

# Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen

## Compliance Policies for Digital Technologies in Manufacturing Companies

Von der Fakultät für Maschinenwesen  
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen  
zur Erlangung des akademischen Grades einer  
D o k t o r i n d e r I n g e n i e u r w i s s e n s c h a f t e n  
genehmigte Dissertation

vorgelegt von  
Lara Johanning

### **Berichter:**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh  
apl. Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Boos

Tag der mündlichen Prüfung: 25. März 2025

Diese Dissertation ist auf den Internetseiten der Universitätsbibliothek online verfügbar.



# SCHRIFTENREIHE RATIONALISIERUNG

**Lara Johanning**

Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in  
produzierenden Unternehmen

**Herausgeber:**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh

Band 195

### **Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://portal.dnb.de> abrufbar.

Lara Johanning:

Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen

1. Auflage, 2025

Gedruckt auf holz- und säurefreiem Papier, 100% chlorfrei gebleicht.

© Apprimus Verlag, Aachen, 2025

Wissenschaftsverlag des Instituts für Industriekommunikation und Fachmedien  
an der RWTH Aachen

Steinbachstr. 25, 52074 Aachen

Internet: [www.apprimus-verlag.de](http://www.apprimus-verlag.de), E-Mail: [info@apprimus-verlag.de](mailto:info@apprimus-verlag.de)

Printed in Germany

ISBN 978-3-98555-280-1

D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2025)

# Danksagung

Die vorliegende Dissertation entstand größtenteils im Laufe meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Forschungsinstitut für Rationalisierung e. V. (FIR) an der RWTH Aachen. Ich bedanke mich bei allen, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben.

Auf dem Weg haben mich auch meine Vorgesetzten und Kolleg:innen Dr. Jan Hicking, Max-Ferdinand Stroh, Mathis Niederau, Kerstin Lörsch und Judith Radtke begleitet und standen mit Rat und Tat zur Seite. Ich danke ihnen für den Support, die Ideen und guten Diskussionen, mit denen sie zu dieser Arbeit beigetragen haben.

Den Weg ermöglicht haben mir mein Doktorvater und Direktor des FIR, Prof. Dr. Günther Schuh und unser Geschäftsführer Prof. Dr. Wolfgang Boos sowie unser ehemaliger Geschäftsführer Prof. Dr. Volker Stich, die uns ein inspirierendes und industrienahe Umfeld geschaffen haben, wie man in Deutschland auf diesem Gebiet wohl kein Weiteres findet.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern, die mich auf meinem Lebensweg stets gefördert und mir eine sorgenfreie Ausbildung als Grundlage dieser Arbeit ermöglicht haben.

Den größten Dank spreche ich meinem Mann Niklas aus, der an vielen Abenden, Wochenenden und Urlaubstagen auf mich verzichten musste und mir trotzdem jederzeit auf dem Weg zur Seite stand, mich motiviert und gestützt hat.

Aachen, 25. März 2025

Lara Johanning



## Zusammenfassung

Die fortschreitende Digitalisierung lässt digitale Technologien immer tiefer in gesellschaftliche Bereiche eindringen und beeinflusst diese maßgeblich. Dabei wird der wirtschaftliche Erfolg von Unternehmen unterschiedlicher Größe und aus verschiedenen Branchen gleichermaßen stark beeinflusst. Insbesondere für produzierende Unternehmen erweist sich der Einsatz digitaler Technologien als entscheidender Wettbewerbsvorteil. Das Verständnis dafür, wie und an welchen Stellen digitale Technologien gewinnbringend integriert werden können, wird laufend im Rahmen der Digitalisierung erarbeitet. Bei diesen Entwicklungen ist festzustellen, dass eine Risikobetrachtung zu der Erkenntnis führt, dass die Nutzung digitaler Technologien neue Risiken mit sich bringt. Folglich müssen sich Unternehmen bei der Verwendung digitaler Technologien zukünftig nicht mehr nur mit der funktionalen Ausgestaltung befassen, sondern auch mit der Compliance. Die Compliance beschreibt die Regelkonformität eines Unternehmens im Umgang mit Gesetzen sowie internen und externen Richtlinien in verschiedenen Bereichen. Auf diese Weise werden Risiken mitigiert und es wird ein verantwortungsvoller Einsatz von digitalen Technologien gefördert. Die Europäische Kommission hat dieses Problemfeld im Zusammenhang mit künstlicher Intelligenz erkannt und hierfür die erste europäische Verordnung zur Regulierung einer digitalen Technologie formuliert. Zukünftig sollten Unternehmen die Möglichkeiten haben, sich mit dem verantwortungsbewussten Einsatz digitaler Technologien auseinanderzusetzen, bevor der Gesetzgeber eine Regulierung in die Wege leitet. Für Unternehmen existieren bisher jedoch keine Methoden oder Best Practices zur Erarbeitung einer Compliance für digitale Technologien und deren Einsatz.

Eine solche Methode wird dringend gebraucht, um den zunehmenden Einsatz digitaler Technologien verantwortungsvoll zu gestalten und Unternehmen auf zukünftige Regulierungen von gesetzlicher Seite vorzubereiten. Im Rahmen dieser Dissertation wird eine Methode zur systematischen Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen gestaltet. Dafür wird zunächst erstmalig die Relevanz von Compliance für verschiedene digitale Technologien mittels einer Delphi-Studie untersucht und beschrieben. Zudem wird ein Ansatz für die systematische Ermittlung der erforderlichen Richtlinien mittels Ursache-Wirkungszusammenhängen erarbeitet. Daran anschließend wird die Gestaltung der Compliance-Richtlinien in inhaltlicher und sprachlicher Form erläutert.

Die Methode wird in produzierenden Unternehmen bei der strategischen Planung und Konzeption der Digitalisierung angewendet. Das Ergebnis der Anwendung ist eine unternehmensindividuelle Compliance-Richtlinie für die eingesetzten digitalen Technologien.

Die entwickelte Methode wurde in zwei Fallstudien angewendet und erfolgreich überprüft.



## Summary

The ongoing digitization is causing digital technologies to penetrate deeper into societal realms, significantly influencing them. Concurrently, the economic success of enterprises of various sizes and across diverse sectors is equally profoundly impacted. Particularly for manufacturing companies, the deployment of digital technologies proves to be a pivotal competitive advantage. The comprehension of how and where digital technologies can be effectively integrated to yield benefits is continually being developed within the digitalization. Amidst these advancements, it is discernible that a risk assessment yields the realization that the utilization of digital technologies introduces novel risks. Consequently, organizations must extend their focus beyond functional design when employing digital technologies and also encompass compliance considerations. Compliance describes a company's conformity with laws and internal as well as external guidelines in various areas. This approach serves to mitigate risks and facilitate the responsible utilization of digital technologies. The European Commission has acknowledged this quandary concerning artificial intelligence and consequently devised the initial European regulation to govern digital technology. In the future, companies should have the opportunity to address the responsible use of digital technologies before legislators initiate regulation. Nonetheless, methods or established best practices for formulating compliance frameworks for digital technologies and their application within enterprises are currently lacking.

Such a method is urgently required to conscientiously shape the increasing integration of digital technologies and to prepare companies for impending regulatory mandates. To this end, a systematic approach for crafting compliance guidelines specific to digital technologies within manufacturing enterprises is devised. This process initially entails an exploration and description of the relevance of compliance to diverse digital technologies via a Delphi study. Additionally, an approach for systematically determining requisite guidelines through cause-and-effect relationships is formulated. Subsequently, the structure of compliance guidelines is expounded upon in both substantive and linguistic aspects.

The method is employed within manufacturing enterprises during strategic planning and conceptualization phases of digitalization. Given that competencies pertaining to compliance vary significantly based on company size, the incorporation of this aspect is discretionary. The output of this process is a company-tailored compliance directive for the employed digital technologies.

The developed methodology was applied in two case studies and validated successfully.



---

# Inhaltsübersicht

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen und Eingrenzung der Untersuchung.....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Stand der Erkenntnisse.....</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>Herleitung des Konzeptansatzes.....</b>	<b>47</b>
<b>5</b>	<b>Beschreibung der Compliance-Relevanz digitaler Technologien .....</b>	<b>65</b>
<b>6</b>	<b>Identifikation und Gestaltung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien .....</b>	<b>91</b>
<b>7</b>	<b>Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien .....</b>	<b>117</b>
<b>8</b>	<b>Evaluation .....</b>	<b>127</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>149</b>
<b>10</b>	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>153</b>



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung .....	1
1.2	Zielsetzung und Forschungsfragen .....	2
1.3	Wissenschaftstheoretische Einordnung und Struktur der Untersuchung .....	3
<b>2</b>	<b>Grundlagen und Eingrenzung der Untersuchung.....</b>	<b>7</b>
2.1	Begriffe im Kontext Compliance .....	7
2.1.1	Bestimmung des Begriffs Compliance .....	7
2.1.2	Bestimmung des Begriffs Governance .....	9
2.1.3	Bestimmung des Begriffs Risk-Management .....	10
2.1.4	Erklärung des Governance-Risk-Compliance-Modells.....	11
2.2	Begriffe im Kontext digitale Technologien .....	13
2.2.1	Bestimmung der Begriffe Technik und Technologie .....	13
2.2.2	Bestimmung der Begriffe Daten und Informationen .....	14
2.2.3	Bestimmung des Begriffs Informationstechnologie .....	17
2.2.4	Bestimmung des Begriffs digitale Technologien.....	17
2.3	Compliance im Kontext digitaler Technologien .....	18
2.3.1	Digital Compliance .....	18
2.3.2	Compliance digitaler Technologien .....	19
2.4	Abgrenzung des Untersuchungsbereichs.....	19
2.5	Zusammenfassung.....	21
<b>3</b>	<b>Stand der Erkenntnisse.....</b>	<b>23</b>
3.1	Beschreibungs- und Umsetzungselemente von Compliance .....	23
3.2	Methoden zur Kommunikation von Compliance .....	30
3.3	Modelle zur Steuerung der Unternehmens-IT unter Aspekten von Governance und Compliance .....	32
3.4	Modelle zur systematischen Betrachtung und Einführung von digitalen Technologien in produzierenden Unternehmen .....	37
3.5	Vorarbeiten zur systematischen Beschreibung von Compliance für digitale Technologien in Unternehmen .....	43
3.6	Zwischenfazit und Ableitung des Forschungsbedarfs .....	44
<b>4</b>	<b>Herleitung des Konzeptansatzes.....</b>	<b>47</b>
4.1	Anforderungen an die zu entwickelnde Methode .....	47
4.2	Methodische Grundlagen .....	48
4.2.1	Grundlagen der Systemtheorie .....	48
4.2.2	Grundlagen der Modellbildung .....	51
4.2.3	Das Verfahren der Delphi-Studie .....	54
4.2.4	Identifikation und Analyse von Ursache-Wirkungs-Beziehungen ...	56
4.2.5	Das Verfahren der Experteninterviews.....	57

4.2.6	Grundlagen der Skalierung für die Datenerhebung.....	59
4.2.7	Vorgehen zur Gestaltung von technischen Richtlinien.....	61
4.3	Konkretisierung der Vorgehensweise.....	62
<b>5</b>	<b>Beschreibung der Compliance-Relevanz digitaler Technologien.....</b>	<b>65</b>
5.1	Auswahl der Methode.....	66
5.1.1	Ziele des Modells und Auswahl der Delphi-Studie.....	66
5.1.2	Spezifizierung der Delphi-Studie.....	66
5.1.3	Analyse alternativer Methoden.....	67
5.2	Beschreibung Inhalt und Ablauf der Delphi-Studie.....	68
5.2.1	Vorauswahl digitaler Technologien.....	69
5.2.2	Aufbereitung der Fragestellung durch die Facettentheorie.....	70
5.2.3	Skala zur Bewertung der Compliance-Relevanz.....	71
5.2.4	Auswahl der Expertengruppe.....	73
5.2.5	Durchführung der Studie.....	73
5.3	Herleitung der compliance-relevanten digitalen Technologien.....	76
5.3.1	Datenbeschreibung.....	76
5.3.2	Allgemeine Voraussetzungen für die Datenanalyse.....	79
5.3.3	Datengetriebene Analyse der Kopfdaten.....	79
5.3.4	Hypothesengetriebene Analyse der Kerndaten.....	82
5.4	Zusammenfassung und Ergebnisreflexion.....	88
<b>6</b>	<b>Identifikation und Gestaltung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien.....</b>	<b>91</b>
6.1	Systematische Identifikation der compliance-relevanten Richtlinien für digitale Technologien.....	92
6.1.1	Auswahl eines Rahmenmodells.....	93
6.1.2	Vorgehensweise zur Identifikation der relevanten Compliance-Richtlinien mittels Ursache-Wirkzusammenhängen.....	96
6.1.3	Anwendung der Vorgehensweise.....	98
6.2	Gestaltung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien.....	105
6.2.1	Inhaltliche Gestaltungselemente einer Compliance-Richtlinie für digitale Technologien.....	106
6.2.2	Sprachliche Gestaltungshinweise für die Compliance-Richtlinie digitaler Technologien.....	113
6.3	Zusammenfassung und Ergebnisreflexion.....	115
<b>7</b>	<b>Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien.....</b>	<b>117</b>
7.1	Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien.....	117
7.1.1	Problembewusstsein und Anstoß.....	119
7.1.2	Zielsuche: Situationsanalyse und Zielformulierung.....	119

---

7.1.3	Lösungssuche: Synthese und Analyse von Lösungen .....	122
7.1.4	Auswahl: Bewertung und Entscheidung .....	124
7.2	Zusammenfassung und Ergebnisreflexion .....	125
<b>8</b>	<b>Evaluation .....</b>	<b>127</b>
8.1	Selektion der Fallstudien .....	127
8.2	Fallstudie 1: WAGO GmbH & Co. KG .....	128
8.2.1	Unternehmens- und Problembeschreibung .....	128
8.2.2	Sequenzielle Anwendung der Methode .....	129
8.2.3	Zusammenfassung der Fallstudie bei WAGO GmbH & Co. KG ...	137
8.3	Fallstudie 2: Miele & Cie. KG .....	137
8.3.1	Unternehmens- und Problembeschreibung .....	137
8.3.2	Sequenzielle Anwendung der Methode .....	138
8.3.3	Zusammenfassung der Fallstudie bei Miele Cie. KG .....	145
8.4	Integrierte Bewertung der Evaluationsergebnisse .....	145
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>149</b>
<b>10</b>	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>153</b>
10.1	Publikationsverzeichnis .....	153
10.2	Literaturverzeichnis .....	153



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Wissenschaftstheoretische Einordnung (s. ULRICH U. HILL 1976b, S. 305).....	4
Abbildung 1-2: Gliederung der Arbeit und angewendete Forschungsaktivitäten (eigene Darstellung) .....	5
Abbildung 2-1 Zusammenspiel der Disziplinen Governance, Risk-Management und Compliance im Betrachtungsbereich IT (s. KNOLL U. STRAHNINGER 2017, S. 8).....	12
Abbildung 2-2: Ansatz zur Klassifikation von Technik (s. ROPOHL 1979, S. 178–179) .....	14
Abbildung 2-3: Data-Information-Knowledge-Wisdom-Hierarchie (DIKW-Hierarchie) (eigene Darstellung i. A. a. ACKOFF 1989, S. 8; KRCMAR 2015, S. 12; HICKING 2020, S. 22) .....	15
Abbildung 2-4: Typologie der Datenbestände (s. MERTENS 2009, S. 21).....	16
Abbildung 2-5 Unterscheidung von Compliance für digitale Technologien und Digital Compliance (eigene Darstellung) .....	19
Abbildung 2-6: Abgrenzung des Untersuchungsbereichs (eigene Darstellung).....	21
Abbildung 3-1 Anwendung von CMS in der Corporate Compliance (s. DIN ISO 37301:2021-11, S. 8).....	25
Abbildung 3-2 Inhalte eines Compliance-Management Systems nach WIELAND (s. WIELAND 2008, S. 167) .....	28
Abbildung 3-3 Komponenten eines Governance-Systems (s. ISACA 2019, S. 13).....	34
Abbildung 3-4 ITIL Service Value System (SVS) (AXELOS 2019, S. 15).....	35
Abbildung 3-5 Reifegrade des Industrie 4.0 Maturity Index (SCHUH ET AL. 2020a, S. 18).....	38
Abbildung 3-6 Das neue St. Galler Management-Modell (s. RÜEGG-STÜRM U. GRAND 2020) .....	39
Abbildung 3-7 Elemente des Referenzmodells von APPELFELLER U. FELDMANN (s. APPELFELLER U. FELDMANN 2018, S. 4).....	40
Abbildung 3-8: Aachen Digital Architecture Management (ADAM) (s. SCHUH ET AL. 2020b, S. 6–16 gekürzt durch die Autorin).....	41
Abbildung 3-9: Bewertungsübersicht untersuchter Quellen (eigene Darstellung).....	46

