / OFFIS  
**Prof. Sabine Pfeiffer**, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg  
**Prof. Frank Piller**, RWTH Aachen  
**Prof. Thomas Schildhauer**, Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft/Institute of Electronic Business  
**Prof. Rainer Stark**, TU Berlin  
**Prof. Michael ten Hompel**, TU Dortmund / Fraunhofer IML  
**Prof. Wolfgang Wahlster**, DFKI – Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH

## Vertreterinnen und Vertreter der Industrie

**Klaus Bauer**, TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG  
**Dr. Jan-Henning Fabian**, ABB AG  
**Dr. Ursula Frank**, Beckhoff Automation GmbH & Co. KG  
**Dietmar Goericke**, VDMA – Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau e.V.  
**Prof. Torsten Kröger**, Intrinsic  
**Dr. Uwe Kubach**, SAP SE  
**Prof. Peter Post**, Festo AG & Co. KG  
**Dr. Harald Schöning**, Software AG  
**Dr. Georg von Wichert**, Siemens AG  
**Dr. André Walter**, Airbus Operations GmbH