Abbildung 4-1: Grundbegriffe der Systemtheorie (eigene Darstellung i. A. a. PATZAK 1982, S. 19; BÖHM U. FUCHS 2002, S. 9; HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 28).....	49
Abbildung 4-2: Vier Grundprinzipien im Systems Engineering (eigene Darstellung i. A. a. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 81).....	51
Abbildung 4-3: Zusammenhang von Realität und Modellen (ZELLER 2018, S. 75).....	52
Abbildung 4-4: Vergleich der verschiedenen Typen einer Delphi-Studie (s. HÄDER 2014, S. 37 gekürzt durch die Autorin).....	55
Abbildung 4-5: Vorgehensweise der vorliegenden Dissertation (eigene Darstellung).....	63
Abbildung 5-1: Übersicht über die Inhalte des Kapitels 5 im Zusammenhang des Gesamtvorgehens (eigene Darstellung).....	65
Abbildung 5-2: Abbildungssatz aus der Facettentheorie (SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 282).....	71
Abbildung 5-3: Ablauf der Delphi-Studie (eigene Darstellung).....	74
Abbildung 5-4: Auswertung der Relevanz von 5G nach der ersten Welle in der Delphi-Studie (i.A.a. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 283).....	75
Abbildung 5-5: Verteilung der Fachkenntnisse in der Expertengruppe (i.A.a. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 285).....	80
Abbildung 5-6: Relevanz von Compliance beim Einsatz digitaler Technologien (eigene Darstellung).....	81
Abbildung 5-7: Sicherheit der Experten bei Ihrer Meinung zur Compliance-Relevanz digitaler Technologien (eigene Darstellung).....	81
Abbildung 5-8: Terminologie für künstliche Intelligenz und Machine Learning (KÜHL ET AL. 2020, S. 2; zit. n. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 287).....	87
Abbildung 5-9: Übersicht über die Ergebnisse der Delphi-Studie (eigene Darstellung).....	90
Abbildung 6-1: Übersicht über die Inhalte des Kapitels 6 im Zusammenhang mit dem Gesamtvorgehen (eigene Darstellung).....	92
Abbildung 6-2: Eignungsbewertung Frameworks zur Digitalisierung (eigene Darstellung).....	94
Abbildung 6-3: Template der Wirkungsmatrix (SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 106).....	96
Abbildung 6-4: Wirkungsmatrix für 5G (eigene Darstellung).....	105

---

Abbildung 6-5 Strukturierung des technischen Richtlinieninhalts (eigene Darstellung) .....	111
Abbildung 6-6: Strukturierung der Compliance-Richtlinie für digitale Technologien (eigene Darstellung).....	113
Abbildung 7-1: Übersicht über die Inhalte des Kapitels 7 im Zusammenhang des Gesamtvorgehens (eigene Darstellung) .....	117
Abbildung 7-2: Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen (eigene Darstellung).....	119
Abbildung 7-3: Übersicht eingesetzter digitaler Technologien (eigene Darstellung) .....	121
Abbildung 7-4: Beschreibung der Compliance-Relevanz (eigene Darstellung) .....	122
Abbildung 7-5: Ermittlung der erforderlichen Compliance-Richtlinien (eigene Darstellung) .....	123
Abbildung 7-6: Gestaltung der Compliance-Richtlinien (eigene Darstellung) .....	124
Abbildung 8-1 Ergebnis der erforderlichen Compliance-Richtlinien für generative KI bei WAGO (eigene Darstellung) .....	133
Abbildung 8-2: Ergebnis der erforderlichen Compliance-Richtlinien für kundenorientierte sowie bildbasierte KI bei Miele (eigene Darstellung).....	142



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Grundelemente einer Compliance (s. IDW PS 980, S. 5–6 von der Autorin leicht gekürzt).....	26
Tabelle 4-1: Thematische Unterteilung in normativen Dokumenten (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 66).....	62
Tabelle 5-1: Antworten der ersten und zweiten Welle der Delphi-Studie (i.A.a. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 284) .....	75
Tabelle 5-2: Übersicht der Skala zur Bewertung der Relevanz von Technologien (i.A.a. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 284).....	77
Tabelle 5-3: Aufbau der Bewertung zur Relevanz von Technologien (eigene Tabelle).....	78
Tabelle 5-4: Reihenfolgebildung durch den gewichteten Median (eigene Tabelle).....	83
Tabelle 5-5: Reihenfolgebildung durch den gewichteten Median und Modus (eigene Tabelle).....	84
Tabelle 5-6: Reihenfolgebildung durch den gewichteten Median, Modus und IQA (i.A.a. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 286) .....	85
Tabelle 5-7: Top sechs compliance-relevante digitale Technologien (i.A.a. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 286–287).....	86
Tabelle 5-8: Clustering der compliance-relevanten digitalen Technologien (eigene Tabelle).....	88
Tabelle 6-1: Intensitäten der Wirkzusammenhänge (eigene Tabelle).....	97
Tabelle 6-2: Ergebnis Literaturanalyse (i.A.a. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 107).....	100
Tabelle 6-3 Gestaltungshinweise für eine Compliance digitaler Technologien (eigene Tabelle).....	114
Tabelle 8-1: Bewertung der Compliance-Relevanz von generativer KI bei WAGO (eigene Tabelle) .....	131
Tabelle 8-2: Bewertung der Compliance Relevanz von kundenorientierten bildbasierten Services bei Miele (eigene Tabelle) .....	141



---

## Formelverzeichnis

Formel 5-1: Berechnung des Abbruchkriteriums .....73



## Abkürzungsverzeichnis

Acatec	Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
ACM	Association for Computing Machinery
ADAM	Aachener Modell für das Management digitaler Architekturen
AI	Künstliche Intelligenz
AktG	Aktiengesetz
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CMS	Compliance-Management-System
COBIT	Control Objectives for Information and Related Technology
CoC	Code of Conduct
DCGK	Deutschen Corporate Governance Kodex
DIKW	Data-Information-Knowledge-Wisdom-Hierarchie
DIN	Deutsches Institut für Normung
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
EDV	elektronische Datenverarbeitung
EU	Europäische Union
ERP	Enterprise-Resource-Planning
FIR	Forschungsinstitut für Rationalisierung
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GRC	Governance-Risk-Compliance
IDW	Institut der Wirtschaftsprüfer
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IoT	Internet of Things
IQA	Interquartilsabstand
ISACA	Information Systems Audit and Control Association
ISO	Internationale Organisation für Normung
IT	Informationstechnologie
ITIL	Information Technology Infrastructure Library

ITSM	IT-Servicemanagement
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
ME	Manufacturing Execution
ML	Machine Learning
NLP	Natural Language Processing
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
PS	Prüfungsstandard
RAMI 4.0	Reference Architecture Modell Industrie 4.0
RAND	Research and Development
RegTech	Regulatorische Technologie
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
SGMM	Neues St. Galler Management-Modell
SLR	Structured Literature Review
SVS	Service-Value-System
TRL	Technology Readiness Level
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WMS	Wertemanagement-System
5G	Mobilfunkstandard der fünften Generation

# 1 Einleitung

*„Wir müssen jetzt klug reagieren und künstliche Intelligenz vernünftig regulieren, bevor es dafür zu spät ist.“*

- VOLKER WISSING (zit. n. CASPER 2023)

*„Wir sollten ein Gleichgewicht zwischen Regulierung und Innovationsfähigkeit anstreben. Innovationen erzeugen Angst und die Regulierung ist gewünscht, um der Angst zu begegnen.“*

- CHRISTIAN SCHWERDT (2023)

## 1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Sowohl in der Praxis als auch in der Wissenschaft wurden in den vergangenen Jahren vermehrt Richtlinien zum Management von Unternehmen diskutiert. Ausgelöst wurden die Debatten in den 1990er-Jahren durch Insolvenzen von Unternehmen wie der Baring's Bank und Enron (s. FALK 2012, S. 1). Die Konsequenz aus diesen Vorkommnissen war ein spürbarer Trend zu verpflichtender sowie umfassender Transparenz in der Unternehmensführung in Form von Auflagen von Gesetzgebern und Aufsichtsbehörden. Dadurch bekamen Wirtschaftsprüfungsgesellschaften strengere Auflagen mit dem Ziel, so das Vertrauen der Öffentlichkeit wiederherzustellen (s. DIETZFELBINGER 2008, S. 299). Als Folge dieser Entwicklungen sehen sich Unternehmen einer zunehmenden Zahl an regulatorischen Anforderungen gegenübergestellt. Die Befolgung dieser Anforderungen wird mit dem Begriff „Compliance“ bezeichnet (s. FALK 2012, S. 1).

Ein Trend, der in der jüngeren Zeit zusätzlich zu einer Steigerung von regulatorischen Anforderungen geführt hat, ist die digitale Transformation. Durch die digitale Transformation wird in Unternehmen das Ziel verfolgt, Produktivitätsgewinne zu generieren. Jedoch beobachten Volkswirte seit längerem überproportional steigende Aufwände in der Administration der damit einhergehenden digitalen Technologien (s. DEUTSCHE BUNDESBANK 2023, S. 45–47). Die steigenden Bürokratieaufwände führen zu der Konsequenz, dass die beabsichtigten Produktivitätsgewinne egalisiert werden.

Nach FALK (2012, S. 1) ist außerdem zu erwarten, dass zukünftig der Bürokratieaufwand insbesondere durch gesetzliche und regulatorische Vorgaben mit Bezug zur IT für Unternehmen zunehmen wird. Über diese Annahme von FALK hinaus zählen neben der klassischen Informationstechnologie auch neue digitale Technologien wie künstliche Intelligenz (KI) oder Edge Computing zu den zentralen Bausteinen der digitalen Transformation (s. STICH ET AL. 2021, S. 8–9). Diese müssen in den zukünftigen Compliance-Bemühungen der Unternehmen besonders berücksichtigt werden, da neue digitale Technologien hinsichtlich ihrer Risiken oft unterschätzt werden (s. BRÄUTIGAM ET AL. 2021, S. 17). Dies geschah beispielsweise 2018 bei dem Onlineversandhändler Amazon. Amazon setzte künstliche Intelligenz im Bewerbungsprozess ein, um ein Ranking der eingegangenen Bewerbungen zu erstellen. Der falsche Einsatz dieser

digitalen Technologie führte dazu, dass es zu Benachteiligungen von Bewerbenden kam (s. NICKEL 2018, S. 1–2). Wie das Beispiel Amazon deutlich macht, ist, im Zusammenhang mit digitalen Technologien im Rahmen der digitalen Transformation, Compliance unerlässlich.

Weiterhin zeigt sich am Beispiel der künstlichen Intelligenz, dass Aufsichtsbehörden und Gesetzgeber die Entwicklung von Compliance beim Einsatz digitaler Technologien forcieren. So hat die EU-Kommission eine Verordnung zu künstlicher Intelligenz mit dem Ziel veröffentlicht, derartige Technologie im Einklang mit den Werten, Grundrechten und Prinzipien der Europäischen Union einzusetzen (s. EUROPÄISCHE KOMMISSION 2021, S. 1). Für Unternehmen folgt aus den Maßgaben des europäischen sowie des deutschen Gesetzgebers eine deutliche Erhöhung der Komplexität der Situation (s. BRÄUTIGAM ET AL. 2021, S. 18). Erschwerend kommt hinzu, dass Unternehmen nicht über die entsprechenden Fähigkeiten und qualifizierten Personen beim Umgang mit Compliance im Zusammenhang mit digitalen Technologien verfügen. Vor allem fehlt es dabei an Personen mit technischem Hintergrundwissen, die sich dem Thema annehmen (s. BRÄUTIGAM ET AL. 2021, S. 12).

Es ist festzuhalten, dass im Management von Unternehmen bereits seit Längerem Compliance umgesetzt wird. Aufgrund der voranschreitenden Digitalisierung und der dabei aufkommenden Risiken beim Einsatz digitaler Technologien müssen zukünftig auch in diesem Bereich Compliance-Richtlinien angewendet werden. Zudem sind bereits erste Aktivitäten der Gesetzgeber zur Regulierung digitaler Technologien festzustellen. Besonders produzierende Unternehmen sind betroffen und müssen an das Thema herangeführt sowie in der aufwandsarmen Umsetzung unterstützt werden. Es bedarf folglich einer Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen.

## 1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen

Auf Basis der in Kapitel 1.1 geschilderten Problemstellung soll in diesem Dissertationsvorhaben eine Lösung entwickelt werden, um produzierende Unternehmen bei der Gestaltung von eigenen Compliance-Richtlinien für digitale Technologien zu unterstützen. Das Dissertationsvorhaben bietet Unterstützung bei der Frage, welche Inhalte Teil der Compliance für digitale Technologien sein sollten und wie diese Inhalte systematisch strukturiert und ausgestaltet werden können. Das Ziel der Dissertation ist die Gestaltung einer Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen.

Anhand der identifizierten Problemstellung und der Zielsetzung des Dissertationsvorhabens erfolgt die Definition der Forschungsfrage:

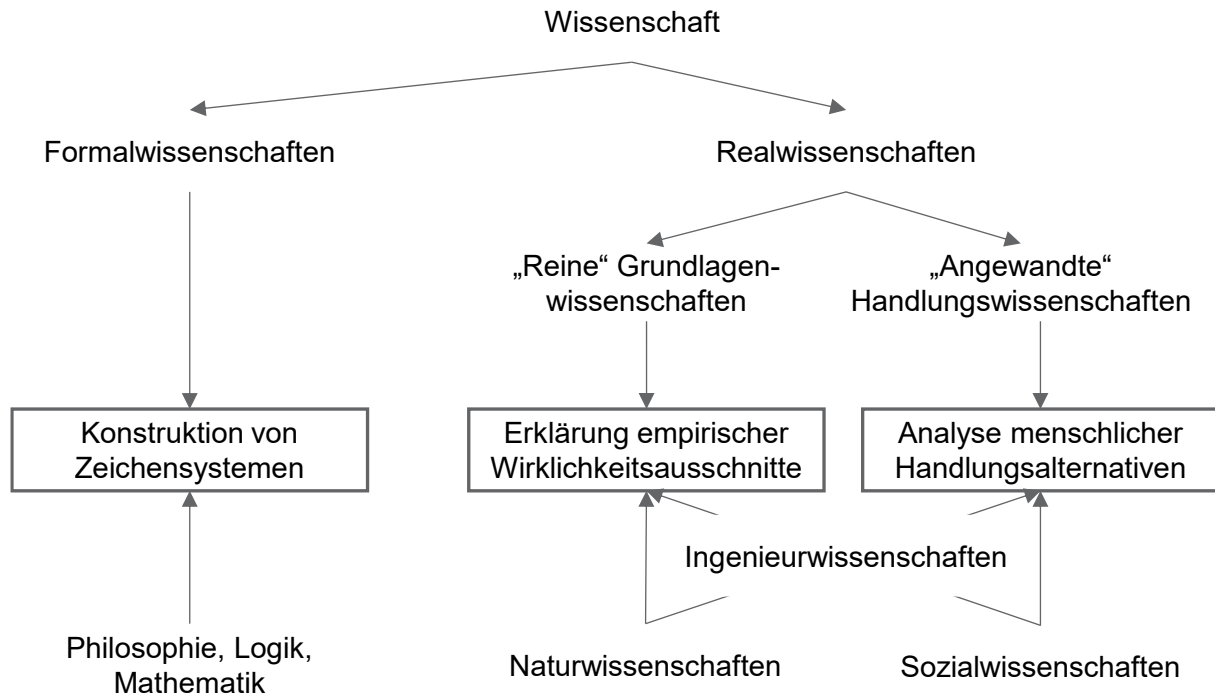
***Wie können Compliance-Richtlinien für den Einsatz digitaler Technologien in produzierenden Unternehmen systematisch abgeleitet werden?***

Zur Beantwortung dieser Forschungsfrage sollen in dieser Arbeit die folgenden Teilforschungsfragen beantwortet werden:

- Wie können die, für produzierende Unternehmen, relevanten Technologiecluster einer Compliance für digitale Technologien beschrieben werden?
- Wie können die erforderlichen Richtlinien für die Technologiecluster ausgewählt werden?
- Wie können die Richtlinien einer Compliance für digitale Technologien beschrieben werden?
- Wie kann eine Methode zur Erstellung der Compliance für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen gestaltet sein?

### **1.3 Wissenschaftstheoretische Einordnung und Struktur der Untersuchung**

Das vorliegende Dissertationsvorhaben beinhaltet sowohl Aspekte der Ingenieurwissenschaften und der Betriebswissenschaft als auch der Wirtschaftsinformatik, was eine wissenschaftstheoretische Einordnung erfordert. Nach ULRICH U. HILL (1976a, S. 305) ist der Ausgangspunkt für die wissenschaftstheoretische Einordnung die Einordnung in Formal- und Realwissenschaften. Die Formalwissenschaften umfassen hauptsächlich Sprache und damit genauer die Konstruktion von Zeichensystemen sowie die damit einhergehenden Regeln. Somit werden in der Forschung keine realen Gegenstände betrachtet, sondern logische Widersprüche untersucht, um die Richtigkeit der Forschungsergebnisse nachzuweisen. Beispielsweise sind die Bereiche der Philosophie, der Mathematik und der Logik den Formalwissenschaften zuzuordnen. Die Realwissenschaften dagegen haben die Beschreibung, Erklärung und Gestaltung empirisch wahrnehmbarer Wirklichkeitsausschnitte zum Gegenstand. (s. ULRICH U. HILL 1976a, S. 305) In der Realwissenschaft wird je nach verfolgtem Ziel zwischen „reiner“ Grundlagenwissenschaft und „angewandter“ Handlungswissenschaft unterschieden. Die Grundlagenwissenschaft, etwa die Naturwissenschaft, verfolgt theoretische Ziele zur Erklärung von Zusammenhängen in der Realität (s. ULRICH U. HILL 1976a, S. 305), wohingegen in der angewandten Handlungswissenschaft praktische Ziele verfolgt werden. Dabei nutzen die angewandten Wissenschaften die Realität als Ausgangspunkt zur Gestaltung zukünftiger Realitäten. Folglich wird in den Handlungswissenschaften nicht die Gültigkeit von Theorien, sondern die praktische Anwendbarkeit der entwickelten Modelle geprüft. Diese Prüfung erfolgt dabei stets im Anwendungszusammenhang der Praxis. (s. ULRICH 1981, S. 7) Somit befassen sich die Formalwissenschaften mit der logischen Wahrheit, einem Konstrukt ohne Realitätsbezug. Die Realwissenschaften begründen die daraus folgenden Ergebnisse zusätzlich faktisch (s. ULRICH U. HILL 1976a, S. 305), dies ist ebenfalls der Abbildung 1-1 zu entnehmen.



**Abbildung 1-1: Wissenschaftstheoretische Einordnung (s. ULRICH U. HILL 1976a, S. 305)**

Dieses Dissertationsvorhaben kann den Disziplinen der Ingenieurwissenschaften und der Betriebswissenschaft zugeordnet werden, die zu den angewandten Wissenschaften und somit zu den Realwissenschaften zählen. Auch der weitere Aspekt der Wirtschaftsinformatik zählt nach LEHNER ET AL. (2008, S. 17) und ABTS U. MÜLDER (2017, S. 5) zu den anwendungsorientierten Wissenschaften. Wie in Kapitel 1.2 beschrieben, liegt ein praxisgetriebenes Problem vor, das die Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien erfordert. Somit ergibt sich, dass die vorliegende Dissertationsschrift aufgrund der vorangegangenen Erläuterungen den angewandten Handlungswissenschaften zuzuordnen ist.

Dem Aufbau von ULRICH U. HILL folgend, orientiert sich die Kapitelstruktur an den Forschungsaktivitäten (s. Abbildung 1-2). Als Erstes werden in Kapitel 1 die Ausgangssituation, die Problemstellung und die Zielsetzung beschrieben. Anschließend erfolgt in Kapitel 2 die Beschreibung der verwendeten Terminologie, Begriffsdefinitionen und die Abgrenzung des Untersuchungsbereichs. Kapitel 3 stellt den aktuellen Stand der Erkenntnisse vor und leitet anhand dessen die mit dieser Arbeit adressierte Forschungslücke her. In Kapitel 4 werden die Vorgehensweise, die für die vorliegende Arbeit gewählt wurde, und ihre methodischen Bestandteile detailliert beschrieben. Daran anschließend präsentiert Kapitel 5 die durchgeführte Delphi-Studie zur Identifikation der compliance-relevanten digitalen Technologien. Kapitel 6 identifiziert zuerst die erforderlichen Compliance-Richtlinien anhand von Ursache-Wirkzusammenhängen und gestaltet anschließend die inhaltlichen und sprachlichen Bestandteile einer Compliance-Richtlinie. Abschließend wird in Kapitel 7 die Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien in produzierenden Unternehmen vorgestellt. Die entwickelte

Methode nutzt die Ergebnisse der vorherigen Kapitel. Kapitel 8 beinhaltet die eingeschränkt empirisch-induktive Evaluation der Ergebnisse durch die Anwendung in zwei Fallstudien. Abgeschlossen wird die vorliegende Untersuchung durch eine Zusammenfassung und einen Ausblick in Kapitel 9.

Kapitel der Dissertation		Forschungsaktivität
	1 Einleitung	
Grundlagen	2 Grundlagen und Definitionen <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Begriffe und Grundlagen</li> <li>▪ Abgrenzung des Untersuchungsraums</li> </ul>	Terminologisch-deskriptive Untersuchung
	3 Stand der Erkenntnisse <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abgrenzung des Vorhabens</li> <li>▪ Verwandte Arbeiten</li> </ul>	
	4 Herleitung des Konzeptansatzes <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anforderungsdefinition</li> <li>▪ Methodische Grundlagen</li> </ul>	
Modellentwicklung	5 Beschreibung der Inhalte einer Digital Compliance <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Durchführung der Delphi-Studie und Analyse der Ergebnisse</li> <li>▪ Clusterung der Themen</li> </ul>	Empirisch-induktive Beschreibung der Compliance-Relevanz
	6 Erstellen des Ordnungsrahmens und der Richtlinien <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifikation der erforderlichen Compliance-Richtlinien</li> <li>▪ Inhaltliche und sprachliche Gestaltung der Compliance-Richtlinien</li> </ul>	Analytisch-deduktive Herleitung und Gestaltung von Compliance-Richtlinien
	7 Gestaltung der Methode zur Anwendung <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gestaltung der Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien in produzierenden Unternehmen</li> </ul>	Analytisch-deduktive Herleitung der Methode
	8 Evaluation <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaluation aller Modelle im Anwendungszusammenhang</li> </ul>	Eingeschränkt empirisch-induktive Evaluation
	9 Zusammenfassung und Ausblick	

**Abbildung 1-2: Gliederung der Arbeit und angewendete Forschungsaktivitäten (eigene Darstellung)**



## 2 Grundlagen und Eingrenzung der Untersuchung

Dieses Kapitel beinhaltet die terminologische Abgrenzung des Untersuchungsbereichs, um Missverständnissen vorzubeugen. Hierfür werden in Kapitel 2.1 die Begrifflichkeiten im Kontext Compliance erläutert. Im Anschluss definiert Kapitel 2.2 die Begriffe zu dem Themenfeld digitale Technologien. Das Kapitel 2.3 führt die Themenbereiche Compliance und digitale Technologien zusammen und erläutert das Verständnis und die Anforderungen dieses Zusammenspiels. Abschließend wird in Kapitel 2.4 der Untersuchungsbereich abgegrenzt. Die nachfolgenden Begriffserläuterungen und grundlegenden Definitionen stellen die terminologische Grundlage dieser Dissertation dar und dienen dem einheitlichen Verständnis über die verwendeten Termini.

### 2.1 Begriffe im Kontext Compliance

Zunächst wird der Untersuchungsraum der Compliance aufgespannt. Der Ausdruck Compliance ist ein Sammelbegriff und existiert im unternehmerischen Rahmen für verschiedene Bereiche. Am häufigsten wird der gesamte unternehmerische Kontext durch die sogenannte Corporate Compliance adressiert. Zunehmend wird allerdings auch die IT-Landschaft durch eine separate IT-Compliance berücksichtigt. Diese beiden Bereiche der Compliance sind für die vorliegende Arbeit besonders wichtig und werden in dem folgenden Kapitel 2.1.1 genauer erläutert. Ein beispielhafter weiterer Bereich, der hier nicht detailliert wird, ist die Tax-Compliance.

Ergänzend zu Corporate Compliance und IT-Compliance wird der Begriff Governance (s. Kapitel 2.1.2) definiert und ebenfalls aus Corporate-Sicht und aus Sicht der IT erklärt. Aus Gründen der Vollständigkeit der Betrachtung beinhaltet Kapitel 2.1.3 einen Exkurs in das Risk-Management. Abschließend wird in Kapitel 2.1.4 das Governance-Risk-Compliance-Modell erläutert, das die zuvor definierten Begriffe in einen Zusammenhang miteinander bringt.

#### 2.1.1 Bestimmung des Begriffs Compliance

Dieses Unterkapitel führt sowohl den Begriff Corporate Compliance als auch den Begriff IT-Compliance ein.

##### **Corporate Compliance**

Der Begriff Corporate Compliance wurde nach BOEMKE ET AL. bislang weder durch gesetzliche Vorgaben noch durch eine allgemein anerkannte Definition geprägt (s. BOEMKE ET AL. 2012, S. 80). Zudem stellt die Autorin im Zuge der Recherche fest, dass der Begriff Corporate Compliance und der Begriff Compliance häufig in der Literatur synonym verwendet werden. Um in der vorliegenden Arbeit eine konsistente Bezeichnung zu etablieren, wird im Folgenden der Begriff Corporate Compliance verwendet. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass der Betrachtungsbereich (zum Beispiel in Abgrenzung zur IT-Compliance) eindeutig zu erkennen ist. Durch den im Jahr 2007

veröffentlichten Deutschen Corporate Governance Kodex (DCGK) besteht eine häufig verwendete Beschreibung des Begriffs (s. WECKER U. OHL 2013, S. 3). Dem Deutschen Corporate Governance Kodex nach umfasst die Corporate Compliance die Einhaltung von gesetzlichen Bestimmungen und internen Richtlinien, wofür der Vorstand eines Unternehmens verantwortlich ist und aktiv Einfluss auf deren Beachtung im gesamten Unternehmen ausübt (s. DCGK 2019, S. 4). Diese von einer Regierungskommission aufgestellte Beschreibung der Corporate Compliance richtet sich primär an börsennotierte Aktiengesellschaften (§ 161 AktG). Sie wird allerdings gleichzeitig in der deutschsprachigen Literatur und in einer Großzahl nicht börsennotierter Unternehmen häufig als grundlegende Definition der Corporate Compliance genutzt. (s. WECKER U. OHL 2013, S. 3). Daraus folgend kann diese Beschreibung als allgemeingültige Definition im deutschsprachigen Raum angesehen werden. Zusätzlich zu der Einhaltung von gesetzlichen und internen Richtlinien fügen KÖHLER-MA ET AL. (2018, S. 1) noch hinzu, dass im Zusammenhang mit Corporate Compliance auch allgemeine Verhaltensweisen Beachtung finden müssen. Nach WIELAND ET AL. (2020, S. 19) verfolgt die Corporate Compliance das Ziel, die Existenz von Unternehmen aus nachhaltiger, legaler, ökonomischer und gesellschaftlicher Perspektive abzusichern und die Zielerreichung einer Organisation zu unterstützen. Neben dieser detaillierten Definition finden ebenfalls einige kurze und simple Definitionen des Begriffs Anwendung. Beispielsweise kann Corporate Compliance als die Regelkonformität eines Unternehmens und seiner Mitarbeiter (s. BOEMKE ET AL. 2012, S. 80) beschrieben werden, was für die Corporate Compliance vereinfacht „die Einhaltung von Vorgaben, Normen, Standards oder Gesetzen“ bedeutet (s. TEUBNER U. FELLER 2008, S. 400). Nach PASSARGE umfasst eine Corporate Compliance mehr als nur die Einhaltung von Vorgaben und Gesetzen. Unternehmen verpflichten sich häufig selbst, bestimmte Regeln einzuhalten, um Wettbewerbsvorteile zu erreichen. Denn die Integrität eines Unternehmens ist für viele Kunden ein entscheidendes Kriterium bei der Auswahl von Waren und Dienstleistungen (s. PASSARGE 2014, S. 3).

Der vorliegenden Arbeit wird das Verständnis des DCGK zugrunde gelegt. Ausschlaggebend für die Wahl der Definition ist der Bekanntheitsgrad im deutschsprachigen Raum sowie der Detailgrad und die präzise Ausdrucksweise.

Die gravierenden Folgen einer unzureichenden Corporate Compliance konnten im Jahr 2020 im Kontext mit dem Wirecard-Skandal beobachtet werden. Der Vorstand von Wirecard hatte sich seiner Compliance-Verantwortung sowohl in der Mutter- als auch in den angrenzenden Tochtergesellschaften nicht gestellt, da er nicht für die Erbringung einer korrekten Jahresbilanz gesorgt hatte. Zusätzlich gab es bereits im Vorfeld erhebliche Defizite in der Unternehmensüberwachung bei Wirecard. Unter anderem hatte das Unternehmen zeitweise keinen Prüfungsausschuss für den Aufsichtsrat eingesetzt und somit keine Kontrollinstanz installiert (s. RUHWEDEL 2020). Dieses Versäumnis zählt zum Bereich der Corporate Governance (s. Kapitel 2.1.2).

## **IT-Compliance**

Neben dem Begriff Corporate Compliance wird ebenfalls der Begriff IT-Compliance verwendet. In der Literatur wird IT-Compliance als Teil der Corporate Compliance aufgefasst, in dem die Betrachtung der IT Landschaft von Unternehmen aus Compliance-Sicht erfolgt. (s. KLOTZ U. DORN 2008, S. 7; s. FALK 2012, S. 3). Analog zur Corporate Compliance wird dokumentiert, dass in der IT-Compliance unternehmensexternen Verpflichtungen nachgekommen wird (s. KLOTZ U. DORN 2008, S. 10–11). Dazu zählen nicht nur Gesetze, die die IT direkt betreffen, wie Vorgaben zum Datenschutz oder zur Datensicherung, sondern auch Gesetze und Richtlinien, die in erster Linie andere Geschäftsbereiche reglementieren. Diese können ebenfalls einen Einfluss auf die IT haben und müssen im Rahmen der IT-Compliance genauso betrachtet werden (s. RÜTER ET AL. 2010, S. 200; s. KLOTZ U. DORN 2008, S. 12–13; s. FALK 2012, S. 35). Die IT-Compliance ist speziell für die Einhaltung von Richtlinien und Gesetzen zuständig, die direkt oder indirekt einen Einfluss auf die IT haben. Sie ist notwendig, um in einer wachsenden IT-Landschaft mit immer komplexeren regulatorischen Vorgaben den Überblick zu behalten und somit Haftungsrisiken und Schadensersatzansprüche zu verringern. Dieses Ziel kann als Enthftung zusammengefasst werden. Außerdem können Investitionen in die IT-Compliance als Chance gesehen werden, die Qualität, die Leistungsfähigkeit und die strategische Ausrichtung der IT zu verbessern (s. FALK 2012, S. 10–11).

### **2.1.2 Bestimmung des Begriffs Governance**

Dieses Unterkapitel führt sowohl den Begriff Corporate Governance als auch den Begriff IT-Governance ein. Der Themenbereich Governance ist nicht Teil der Dissertation, dieses Kapitel ist aber für das umfassende Verständnis und für die Abgrenzung sowie das Zusammenspiel mit dem Bereich Corporate Compliance von Bedeutung. Dies Zusammenspiel wird in Kapitel 2.1.4 vertieft.

#### **Corporate Governance**

Der Begriff Corporate Governance wird im deutschsprachigen Raum vornehmlich durch den Deutschen Corporate Governance Kodex aus dem Jahr 2019 geprägt: „Unter Corporate Governance wird der rechtliche und faktische Ordnungsrahmen für die Leitung und Überwachung eines Unternehmens verstanden“ (s. DCGK 2019, S. 2). HANSCH (2021, S. 3) detailliert diese Definition und fügt hinzu, dass ebenso geschäftspolitische Grundsätze und Leitlinien sowie interne und externe Kontroll- und Überwachungsmechanismen zu beachten sind. Das Ziel der Corporate Governance ist „eine gute und verantwortungsvolle Unternehmensführung mit einem entsprechenden Qualitätsniveau bei den Unternehmensleitungen und für deren Überwachung“ (s. BERWANGER U. HAHN 2020, S. 2) herbeizuführen. Die genannten Definitionen und das dargelegte Verständnis des Begriffs Corporate Governance wird von der OECD (2004, S. 11) geteilt und lässt sich damit auch auf eine internationale Ebene abstrahieren. Nach TEUBNER U. FELLER (2008, S. 400) werden in der Praxis die Begriffe Governance

und Compliance selten trennscharf unterschieden. Dabei existieren wie beschrieben einige wichtige Unterschiede. Diese zeigen sich insbesondere im Regelungsbereich. Bei der Corporate Compliance wird ein allgemeines regelkonformes Unternehmenshandeln angestrebt, wohingegen der Fokus der Corporate Governance auf einem verantwortungsvollen Handeln des Managements liegt. Die Corporate Governance stellt somit den Aufbau von Kompetenzen und Verantwortung bei Führungskräften sicher (s. TEUBNER U. FELLER 2008, S. 400).

### **IT-Governance**

Neben der Corporate Governance existiert ebenfalls die IT-Governance, die der IT einen Steuerungsrahmen innerhalb des allgemeinen Unternehmenskontextes bietet (s. FRÖHLICH U. GLASNER 2007, S. 46). IT-Governance ist notwendig, damit Innovationen aus der IT in Fachabteilungen genutzt und Anforderungen an die IT kommuniziert werden können. Für diese Kommunikation und Interaktion bietet die IT-Governance ein neutrales Regelwerk (s. FRÖHLICH U. GLASNER 2007, S. 17; s. RÜTER ET AL. 2010, S. 18). Nach FRÖHLICH U. GLASNER umfasst die IT Governance „prinzipielle Regelungen zu Entscheidungsrechten, Rollen und Verantwortlichkeiten sowie zur Organisation der IT, die sich jeweils auf die Domänen Strategic Alignment, Value Delivery, Resource Management, Risk-Management und Performance-Management beziehen“ (s. FRÖHLICH U. GLASNER 2007, S. 29). Im Wesentlichen bedeutet dies, dass Entscheidungsrechte und deren Haftung unter Berücksichtigung der bestehenden Unternehmensstruktur präzise eingegrenzt und dokumentiert werden. Somit wird sichergestellt, dass Ressourcen geschont, Risiken überwacht und Geschäftsziele abgedeckt werden (s. FRÖHLICH U. GLASNER 2007, S. 26; s. RÜTER ET AL. 2010, S. 20).

### **2.1.3 Bestimmung des Begriffs Risk-Management**

Dieses Unterkapitel führt sowohl den Begriff Corporate Risk-Management als auch den Begriff IT-Risk-Management ein. Der Themenbereich Risk-Management ist genauso wie der Bereich Governance nicht Teil der vorliegenden Dissertation. Allerdings bestehen starke Abhängigkeiten zwischen Risk-Management und Compliance, sowie Governance, weshalb dieser Themenbereich nachfolgend eingeführt wird. Das Kapitel 2.1.4 stellt die Schnittstellen zwischen Governance, Compliance und Risk-Management heraus.

### **Corporate Risk-Management**

Das Risikomanagement (auch Risk-Management im Englischen) befasst sich mit der Schaffung von Transparenz in Bezug auf vorhandene Risiken sowie mit der Steuerung von bekannten Risiken (s. GLEIßNER 2019). Ein Risiko lässt sich auf Basis dieser Überlegungen zusammenfassend als ein potenzielles, plötzlich eintretendes, ungewisses Ereignis in der Zukunft definieren (s. AHRENDTS 2007, S. 11). Ein Risiko wird durch eine Wahrscheinlichkeit quantifiziert, die eine positive oder negative Abweichung vom erwarteten Ergebnis beschreibt. In diesem Kontext können negative

Abweichungen als Verluste und positive Abweichungen als Chancen bezeichnet werden (s. SEIBOLD 2006, S. 8). Das Risikomanagement verfolgt das Ziel, bisher nicht eingetretene Probleme abzuwenden. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, muss der Umgang mit Risiken geplant werden. Zum einen existiert das reaktive Risikomanagement, das Lösungen für ein bereits entstandenes Problem identifiziert und das Risiko der Ausweitung dieses Problems zu verringern versucht. Zum anderen versucht das proaktive Risikomanagement mögliche Probleme auszuloten, um vor dem Eintreten dieser Probleme bereits eine Lösung oder einen Lösungsansatz entwickelt zu haben (s. AHRENDTS 2007, S. 11). Unabhängig davon, ob es reaktiv oder proaktiv ausgeführt wird, kann das Risikomanagement in die Komponenten Risikoidentifikation, -analyse, -handhabung und -überwachung unterteilt werden (s. HARRACH 2010, S. 28).

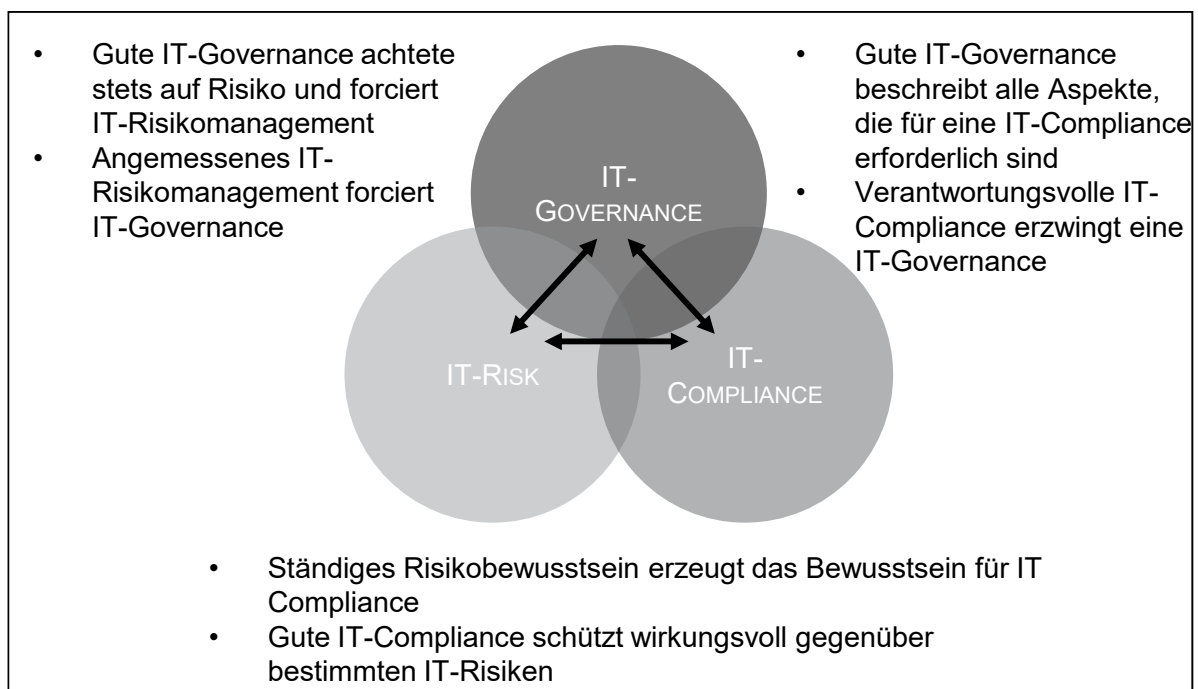
### **IT-Risk-Management**

Eine spezifischere Form von Risiken sind die IT-Risiken. Sie umfassen sowohl operative als auch strategische Risiken. Operative IT-Risiken sind gekennzeichnet durch eine fehlende Effektivität und Effizienz in der IT-Leistungserbringung wie der Entwicklung und dem Betrieb von Systemlösungen. Strategische IT-Risiken hingegen haben Auswirkungen auf Geschäftsabläufe der Gesamtunternehmung und sind wesentlich für die „Sicherheit, Stabilität, Skalierbarkeit und der damit einhergehenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von IT-Lösungen“ (s. SEIBOLD 2006, S. 11). IT-Risiken lassen sich weiterhin in originäre IT-Risiken und anwenderbezogene IT-Risiken unterscheiden (s. SEIBOLD 2006, S. 11). Die Auswirkungen von IT-Risiken werden häufig als Business-Impact bezeichnet, da sie die Geschäftstätigkeit beeinträchtigen. Aus Sicht der Fachabteilung ist ein IT-Risiko umso größer, je höher der Business-Impact ist. Um IT-Risiken zu kontrollieren und zu bewältigen, bedarf es einer guten Organisationsstruktur, die als IT-Risk-Management bezeichnet wird. Hierbei wird zum einen der Risiko-Eigentümer, der die Verantwortung für eintretende Risiken trägt, und zum anderen ein Risiko-Manager festgelegt, der dem Risiko-Eigentümer übergeordnet ist. Der Risiko-Manager erhält die Berichte über Risiken und ist für das Einleiten von Handlungen zuständig. Weiterhin ist es ratsam, einen IT-Risikomanagement-Prozess zu etablieren (s. KNOLL 2017, S. 11). Insgesamt stehen dem unternehmensweiten Risikomanagement und auch spezifisch dem IT-Risikomanagement viele Methoden und Werkzeuge zur Verfügung. Jedes Unternehmen muss allerdings eine auf die eigenen Bedürfnisse zugeschnittene Lösung finden (s. KNOLL 2017, S. 17).

#### **2.1.4 Erklärung des Governance-Risk-Compliance-Modells**

Angesichts von Diskussionen und Erfahrungen aus der Praxis wird deutlich, dass im Zusammenhang mit Compliance und Governance auch das Risikomanagement betrachtet werden muss. Erstmals wurde dies wissenschaftlich fundiert durch RACZ ET AL. (2010, S. 106) mit dem Akronym GRC beschrieben und als ein integrierter, holistischer Ansatz für organisationsweites Governance, Risk und Compliance vorgestellt.

Nach KNOLL U. STRAHRINGER (2017, S. 7) sind diese drei Teildisziplinen „nur gemeinsam in der Lage, Lösungen für die Herausforderungen des digitalen Zeitalters zu entwickeln“. Nach KLOTZ U. DORN (2008, S. 7) wird ebenfalls „von der Trias Governance-Risk-Compliance (GRC) gesprochen, die eine integrierte Strategie und ein gemeinsames Management erfordert“. Dies lässt sich sowohl für die unternehmensweite Corporate Sicht als auch den Teilbereich der IT identisch anwenden. Aus der Trias GRC folgt, dass Vorgaben nicht konsequent umgesetzt werden könnten, wenn das Risikobewusstsein und eine strategische Planung fehlen. Ebenso würde eine fehlende strategische Ausrichtung zu zahlreichen Risiken und zur Nichterfüllung wichtiger Vorgaben führen. Ein entsprechendes Bewusstsein über bestehende IT-Risiken erzeugt in Unternehmen das Bewusstsein über und den Bedarf an IT-Compliance an den risikobehafteten Stellen. Existiert wiederum eine den vorliegenden IT-Risiken entsprechende IT-Compliance, schützt diese wirkungsvoll gegenüber drohenden IT-Risiken. Weiterhin erzwingt eine verantwortungsvolle und umfängliche IT-Compliance eine korrespondierende IT-Governance. Eine gute IT-Governance beschreibt alle Aspekte, die zur Einrichtung und Erreichung der IT-Compliance notwendig sind. Zudem wird die IT-Governance durch das IT-Risikomanagement forciert und die Anstrengungen der IT-Governance werden durch die IT-Risiken begründet (s. KNOLL U. STRAHRINGER 2017, S. 7). Das GRC-Modell fasst die Inhalte des Kapitels 2.1 zusammen und bringt sie in logische Abhängigkeiten. Zugleich wird die Abgrenzung der Bereiche Compliance, Governance und Risk voneinander deutlich. Die Abbildung 2-1 fasst dies zusammen.



**Abbildung 2-1 Zusammenspiel der Disziplinen Governance, Risk-Management und Compliance im Betrachtungsbereich IT (s. KNOLL U. STRAHRINGER 2017, S. 8)**

## 2.2 Begriffe im Kontext digitale Technologien

In diesem Kapitel werden zunächst die Begriffe Technik und Technologie erläutert (s. Kapitel 2.2.1). Weiterhin werden die Termini Daten sowie Informationen definiert und abgegrenzt (s. Kapitel 2.2.2). Abschließend werden die Begriffe Informationstechnologie (s. Kapitel 2.2.3) und digitale Technologien (s. Kapitel 2.2.4) eingeführt.

### 2.2.1 Bestimmung der Begriffe Technik und Technologie

Der Begriff Technik ist weitverbreitet und besitzt in der Fachliteratur eine Vielzahl an Definitionen (s. ROPOHL 1979, S. 178–179; s. BULLINGER 1994, S. 32; s. HEINRICH ET AL. 2014, S. 16–17; s. BLECK 2004, S. 8–23). BLECK stellt heraus, dass die meisten Definitionen dennoch eine Gemeinsamkeit aufweisen: Sie alle verstehen Technik als die Gesamtheit aller Gegenstände (materiell) und Verfahren (immateriell), mit deren Hilfe der Mensch in die Natur eingreift, um sie nach seinen Wünschen zu verändern (s. BLECK 2004, S. 10). Einen strukturierten Ansatz zur Ordnung und Klassifikation von Technik bietet ROPOHL (1979, S. 178–179). Die Strukturierung erfolgt anhand von drei Funktionsklassen (Wandlung, Transport und Speicherung), die auf drei Objektbereiche (Material, Energie und Information) bezogen werden. Demnach ist die Energieübertragungstechnik ein Beispiel für die Funktionsklasse Transport und den Objektbereich Energie (s. ROPOHL 1979, S. 178–179). Dieser Ansatz zeigt, dass Technik im jeweiligen Kontext der Anwendung betrachtet werden muss (s. BLECK 2004, S. 8–23). In Abbildung 2-2 ist der Klassifikationsansatz von ROPOHL samt einiger Beispiele übersichtlich dargestellt.

Funktionsklasse Objektbereich		Wandlung	Transport	Speicherung
		Produktionstechnik	Transporttechnik	Speicherungstechnik
Materie	Materialtechnik	Verfahrenstechnik Fertigungstechnik	Förderungstechnik Verkehrstechnik Tiefbautechnik	Lagertechnik Hochbautechnik
Energie	Energietechnik	Energiewandlungs- technik	Energie- übertragungstechnik	Energie- speicherungstechnik
Information	IT	Informations- verarbeitungstechnik Mess-, Steuer- und Regelungstechnik	Informations- übertragungstechnik	Informations- speicherungstechnik

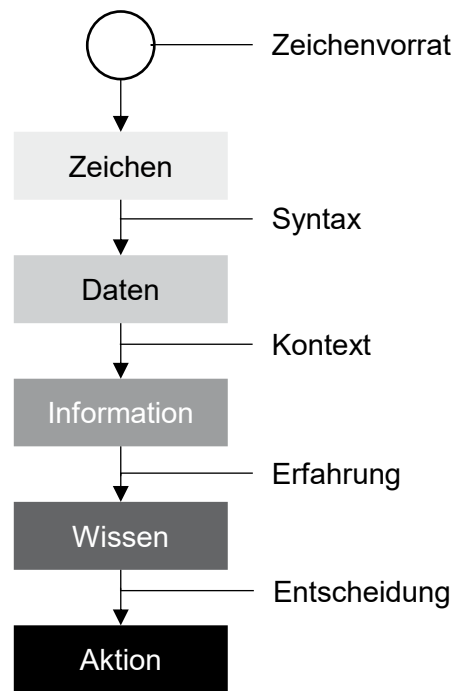
**Abbildung 2-2: Ansatz zur Klassifikation von Technik (s. ROPOHL 1979, S. 178–179)**

Der Begriff Technologie ist mit dem Begriff Technik verwandt, wird jedoch weiter gefasst: Der Herkunft des Begriffs Technologie nach handelt es sich um die Wissenschaft der Technik (s. KRCCMAR 2015, S. 20; s. HEINRICH ET AL. 2014, S. 16–17). Folglich umfasst Technologie die Anwendung theoretischen Wissens (z. B. ingenieurwissenschaftlicher Kenntnisse) auf Technik zur Lösung bestimmter Probleme. Der Begriff Technologie enthält neben dem technischen Wissen zu möglichen Lösungswegen auch eine Verknüpfung mit dem wirtschaftlichen, gesellschaftlichen, sozialen oder politischen Umfeld. Die Übersetzung des englischen Begriffs „technology“ als „Technologie“ führt häufig zu unterschiedlichen Definitionen und Verwirrung, da die tatsächliche Übersetzung „Technik“ lautet (s. MÖHRLE U. ISENMANN 2008, S. 6).

**2.2.2 Bestimmung der Begriffe Daten und Informationen**

Die beiden Begriffe Daten und Informationen werden im Sprachgebrauch nicht trennscharf verwendet und häufig diskutiert (s. KRCCMAR 2015, S. 12; s. LEHNER ET AL. 2008, S. 178–179). Zur themenspezifischen Anwendung der Begriffe existiert in der Literatur eine Vielzahl an unterschiedlichen Definitionen (s. HICKING 2020, S. 21).

Ein populärer Ansatz zur Unterscheidung der Begriffe stellt die Data-Information-Knowledge-Wisdom-Hierarchie (DIKW-Hierarchie) nach ACKOFF (1989) dar. Dieser Ansatz konnte sich insbesondere im Bereich Informationsmanagement durchsetzen (s. NIENKE 2018, S. 17; s. HOFFMANN 2018, S. 15). Wie in Abbildung 2-3 zu sehen ist, wird in dem Modell ein Zusammenhang zwischen Zeichen, Daten, Information, Wissen und Aktion hergestellt.



**Abbildung 2-3: Data-Information-Knowledge-Wisdom-Hierarchie (DIKW-Hierarchie) (eigene Darstellung i. A. a. ACKOFF 1989, S. 8; KRCMAR 2015, S. 12; HICKING 2020, S. 22)**

Die Basis für alle Begriffe bilden Zeichen, von denen es einen bestimmten Vorrat gibt, aus dem die Zeichen ausgewählt werden können. Sobald ein regelbasierter Zusammenhang zwischen den Zeichen hergestellt wird (Syntax), wird von Daten gesprochen. So können etwa die Zeichen  $T=40^{\circ}\text{C}$  mithilfe von Syntax zu  $T = 40^{\circ}\text{C}$ , also in einen Zusammenhang gebracht werden. Erhalten die Daten wiederum eine Anreicherung durch Kontextbezug, werden sie zu Informationen (beispielsweise: Hunde haben mit  $40^{\circ}\text{C}$  eine erhöhte Körpertemperatur). Werden die entstandenen Informationen mit anderen Informationen oder Erfahrungen vernetzt, entsteht hieraus Wissen (beispielsweise: Der Hund sollte mit erhöhter Körpertemperatur bei einem Tierarzt vorgestellt werden) (s. KRCMAR 2015, S. 12; s. LEHNER ET AL. 2008, S. 32–40). Nach AAMODT U. NYGÅRD (1995, S. 196–201) können mittels des gewonnenen Wissens letztlich Entscheidungen getroffen werden, die wiederum zu einer Handlung bzw. Aktion führen (beispielsweise: Vereinbarung eines Arzttermins).

### Information

Der Begriff Information wird im alltäglichen Leben häufig in enger Verbindung mit Nachrichten und Mitteilungen sowie dem Vorgang sich zu informieren verwendet (s. KRCMAR 2015, S. 12; s. LEHNER ET AL. 2008, S. 32–40). Für die vorliegende Dissertation ist das wissenschaftliche Begriffsverständnis aus der Betriebswirtschaft und der (Wirtschafts-)Informatik von Relevanz. In der Betriebswirtschaftslehre existiert keine eindeutige und allgemein anerkannte Definition des Begriffs „Information“ (s. LEHNER ET AL. 2008, S. 35). Häufig wird in der Literatur Information als zweckorientiertes Wissen definiert, das wiederum als Grundlage für die Vorbereitung von betrieblichen Entscheidungen dient (s. DEINDL 2013, S. 11; s. SCHULTE-ZURHAUSEN 2010, S. 70; s.

WITTMANN 1959, S. 14–15). Die Informationen stammen dabei aus unterschiedlichen internen sowie externen Quellen (s. SCHULTE-ZURHAUSEN 2010, S. 70). In der Informatik werden die Begriffe Information und Daten häufig als Synonyme verwendet und nicht näher differenziert (s. LEHNER ET AL. 2008, S. 39). Nach LEHNER ET AL. (s. 2008, S. 39) umfasst der Informationsbegriff das Wissen oder die Kenntnis über Vorgänge und Zustände in der Realität oder der Vorstellungswelt des Menschen. Über diese Definition hinaus existiert das Verständnis, dass Information die Ungewissheit reduziert. Dies zeigt sich insbesondere in handlungsbestimmendem Wissen über historische, gegenwärtige sowie zukünftige Zustände und Vorgänge in der Realität. (s. HEINRICH ET AL. 2014, S. 14)

## Daten

Der Begriff Daten stammt aus dem Lateinischen (*dare, datum*) und bedeutet „gegeben“ oder „Gegebenes“. Daten stellen eine Abbildung der Realität oder der Vorstellungswelt des Menschen dar und bilden die Grundlage, um Informationen zu erhalten (s. LEHNER ET AL. 2008, S. 33). Nach LASSMANN können Daten hinsichtlich der sechs Kriterien Zweck, Herkunft, Funktion, Verarbeitung, Veränderbarkeit oder Zeitaspekte unterteilt werden. Bei der Verwendung von Daten in IT-Systemen wird häufig das Kriterium der Verarbeitung herangezogen, das die Daten in Stamm- und Bewegungsdaten unterteilt. (s. LASSMANN 2006, S. 218; s. SCHUH U. BRAMBRING 2013, S. 35) Abbildung 2-4 zeigt die verarbeitungslogische Datentypisierung nach MERTENS (2009, S. 21), die Daten in Stammdaten und Bewegungsdaten unterteilt. Stammdaten sind zeitlich konstant und werden nur selten verändert (s. LOOS 1999, S. 228–229). Stammdaten können des Weiteren in die beiden Subgruppen betriebswirtschaftliche und technische Stammdaten unterschieden werden. Beispiele für betriebswirtschaftliche Stammdaten sind Kunden- und Lieferantendaten. Die technischen Stammdaten umfassen geometrische und physikalische Eigenschaften wie den Durchmesser eines Drehteils, die Härte eines Werkstoffs oder die chemische Zusammensetzung eines pharmazeutischen Erzeugnisses. (s. MERTENS 2009, S. 21)

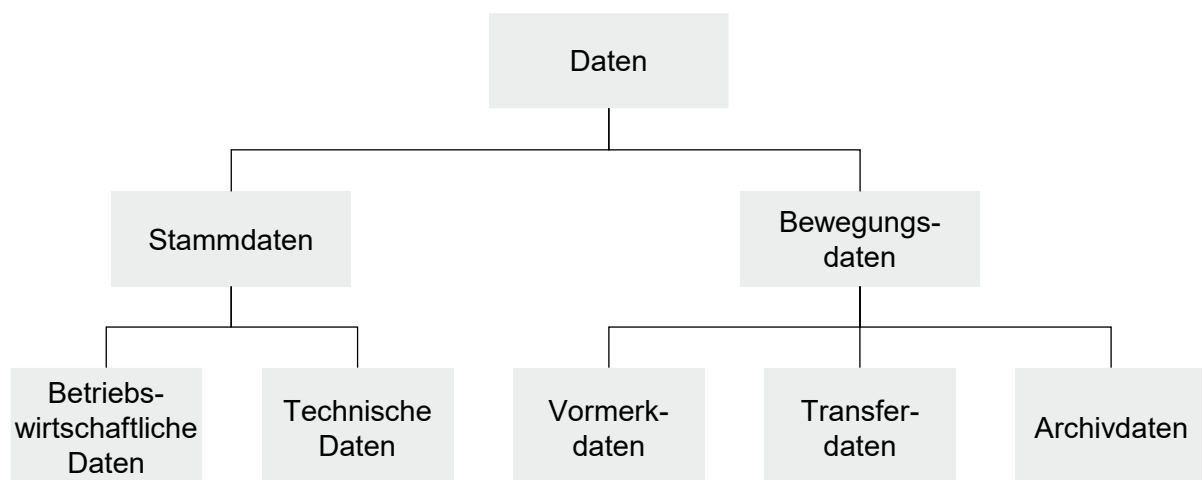


Abbildung 2-4: Typologie der Datenbestände (s. MERTENS 2009, S. 21)

Bewegungsdaten beziehen sich auf Stammdaten und beschreiben Abwicklungsvorgänge sowie betriebswirtschaftliche Vorgänge (s. LOOS 1999, S. 228). Sie lassen sich in die Subgruppen Vormerkdaten, Transferdaten und Archivdaten unterteilen. Kurzfristig benötigte Daten, die einen festgelegten Zeitpunkt zur Löschung haben, werden als Vormerkdaten bezeichnet. Dies können beispielsweise eröffnete Angebote oder offene Posten, Kreditoren sowie Debitoren sein. Transferdaten sind Daten, die von einem Programm erzeugt oder bearbeitet werden und anschließend an ein anderes Programm geliefert werden. Zum Beispiel können Entgeltabrechnung in Programm A erstellt und über einen Transfer dem Hauptbuchhaltungssystem B zur Verfügung gestellt werden. Archivdaten stellen eine weitere Subgruppe der Bewegungsdaten dar. Archivdaten sind Vergangenheitswerte, insbesondere Zeitreihen und historische Aktionen, die gespeichert wurden. Ein repräsentatives Beispiel sind abgespeicherte und archivierte Messwerte einer Qualitätskontrolle. (s. MERTENS 2009, S. 22)

### **2.2.3 Bestimmung des Begriffs Informationstechnologie**

Im Zuge der digitalen Transformation haben Informationstechnologien an Bedeutung gewonnen. Für den Begriff der Informationstechnologie existieren unterschiedliche Definitionen. Einige Autoren und Autorinnen definieren Informationstechnologien als Kombination aus Ressourcen und Organisation zur Speicherung, Verarbeitung und Kommunikation von Informationen. (s. KRCMAR 2015, S. 684) Für andere umfassen Informationstechnologien auch die technischen Komponenten einer Informationsarchitektur oder eines Informationssystems (s. LEHNER ET AL. 2008, S. 42). Neben dem Begriff Informationstechnologie wird häufig auch der Begriff Kommunikationstechnologie verwendet. Nach EIGNER ET AL. (2012, S. 2) beinhaltet die Kommunikationstechnologie alles, was sich auf den Austausch von Daten und Informationen bezieht. Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) werden nach KRCMAR (2015, S. 684) als Gesamtheit betrachtet, die die Speicherung, Verarbeitung, Kommunikation und Organisation von Daten und Informationen sicherstellen. Den Ausführungen von BLECK (2004, S. 11) folgend umfassen Informationstechnologien alle zur Verfügung stehenden materiellen sowie immateriellen Hilfsmittel, die zur Eingabe, Ausgabe, Wandlung, Übertragung und Speicherung von Informationen zur Verfügung stehen. Hierzu zählen unter anderem Übertragungstechnologien, Mensch-Maschine-Schnittstellen oder die IT-Infrastruktur (s. BLECK 2004, S. 11).

Die vorliegende Arbeit verwendet im Folgenden das beschriebene Verständnis nach BLECK für die den Begriff Informationstechnologie.

### **2.2.4 Bestimmung des Begriffs digitale Technologien**

Durch die 4. industrielle Revolution (auch digitale Transformation genannt) hat der Einsatz von Informationstechnologien und digitalen Technologien an Bedeutung gewonnen. Der Begriff der digitalen Technologie ist bisher nicht scharf definiert und wird häufig irrtümlich als Synonym für Informationstechnologien verwendet. (s. STICH ET AL.

2021, S. 8) STICH ET AL. definieren diesen Begriff „als Lösungskomponenten für das digital vernetzte Unternehmen, die aus der Vernetzung betrieblicher Anwendungssysteme, Software- und Hardwarekomponenten bestehen, sodass sie mittels Datenverarbeitung einen datenbasierten Mehrwert in einer Anwendung schaffen“ (s. STICH ET AL. 2021, S. 8). Ebenso sind digitale Technologien ein Mittel zur Erfüllung der strategischen Zielsetzungen in Unternehmen (s. SCHUH ET AL. 2022, S. 87). Die Definition von STICH ET AL. wird dieser Dissertation zugrunde gelegt. Zusammengefasst haben digitale Technologien im Vergleich zu den in Kapitel 2.2.3 beschriebenen Informationstechnologien einen Fokus auf die Datenverarbeitung und den daraus resultierenden neuen Möglichkeiten für Unternehmen. Sie sind der starke Treiber der aktuell stattfindenden vierten industriellen Revolution. (s. SCHWAB 2016, S. 6) Dementsprechend ergibt sich aus der Aktualität die erhöhte Relevanz für die vorliegende Arbeit.

## **2.3 Compliance im Kontext digitaler Technologien**

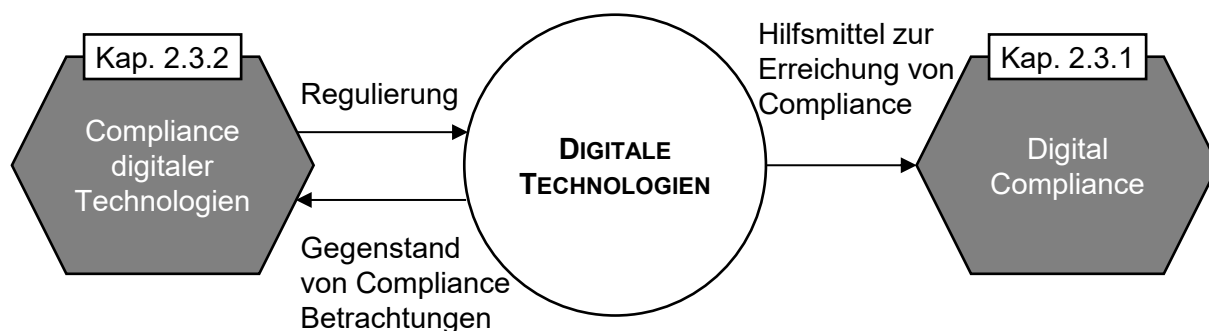
In diesem Kapitel werden die zuvor erläuterten Themenfelder Compliance (s. Kapitel 2.1) und digitale Technologien (s. Kapitel 2.2.4) miteinander verknüpft. Hierbei existieren zwei Sichtweisen, die in den nachfolgenden Kapiteln erläutert werden. Kapitel 2.3.1 stellt die Nutzung von digitalen Technologien für ein erfolgreiches Compliance-Management dar. Anschließend zeigt Kapitel 2.3.2 die Compliance-Anforderungen beim Einsatz digitale Technologien auf. Im Rahmen dieser Dissertation haben beide Sichtweisen eine Daseinsberechtigung, jedoch wird die Sichtweise aus Kapitel 2.3.2 eingenommen.

### **2.3.1 Digital Compliance**

Die fortschreitende Digitalisierung hat nicht nur Auswirkungen auf die Geschäftsprozesse von Unternehmen, sondern auch auf die Compliance-Prozesse. Immer mehr Unternehmen erkennen, dass digitale Technologien genutzt werden können, um potenziellen Compliance-Risiken zu begegnen und eine effektive Einhaltung regulatorischer Vorgaben zu gewährleisten und zu kontrollieren (s. SACKMANN 2008, S. 40–41; s. BRÄUTIGAM ET AL. 2021, S. 20). Hierfür wird häufig der Begriff Digital Compliance verwendet. Ein Beispiel für Digital Compliance ist die steigende Bekanntheit von regulatorischen Technologien (RegTech), die darauf abzielen, Compliance-Prozesse von Finanzinstituten durch den Einsatz technologischer Hilfsmittel effektiver und effizienter zu gestalten. Laut CONTRATTO steht bei der Einführung von RegTech nicht die Arbitrage regulatorischer Anforderungen im Vordergrund, sondern vielmehr das Ersetzen analoger Prozesse durch digitale, um eine effektive Einhaltung regulatorischer Vorgaben zu gewährleisten (s. CONTRATTO 2016, S. 7). Zusammengefasst beschreibt das Verständnis der Digital Compliance den Einsatz digitaler Technologien, um die Prüfung und das Erreichen der Compliance in Unternehmen zu unterstützen.

### 2.3.2 Compliance digitaler Technologien

Der Einsatz digitaler Technologien bringt für die anwendenden Unternehmen neue Herausforderungen im Hinblick auf die Corporate- und IT-Compliance mit sich. Insbesondere durch die Einführung von digitalen Technologien in sämtlichen Geschäfts- sowie Produktionsprozessen entstehen neuartige Risiken. (s. LEESER 2020, S. 86; s. BRÄUTIGAM ET AL. 2021, S. 5) Beispielsweise steigt das Risiko von Cyber-Angriffen aufgrund von Sicherheitslücken wie Standard-Passwörtern in IoT-Sensoren (s. LEESER 2020, S. 86). Nach BRÄUTIGAM ET AL. (2021, S. 17) sind Unternehmen diese Bedenken zu digitalen Technologien bekannt, sie werden jedoch unterschätzt und die Technologien sind weitverbreitet im Einsatz (s. BRÄUTIGAM ET AL. 2021, S. 31). Der sich ergebende Bedarf, wird in wenigen Literaturbeiträgen unter der Formulierung Compliance für digitale Technologien zusammenfasst und als Teil der Corporate Compliance gesehen. Weiterhin wird sowohl der europäische als auch der deutsche Gesetzgeber bei der Regulierung im Bereich Digitalisierung zunehmend aktiv (s. BRÄUTIGAM ET AL. 2021, S. 18). Dabei rückt insbesondere die Compliance von Systemen mit künstlicher Intelligenz in den Fokus. Neben den allgemein geltenden rechtlichen Vorgaben und Regelwerken wie Standards, Normen oder etwa Zertifikaten werden in den diesbezüglichen Ausarbeitungen der Europäischen Kommission auch erstmalig ethische und soziale Aspekte bei der Nutzung von KI berücksichtigt. (s. CORNELIUS 2020, S. 56) Es ist hervorzuheben, dass in der verfügbaren Literatur nur wenige Beiträge zur Definition und Abgrenzung von Compliance digitaler Technologien vorliegen. Dies liegt nach Einschätzung der Autorin an dem Neuheitsgrad der Thematik.



**Abbildung 2-5 Unterscheidung von Compliance für digitale Technologien und Digital Compliance (eigene Darstellung)**

Das in Abbildung 2-5 auf der linken Seite dargestellte Verständnis von Compliance digitaler Technologien wird der vorliegenden Dissertation zugrunde gelegt. Auf dieser Basis wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit eine Methode zur Gestaltung der Compliance digitaler Technologien erarbeitet.

## 2.4 Abgrenzung des Untersuchungsbereichs

Nachdem die terminologische Grundlage geschaffen wurde, erfolgt in diesem Kapitel die Abgrenzung des Untersuchungsbereichs. In Kapitel 1.2 wurde bereits die

Zielsetzung und somit die grundsätzliche Ausrichtung der Arbeit dargelegt. In diesem Kapitel wird nun zusätzlich der Handlungsraum der Dissertation präzisiert und abgegrenzt. Diese Abgrenzung des Untersuchungsbereichs folgt dem Ansatz der Systemtheorie (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 134–135). Die vollzogene Abgrenzung wird in Abbildung 2-6 in einer morphologischen Darstellung zusammengefasst.

Der Titel dieser Dissertation impliziert eine spezifische Ausrichtung auf produzierende Unternehmen als Schwerpunktsektor. Die erlangten Erkenntnisse sollen hauptsächlich innerhalb des Kontextes von produzierenden Unternehmen angewendet werden (s. EUROSTAT 2008, S. 57), obwohl die Compliance-Herausforderungen für digitale Technologien in anderen Branchen ähnliche Merkmale aufweisen können. Der Anwendungsbereich eines Modells bezieht sich auf die Vielfalt der Funktions- und Geschäftsbereiche, die durch ebendieses Modell abdeckbar sind (s. RAUTENSTRAUCH U. SCHULZE 2003). Die vorliegende Dissertation untersucht Compliance für digitale Technologien in allen Unternehmensbereichen. Des Weiteren ist die Unternehmensgröße prinzipiell nicht von Bedeutung, allerdings ist die Anwendbarkeit der Ergebnisse in Kleinstunternehmen begrenzt, da diese oft keine Compliance-Strukturen aufweisen. Da produzierende Unternehmen in der Regel nicht in die Kategorie der Kleinstunternehmen fallen, ist die Einschränkung für das Vorhaben sinnvoll. Die Unternehmensgröße wird gemäß den Angaben der Europäischen Union anhand der Mitarbeiterzahl und des Umsatzes bestimmt (s. EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003, S. 39). Zusätzlich werden die drei Management-Handlungsfelder – Governance, Risk und Compliance – eingeschränkt betrachtet (s. RACZ ET AL. 2010, S. 106). Diese Dissertation legt ihren Schwerpunkt auf Compliance-Richtlinien. Der Modellzweck der vorliegenden Dissertation umfasst sowohl die Beschreibung der Compliance-Relevanz von digitalen Technologien als auch die Erklärung von Wirkungszusammenhängen zur Identifikation erforderlicher Richtlinien. Zudem wird die Ausgestaltung der Compliance-Richtlinien untersucht und ein Vorgehen zur Anwendung der Erkenntnisse in Unternehmen entwickelt (s. LEHNER ET AL. 2008, S. 29–30). Der Kreis der Adressaten und die damit einhergehenden Zwecke der Modellnutzung können zwischen der Gestaltung von Organisationen und Anwendungssystemen differenziert werden (s. ROSEMANN U. SCHÜTTE 1999, S. 28). Das Ziel dieser Dissertation ist es, Compliance-Richtlinien für den Einsatz digitaler Technologien in produzierenden Unternehmen systematisch abzuleiten und somit zur Gestaltung der Organisation beizutragen. Abschließend erfolgt die Validierung der entwickelten Modelle in dieser Arbeit. Dies geschieht insbesondere unter Anwendung sachlogischer Überlegungen und anhand von Fallstudien (s. FETTKE U. LOOS 2004, S. 1–3).

	Merkmal	Ausprägungen			
Anwendung	Wirtschaftszweig (EUROSTAT 2008)	Prod. Industrie	Handel	Dienstleistungen	Über-greifend
	Geltungsbereich (RAUTENSTRAUCH ET AL. 2003)	Unternehmensweites Modell		Partialmodell	
	Unternehmensgröße (EUROPÄISCHE KOMMISSION)	Mikro-unternehmen	KMU	Groß-unternehmen	
	Handlungsebenen (RACZ ET AL. 2010)	Governance	Risk	Compliance	
Modellentwicklung	Modellierungszweck (LEHNER 2008)	Beschreibungsmodell	Erklärungsmodell	Gestaltungsmodell	
	Adressatenkreis (ROSEMAN ET AL. 1999)	Organisationsgestaltung		Anwendungssystemgestaltung	
	Evaluation (FETTKE U. LOOS 2004)	sachlogisch	Fallstudie	Studie	
Dissertationsvorhaben:		Nicht behandelt	behandelt	Teilweise behandelt	

Abbildung 2-6: Abgrenzung des Untersuchungsbereichs (eigene Darstellung)

## 2.5 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden die für das Verständnis der vorliegenden Arbeit wichtigen Begriffe eingeführt. Für die nachfolgenden Kapitel haben die beiden Begriffe „Compliance“ und „digitale Technologien“ eine besondere Relevanz. Im Rahmen dieser Arbeit steht Compliance für die Einhaltung von gesetzlichen Bestimmungen und internen Richtlinien. Digitale Technologien werden als Lösungskomponenten verstanden, die einen datenbasierten Mehrwert schaffen. Diesen Begriffsverständnissen folgend, befasst sich die vorliegende Dissertation mit der Einhaltung von internen wie auch externen Regeln beim Einsatz von Lösungen, die datenbasierte Mehrwerte in Unternehmen schaffen.

Neben den Begriffsdefinitionen wird der Untersuchungsbereich der Arbeit eingeschränkt. Als wesentlichste Einschränkungen für den Untersuchungsbereich sind der Wirtschaftszweig und die Unternehmensgröße zu nennen. Für die vorliegende Arbeit bedeutet dies, dass der Fokus auf kleinen, mittleren und großen Unternehmen in der produzierenden Industrie liegt.



### 3 Stand der Erkenntnisse

In diesem Kapitel werden die bestehenden Beiträge aus der Praxis und der Wissenschaft hinsichtlich des Untersuchungsbereichs dieser Dissertation analysiert. Das Ziel ist die Erstellung einer Bewertungsübersicht aller untersuchten Quellen. Hierfür werden die Beiträge strukturiert sowie anhand der übergeordneten Zielstellung und den Forschungsfragen vorgestellt und bewertet. Der Fokus liegt auf der Identifikation von vorhandenem Wissen und Erkenntnissen, die als Grundlage für die Dissertation verwendet werden können, sowie in der Darlegung von inhaltlichen und methodischen Defiziten in den bestehenden Beiträgen. Auf dieser Basis wird in Kapitel 3.6 der Forschungsbedarf abgeleitet.

Zu Beginn werden die Beschreibungs- und Umsetzungselemente von Compliance beschrieben. Die bisherigen Arbeiten fokussieren hierbei die Beschreibungs- und Umsetzungselemente von Compliance (s. Kapitel 3.1). Daran anschließend werden in Kapitel 3.2 Methoden zur Kommunikation von Compliance in Unternehmen vorgestellt, die sich in der bestehenden Literatur zumeist auf schriftliche Verhaltenskodices, sogenannte Codes of Conduct (CoC) fokussieren. Das anschließende Kapitel 3.3 fokussiert die Unternehmens-IT und Konzepte zur Steuerung derselben mittels Governance und Compliance. Weiterhin werden in Kapitel 3.4 Modelle zur systematischen Betrachtung und Einführung von digitalen Technologien in produzierenden Unternehmen vorgestellt. Diese Modelle finden häufig Anwendung im Zuge der Digitalisierung von produzierenden Unternehmen. Wie im Kapitel der Begriffsdefinitionen bereits verdeutlicht, gleicht der Bereich Compliance für digitale Technologien einer „grünen Wiese“. Folglich sind kaum Modelle zu diesem dedizierten Themenbereich vorzufinden. In Kapitel 3.5 werden deshalb relevante Studien, die den Status quo beschreiben, vorgestellt.

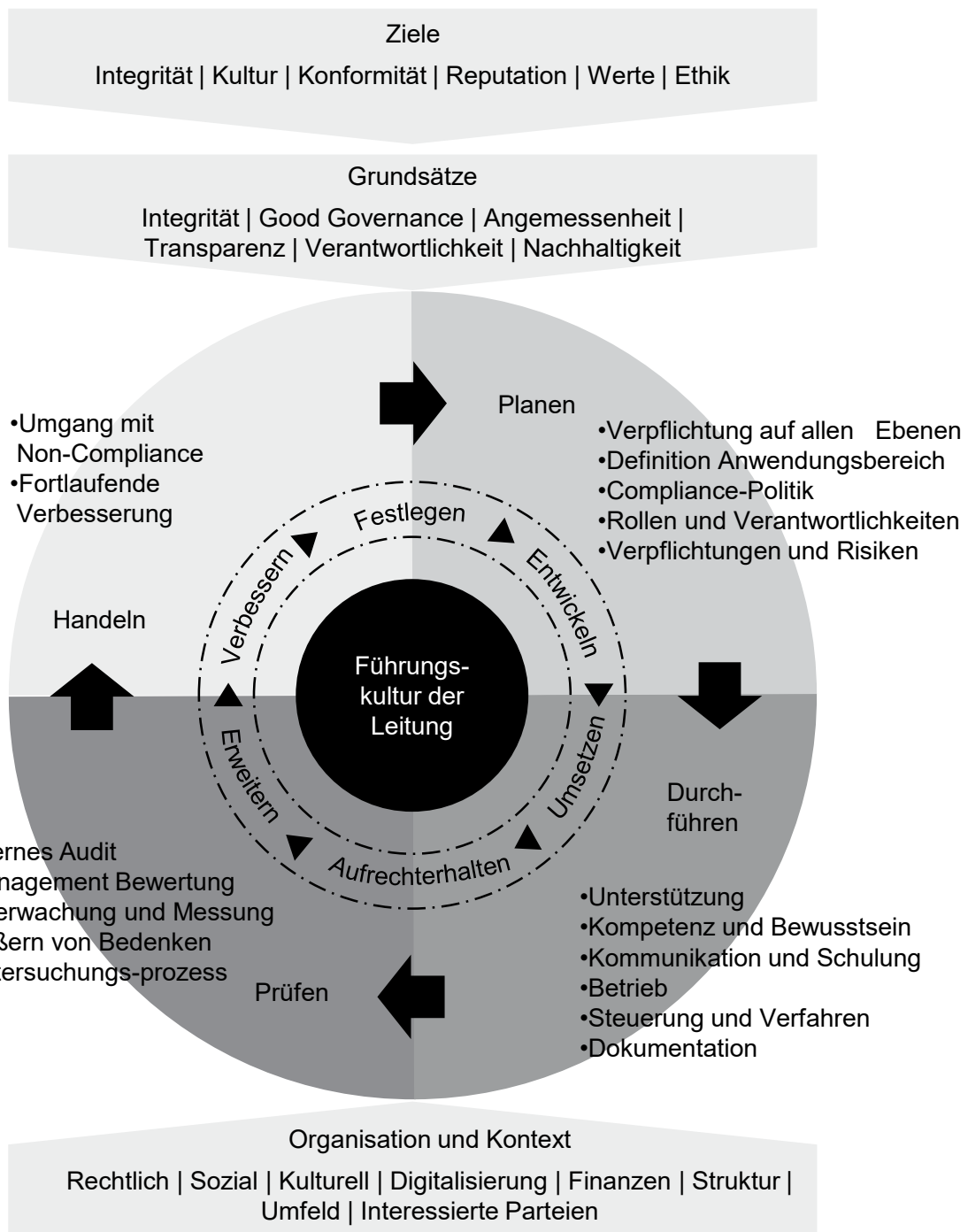
#### 3.1 Beschreibungs- und Umsetzungselemente von Compliance

In diesem Kapitel werden verschiedene Vorarbeiten untersucht, welche die Elemente zur Beschreibung und Umsetzung von Compliance beschreiben. Die Vorarbeiten beziehen sich auf eine unternehmensweit gültige (Corporate) Compliance. Dies wird in der Literatur häufig unter dem Begriff Compliance-Management-System aufgeführt. Nachfolgend werden die Vorarbeiten zusammengefasst und in den Kontext des Dissertationsvorhabens eingeordnet.

##### **Leitlinien für Compliance-Management-Systeme nach DIN ISO 37301:2021-11**

Die international gültige Norm DIN ISO 37301:2021-11 beschreibt die Anforderungen samt Leitlinien zur Anwendung von Compliance-Management-Systemen (CMS) im Rahmen der Umsetzung einer Corporate Compliance in Unternehmen. Sie gilt für alle Unternehmen, unabhängig von deren Größe und strukturellem Aufbau. Zudem dient sie als Typ-A-Norm als Standard für externe Zertifizierung. Das Ziel ist die Unterstützung von „Organisationen bei der Entwicklung und Verbreitung einer positiven Compliance-Kultur“ (s. DIN ISO 37301:2021-11, S. 7). Dabei sollen die auftretenden

Compliance-Risiken wirksam und solide gemanagt werden. Die tragenden vier Säulen eines effizienten Compliance-Management-Systems sind Ziele, Grundsätze, die Organisation und ihr Kontext sowie eine entsprechende Führungskultur. Die Säule der Ziele enthält Inhalte zu Bereichen wie Integrität und Konformität. Die Säule der Grundsätze bildet die Basis für die Compliance-Führung. Die Grundsätze zu Bereichen wie Transparenz und Verantwortlichkeit werden durch die Compliance-Politik festgelegt (s. DIN ISO 37301:2021-11, S. 39–42). Die letzte Säule eines effizienten CMS beinhaltet die Organisation und den zugehörigen Kontext. Demnach müssen in der Organisation sowohl externe als auch interne Themen ausgewählt werden, „die für ihren Zweck relevant sind und sich auf ihre Fähigkeit auswirken, die beabsichtigten Ergebnisse ihres Compliance-Management-Systems zu erreichen“ (s. DIN ISO 37301:2021-11, S. 15). Diese Themen können vielfältig sein, unter anderem zählen rechtliche, soziale, kulturelle und Themen aus dem Bereich Digitalisierung (s. DIN ISO 37301:2021-11, S. 15).



**Abbildung 3-1 Anwendung von CMS in der Corporate Compliance (s. DIN ISO 37301:2021-11, S. 8)**

Zusammengefasst zeigt die DIN ISO 37301:2021-11 Norm vier zentrale Säulen zur Anwendung von Compliance durch entsprechende Compliance-Management-Systeme in Unternehmen auf. Die geschilderten Säulen ergeben in Summe eine geschlossene und anwendbare Methode. Jedoch sind die Inhalte sehr generisch, sodass diese für Unternehmen jeglicher Größe und Branche gültig sind. Weiterhin mangelt es an konkreten Beispielen zur Umsetzung aus der Praxis. Ansonsten liegt der Fokus auf unternehmensweiter Compliance. Die im Rahmen dieser Dissertation gewählte

Fokussierung auf den Einsatz digitaler Technologie in produzierenden Unternehmen liegt nicht vor.

### **Grundsätze ordnungsmäßiger Prüfung von Compliance nach IDW PS 980**

Das Institut der Wirtschaftsprüfer in Deutschland (IDW) präsentiert in der IDW PS 980 die Grundsätze ordnungsmäßiger Prüfung von Compliance. Der Fokus fällt auf die Einrichtung, Ausgestaltung und Überwachung von Compliance-Management-Systemen. Der Umfang und die Ausgestaltung obliegen dem gesetzlichen Vertreter des Unternehmens (s. IDW PS 980, S. 7). Nach dem IDW sind hierbei sieben Grundelemente zu berücksichtigen. Diese werden nachstehend in Tabelle 3-1 zusammengefasst. Alle Grundelemente stehen zueinander in Wechselwirkung und sind in die üblichen Geschäftsabläufe integriert (s. IDW PS 980, S. 10–30).

**Tabelle 3-1: Grundelemente einer Compliance (s. IDW PS 980, S. 5–6 von der Autorin leicht gekürzt)**

<b>Compliance Grundelement</b>	<b>Beschreibung</b>
<b>Kultur</b>	Wird entscheidend durch die Grundeinstellung und das Verhalten des Managements und der Rolle eines Aufsichtsorgans geprägt. Die Kultur ist die Basis für Angemessenheit und die Wirksamkeit eines CMS in Unternehmen.
<b>Ziele</b>	Eine Zielvorgabe, welche mithilfe des CMS erreicht werden soll, wird regelmäßig durch den gesetzlichen Vertreter bestimmt. Hierzu zählen die einzuhaltenden Regeln für den entsprechend zuvor festgelegten Teilbereich.
<b>Risiken</b>	Mithilfe eines systematischen Vorgehens zur Erkennung von Berichterstattung von Risiken werden mögliche Verstöße und das Verfehlen der Compliance-Ziele vorab adressiert. Die Compliance-Risiken werden analysiert und mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit bewertet.
<b>Programm</b>	Das Compliance-Programm beinhaltet Grundsätze und Maßnahmen zur Reduktion der Compliance-Risiken. Das Programm wird dokumentiert, sodass es unabhängig von Personen wirkt.
<b>Organisation</b>	Das CMS wird in die Aufbau- und Ablauforganisation integriert und erhält vom Management die erforderlichen Ressourcen, Rollen sowie Verantwortlichkeiten zugeordnet.
<b>Kommunikation</b>	Es gilt, die betroffene Belegschaft über das Programm sowie die Verantwortlichkeit zu informieren, sodass diese ihre Aufgaben verstehen und ihnen nachkommen kann. Der Berichtsweg

	von Risiken und möglichen Verstößen ist zusätzlich festzulegen.
<b>Überwachung und Verbesserung</b>	Auf Basis einer Dokumentation des CMS wird dieses überwacht und hinsichtlich Schwachstellen und Regelverstößen überprüft. Der gesetzliche Vertreter ist für die Beseitigung der Mängel und die Herbeiführung einer Verbesserung zuständig.

Zusammengefasst zeigt das Institut der Wirtschaftsprüfer in Deutschland in dem Prüfungsstandard IDW PS 980 sieben Grundelemente zur Einrichtung, Ausgestaltung und Überwachung von Compliance auf. Es handelt sich hierbei lediglich um generische Zielbeschreibungen und es fehlt eine konkrete Methode, die Unternehmen bei der Gestaltung des CMS unterstützt. Weiterhin sind keine Handlungs- und Umsetzungsempfehlungen sowie Praxisbeispiele zur Einführung eines CMS aufgeführt. Zudem besteht kein expliziter Bezug zur Compliance von IT oder digitalen Technologien.

### **Deutscher Corporate Governance Kodex der Regierungskommission**

Der Deutsche Corporate Governance Kodex (DCGK) der Regierungskommission „enthält Grundsätze, Empfehlungen und Anregungen für den Vorstand und den Aufsichtsrat, die dazu beitragen sollen, dass die Gesellschaft im Unternehmensinteresse geführt wird“ (s. DCGK 2019, S. 2). Hierfür wurden 25 Grundsätze formuliert, wovon Grundsatz 4 und 5 die Gestaltung der Corporate Compliance tangieren.

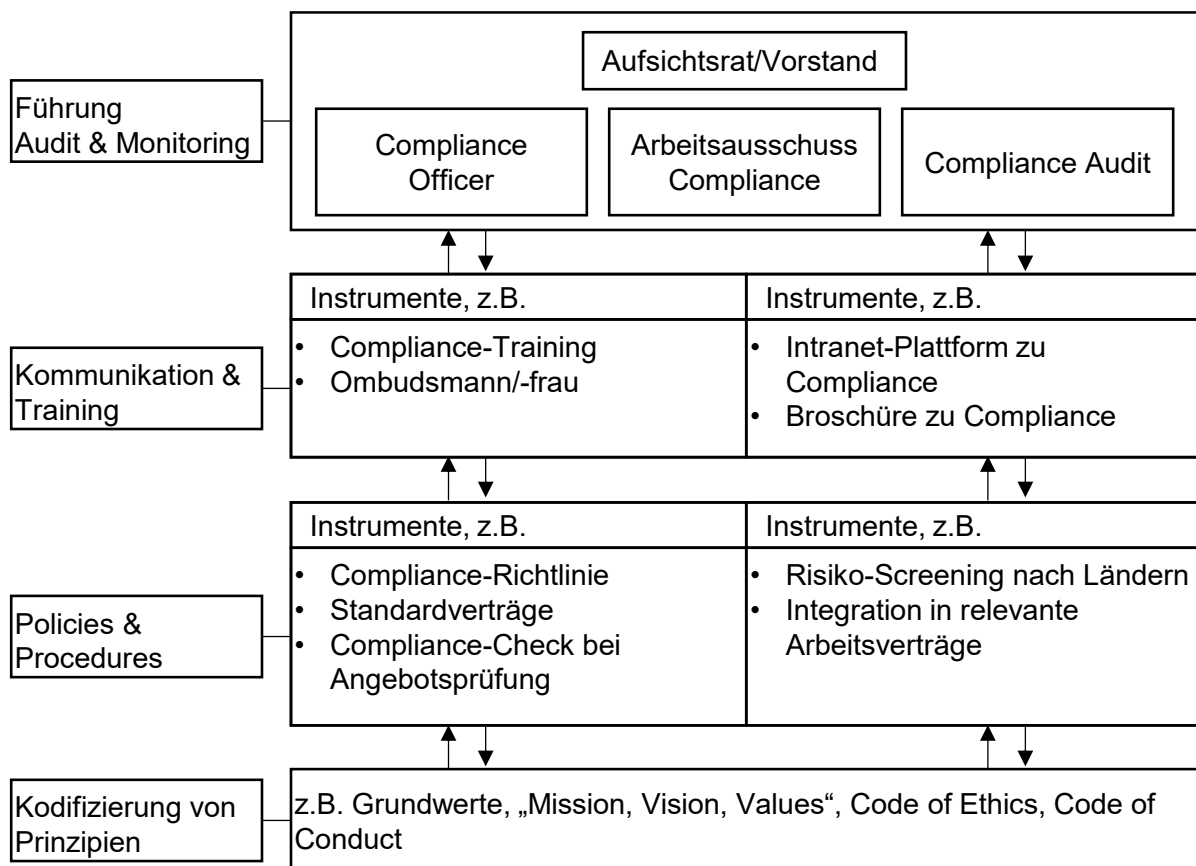
Nach Grundsatz 4 ist ein verantwortungsvoller Umgang mit den Risiken, welche durch die Geschäftstätigkeit bestehen, sicherzustellen. Hierzu sind wirksame interne Kontroll- und Risikomanagementsysteme anzuwenden. Der nachfolgende Grundsatz 5 detailliert diese Anforderung. Er besagt, dass der Vorstand für die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen und auch der eigenen internen Richtlinien Sorge zu tragen hat. Der DCGK (2019, S. 4) empfiehlt zur Einhaltung der Grundsätze 4 und 5 die Nutzung eines CMS, das anhand des bestehenden Risikos gestaltet wird und in seinen Grundzügen transparent und offen ist. Das Ziel ist die Befähigung von Mitarbeitenden und Dritten zur Meldung von Hinweisen auf Rechtsverstöße im Unternehmen.

Zusammengefasst beschreibt der DCGK lediglich die Notwendigkeit und Zielsetzung von Compliance, nennt jedoch keine genaue inhaltliche Ausgestaltung. Zudem mangelt es an einer Methodik für Unternehmen zur Einführung eines CMS und es besteht keine explizite Fokussierung auf IT und digitale Technologien in Unternehmen.

### **Compliance-Management-System nach WIELAND**

WIELAND (2008, S. 167) stellt ein Compliance-Management System auf, das auf vier Elementen beruht. Diese Elemente wirken gemeinsam darauf hin, dass Bedingungen in einer Organisation herrschen, die es erlauben auf eine integre sowie erfolgreiche Art und Weise Geschäfte zu machen. Das Ziel ist die Erstellung eines präventiv sowie effizient und effektiv wirkenden CMS, welches dolose Handlungen verhindert. WIELAND

zeigt eine CMS-Struktur, welche auf der Kodifizierung von Werten und Prinzipien basiert. Dies kann zum Beispiel in Form eines Code of Ethics oder der Formulierung von „Mission, Vision, Values“ erfolgen. Zusätzlich zur Kodifizierung existiert das Element der sogenannte „Policies and Procedures“. Dieses Element steht in Wechselwirkung mit den Kodices und wird durch verschiedene Instrumente umgesetzt. Zwei beispielhafte Instrumente können Compliance-Richtlinien (Policy) oder ein standardmäßiges Risiko-Screening nach Ländern (Procedure) sein. Als weiteres Element sind die Kommunikation und das Training vorgesehen. Dieses Element setzt mit seinen Instrumenten die Policies, Procedures und Kodices um. Hierfür können unter anderem ein Compliance-Training, eine Broschüre oder eine Ombudsperson eingesetzt werden. Mittels des Elements der Führung, des Audits sowie des Monitorings werden die eingesetzten Instrumente kontrolliert. Hiermit beauftragt sind neben dem Vorstand die Rolle des Compliance Officer, ein entsprechender Arbeitsausschuss zur Thematik Compliance und das interne Compliance-Audit-Team. Weiterhin stellt WIELAND dar, dass das Wertemanagement in engem Zusammenspiel mit dem Compliance-Management steht. (s. WIELAND 2008, S. 168)



**Abbildung 3-2 Inhalte eines Compliance-Management Systems nach WIELAND (s. WIELAND 2008, S. 167)**

Zusammengefasst stellt WIELAND eine gesamtheitliche Methode vor, welche die zentralen Elemente einer Corporate Compliance beschreibt. Speziell wird der Fokus hierbei auf die Werte und die Moral von Unternehmen gelegt. Es mangelt jedoch an Hinweisen und expliziten Vorschlägen zur erfolgreichen Einführung und Nutzung des

CMS in Unternehmen. Zudem stehen weder die IT noch digitale Technologien im Fokus der Betrachtungen.

### **Compliance-Management-System nach KREMER U. KLAHOLD**

KREMER U. KLAHOLD (2010) folgen dem Ansatz, dass ein effizientes Compliance-Management aus drei zentralen Bestandteilen besteht. Zum einen ist die Verpflichtung des Vorstands zur Herbeiführung von Compliance wichtig. Zum anderen wird eine unternehmensindividuelle Compliance-Struktur benötigt. Ferner ist ein Compliance-Programm notwendig, das die Mitarbeitenden informiert, Risiken identifiziert und Berichte sowie Handlungsmöglichkeiten hervorbringt. (s. KREMER U. KLAHOLD 2010, S. 122–123) Das Compliance-Programm verfolgt nach KREMER U. KLAHOLD das Ziel, Rechtsverstöße in ausgewählten Bereichen mittels „Prävention durch Informieren“ zu verhindern. Diesem Compliance-Programm folgend sind drei Elemente nötig. Ein Grundelement ist das Informieren der Mitarbeitenden, sodass diese für Compliance-Themen sensibilisiert sind. Hierfür können Werkzeuge wie Konzernrichtlinien, Merk- und Informationsblätter sowie Schulungsmaßnahmen eingesetzt werden (s. KREMER U. KLAHOLD 2010, S. 128–132). Ein weiteres Element ist die Identifikation von Compliance-Verstößen durch bspw. Compliance-Audits oder eine Whistleblower-Hotline (s. KREMER U. KLAHOLD 2010, S. 132–134). Ferner wird aufgeführt, dass aufgedeckte Vorkommnisse einen Bericht und Handlungen zur Folge haben. Dies kann sowohl personelle Konsequenzen umfassen als auch die Kooperation mit (Ermittlungs-)Behörden wie dem Bundeskartellamt. Letztlich sollte das Compliance-Programm auf Basis der Ergebnisse der Audits sowie von einzelfallbezogenen Maßnahmen angepasst werden (s. KREMER U. KLAHOLD 2010, S. 135–138).

Zusammengefasst beschreiben KREMER U. KLAHOLD drei Elemente einer Corporate Compliance und führt hierzu einige klassische Werkzeuge zur Umsetzung an. Dennoch mangelt es an einer Methode zur praxisnahen Einführung der Elemente samt ihrer Werkzeuge. Zudem findet die explizite Anwendung auf IT und digitale Technologien keine Berücksichtigung.

### **Zusammenfassung**

Es existieren viele Modelle und auch Standards für die Umsetzung und Beschreibung von Compliance in Unternehmen. Grundlegend verfügen sie alle über eine ähnliche inhaltliche Basis. Die Ansätze haben teilweise verschiedene Schwerpunkte und weisen jeweils wenig konkrete Umsetzungsempfehlungen und Beispiele auf. Weiterhin ist bei allen Arbeiten bisher keine Berücksichtigung von IT und digitalen Technologien vorzufinden. Im Rahmen dieser Dissertation könnten die Vorarbeiten als Anhaltspunkte genutzt werden, jedoch müssen sie in den Kontext digitaler Technologien eingebettet werden. Die im Rahmen dieser Dissertation zu entwickelnde Methode soll insbesondere den speziellen Anforderungen an die Gestaltung von Compliance digitaler Technologien nachkommen und Unternehmen mit einer einfachen Methode befähigen, den neuen Anwendungsbereich von Compliance bei digitalen Technologien

zu erschließen. Das heißt, zusammenfassend wird ein spezifisches Werkzeug zur Umsetzung der Compliance digitaler Technologien entwickelt.

### **3.2 Methoden zur Kommunikation von Compliance**

Aufbauend auf den Inhalten einer Compliance aus Kapitel 3.1 geht es in diesem Kapitel um die Gestaltung der Kommunikation von Compliance-Richtlinien insbesondere in schriftlicher Form mittels eines Regelwerks, das auch häufig Code of Conduct oder Verhaltenskodex genannt wird (s. SCHACH U. CHRISTOPH 2015, S. 21). Dass die Kommunikation ein zentrales Element in der Umsetzung einer Compliance ist, wurde mehrheitlich durch die Autoren im vorherigen Kapitel 3.1 gezeigt.

#### **Kommunikation von Compliance-Themen und -Regeln nach SCHACH U. CHRISTOPH**

Nach SCHACH U. CHRISTOPH sollte der Kommunikation von Compliance-Themen und -Regeln strategisch angegangen werden, um eine „nachhaltige Akzeptanz des Regelwerkes“ (s. SCHACH U. CHRISTOPH 2015, S. V) zu schaffen. Zentrales Dokument in Unternehmen kann dabei ein Code of Conduct sein, der nach sprachlichen und strukturellen Vorgaben verfasst wird, sodass komplizierte juristische wie auch ethische Richtlinien und Werte positiv verstärkend im Unternehmen kommuniziert werden. (s. SCHACH U. CHRISTOPH 2015, S. V) Das Ziel ist die Förderung von gewünschten Handlungen und die Vermeidung unerwünschten Verhaltens (s. SCHACH U. CHRISTOPH 2015, S. 21). Dies geschieht hauptsächlich in den Themenbereichen Anforderungen an das Verhalten, juristische Erfordernisse, Umgang mit Personen und Informationen sowie soziale und ökologische Aspekte (s. SCHACH U. CHRISTOPH 2015, S. 23). Ein Code of Conduct (CoC) weist als sehr spezielle Textsorte die Besonderheit der Obligationsfunktion vor. Das bedeutet, dass der Empfänger des Code of Conduct sich verbindlich verpflichtet, dem Aussteller des Dokuments gegenüber bestimmte Handlungsweisen zu vollziehen. Mittels der sprachlichen Gestaltung des Textes wird die Selbstverpflichtung zu einer bestimmten Handlung eingefordert. Hier kommen insbesondere performative Formeln und bestimmte Verben als Hilfsmittel zum Einsatz. Verben, die eine Selbstverpflichtung verdeutlichen, sind beispielsweise „versprechen“, „sich verpflichten“, „übernehmen“, „sich bereit erklären“, „garantieren“ oder „sich verbürgen“. Weiterhin sind Richtlinien im Rahmen einer Compliance häufig in der Wir-Form verfasst, sodass jeder Mitarbeitende integriert wird. Dies entspricht Formulierungen wie „Wir halten uns an“ und „Das Unternehmen verpflichtet sich“. (s. SCHACH U. CHRISTOPH 2015, S. 23) Über die schriftliche Gestaltung des Code of Conducts hinaus können auch sprachliche Gelöbnisse die Selbstverpflichtung zum Ausdruck bringen (s. SCHACH U. CHRISTOPH 2015, S. 23).

Zusammenfassend erläutern SCHACH U. CHRISTOPH die Grundlagen zur Verschriftlichung von Compliance-Regeln, mit dem Fokus auf der Formulierung eines Code of Conducts. Dabei werden die Ziele des Code of Conducts erläutert und die hierzu unterstützenden Instrumente zur Umsetzung der Obligationsfunktion erklärt. Zudem werden kurze, beispielhafte Verben zur Formulierung eines Code of Conducts genannt.

Begleitende Maßnahmen zur Compliance-Kommunikation werden ebenfalls aufgezeigt.

### **Compliance-Kommunikation nach FEMERS-KOCH**

FEMERS-KOCH (2018) erläutert in ihrem Beitrag verschiedene Ansätze zur Kommunikation von Compliance-Themen und -Richtlinien. Die Schwierigkeit liegt nach FEMERS-KOCH darin, dass Unternehmen nur selten den Aufbau und die Art und Weise ihrer Compliance-Kommunikation preisgeben (s. FEMERS-KOCH 2018, S. 22). Dennoch liefert der Beitrag einen selektiven Einblick in sogenannte strategisch angelegte Compliance-Kampagnen (s. FEMERS-KOCH 2018, S. 23; 2018, S. 12). Innerhalb einer Kampagne können unterschiedliche Elemente zur Kommunikation genutzt werden. Beispielsweise wurde bei Audi eine Compliance-Marke erfolgreich etabliert, die den Slogan „Protect what you love“ trägt. Ein weiteres beispielhaftes Element ist die gute Vernetzung der Compliance-Verantwortlichen und -Kommunikatoren im Unternehmen, welche über eine entsprechende sozialkommunikative Qualifikation verfügen. (s. FEMERS-KOCH 2018, S. 16) Neben Compliance-Marken und Vernetzung der Compliance-Rollen ist ein weiteres Element die Nutzung von Emotionalität in der kommunikativen Ansprache. Negativ belegte Emotionen wie Wut und Scham sind nicht gut geeignet, da sie zu vermehrtem Widerstand führen. Positiv konnotierte Emotionen wie Freude und Glück führen im Zusammenhang mit Compliance häufig zu Irritationen anstatt zu erwünschtem Compliance-Verhalten. Das Ziel ist es hingegen, ein emotionales inneres Störgefühl zu erzeugen, wenn Mitarbeitende vor der Entscheidung stehen, sich nicht-compliant zu verhalten. (s. FEMERS-KOCH 2018, S. 17) Unter Berücksichtigung einer angemessenen Dosierung von Emotionalität in der Compliance-Kommunikation kann dies ein unterstützendes Element sein. FEMERS-KOCH gibt neben den drei genannten Elementen einer Compliance-Kampagne zu bedenken, dass bei schriftlich formulierten und veröffentlichten Regeln oder Selbstverpflichtungserklärungen wie einem Code of Conduct eine Problematik bei der Anwendung in Alltagssituationen auftreten kann. Dies liegt an der Unschärfe von Compliance-Themen und daran, dass ein Alltagsfall häufig nicht den Use Cases der Compliance-Regeln entspricht. Dennoch werden solche Informationsquellen von Mitarbeitenden im Rahmen der Compliance-Kommunikation dankbar aufgenommen und genutzt. (s. FEMERS-KOCH 2018, S. 58)

Zusammengefasst beschreibt FEMERS-KOCH die Kommunikation von Compliance-Themen und -Richtlinien mittels einer Compliance-Kampagne. Hierfür können verschiedene Instrumente in der Kampagne eingesetzt werden. FEMERS-KOCH zeigt hierzu viele plastische und realitätsnahe Beispiele auf. Allerdings fehlt es an konkreten Maßnahmen zur Verfassung der Compliance-Richtlinien, die eine möglichst hohe Akzeptanz erzielen.

### **Reaktanztheorie in der Compliance-Kommunikation nach RAAB ET AL.**

RAAB ET AL. beschreiben, basierend auf den klassischen Arbeiten von BREHM, die psychologische Reaktanztheorie, die besagt, dass eine Beeinflussung bei Menschen durch die Einschränkung der Freiheit, hinsichtlich von Verhaltensalternativen und

Meinungen, erfolgt. Die Reaktanz umfasst die Motivation des Menschen, seinen eingegengten Freiheitsraum wiederherzustellen (BREHM 1966; zit. n. RAAB ET AL. 2016, S. 73). Im Kontext der Compliance-Kommunikation wirft dies die Frage auf: Wie reagieren Mitarbeitende auf die Kommunikation der freiheitseinschränkenden und selbstverpflichtenden Compliance-Richtlinien in einem Code of Conduct? Nach RAAB ET AL. (2016, S. 74) wird Kommunikation als einengend empfunden, wenn sie beispielsweise als einseitig und unfair wahrgenommen wird oder der Empfänger vermutet, dass die Kommunikation systematischen Fehlinformationen zugunsten des Absenders unterliegt. Eine solche Einengung kann verschiedene mögliche Reaktanzeffekte auslösen und diese sind allgemein nach BREHM (1966, S. 98–117) in fünf Kategorien einzuteilen:

- Direkte Wiederherstellung der Freiheit
- Indirekte Wiederherstellung der Freiheit
- Subjektive „Responses“, z. B. Attraktivitätsveränderung und Meinungsänderung
- Versuch, die erfolgte Freiheitseinengung zu leugnen
- Ausweichen auf andere Freiheitsspielräume oder Erhalt derselben

Zusammenfassend zeigen RAAB ET AL. (2016) mit Bezug auf die Reaktanztheorie von BREHM (1966) auf, wie Personen auf die empfundene Einengung ihrer Freiheitsspielräume reagieren. Diese genau erforschte Theorie bietet wichtige grundlegende Erkenntnisse, die bei dem Schreiben von Compliance-Richtlinien zu berücksichtigen sind. Somit sind die Erkenntnisse der Reaktanztheorie für die Anwendung der Methode, die im Rahmen dieser Dissertation erstellt wird, von Relevanz.

### **Zusammenfassung**

Bei der Formulierung von Compliance-Richtlinien und Verhaltenskodices sind einige Aspekte zu beachten. Die vorgestellten Arbeiten bieten einen guten Überblick über die Kommunikationsinstrumente sowie Hinweise beim Formulieren von Verhaltenskodices. Im Rahmen der Dissertation werden Compliance-Richtlinien erstellt und in Form eines Schriftstücks angelehnt an einen Code of Conduct aufbereitet. Hierbei sind die in diesem Kapitel vorgestellten Aspekte relevant. Diese könnten im Rahmen der Dissertation zu Erstellung von Compliance-Richtlinien genutzt werden.

## **3.3 Modelle zur Steuerung der Unternehmens-IT unter Aspekten von Governance und Compliance**

Um die zunehmend komplexer werdende Unternehmens-IT zu steuern und gleichzeitig deren zunehmender Bedeutung nachzukommen, werden häufig Frameworks und Modelle herangezogen. Diese verfolgen verschiedene Ziele und fokussieren meist IT-Prozesse. In diesem Kapitel werden die verbreiteten Ansätze zu Steuerung der Unternehmens-IT vorgestellt.

### **Control Objectives for Information and Related Technology (COBIT)**

COBIT ist ein Framework, das einen umfassenden Rahmen für die Governance und das Management von Informationen und Technologie (I&T) im gesamten

Unternehmen bietet (s. ISACA 2019, S. 9). Es ist ein international anerkanntes Rahmenwerk, das Organisationen dabei hilft, ihre IT-Systeme effektiv zu verwalten und zu steuern. (s. HAES ET AL. 2020, S. 158). COBIT wurde erstmals 1996 von der ISACA (Information Systems Audit and Control Association) mit dem Ziel eingeführt, einen standardisierten Satz von Richtlinien für die IT-Governance zur Verfügung zu stellen. Seitdem wurde COBIT mehrfach überarbeitet, zuletzt zu COBIT 2019. (s. HAES ET AL. 2020, S. 125–126) Das COBIT-Framework soll Unternehmen dabei unterstützen, ihre strategischen Ziele zu erreichen, indem es sicherstellt, dass ihre IT-Systeme auf die Geschäftsziele ausgerichtet sind und effektiv verwaltet und kontrolliert werden. Um die Unternehmensziele bestmöglich zu unterstützen, müssen Governance- und Managementziele umgesetzt werden. Dabei ist zu beachten, dass Governance- und Managementziele immer einen Bezug zu einem Prozess aufweisen, und zwar Governanceziele zu einem Governanceprozess und Managementziele zu einem Managementprozess. Die Verantwortung für Governanceprozesse ist für gewöhnlich in der Geschäftsführung verortet und die Verantwortung für Managementprozesse ist im oberen und mittleren Management allokiert. (s. ISACA 2019, S. 11; s. HAES ET AL. 2020, S. 141) Weiterhin werden in COBIT Komponenten definiert, die zum Erreichen der Governance- und Managementziele in unternehmensinternen Governance-Systemen gegeben sein sollten. Diese Komponenten umfassen, wie Abbildung 3-3 zu entnehmen ist, Prozesse, Organisationsstrukturen, Richtlinien und Verfahren, Kultur, Informationen, Fähigkeiten und Kompetenzen sowie Infrastruktur, Applikationen und Services.



**Abbildung 3-3 Komponenten eines Governance-Systems (s. ISACA 2019, S. 13)**

Diese Komponenten können sowohl einzeln als auch im Zusammenspiel zur Zielerreichung beitragen. Weiterhin findet eine Interaktion zwischen den Komponenten statt, was ein ganzheitliches Governance-System für Information und Technologie herbeiführt. (s. ISACA 2019, S. 12; s. HAES ET AL. 2020, S. 144–145)

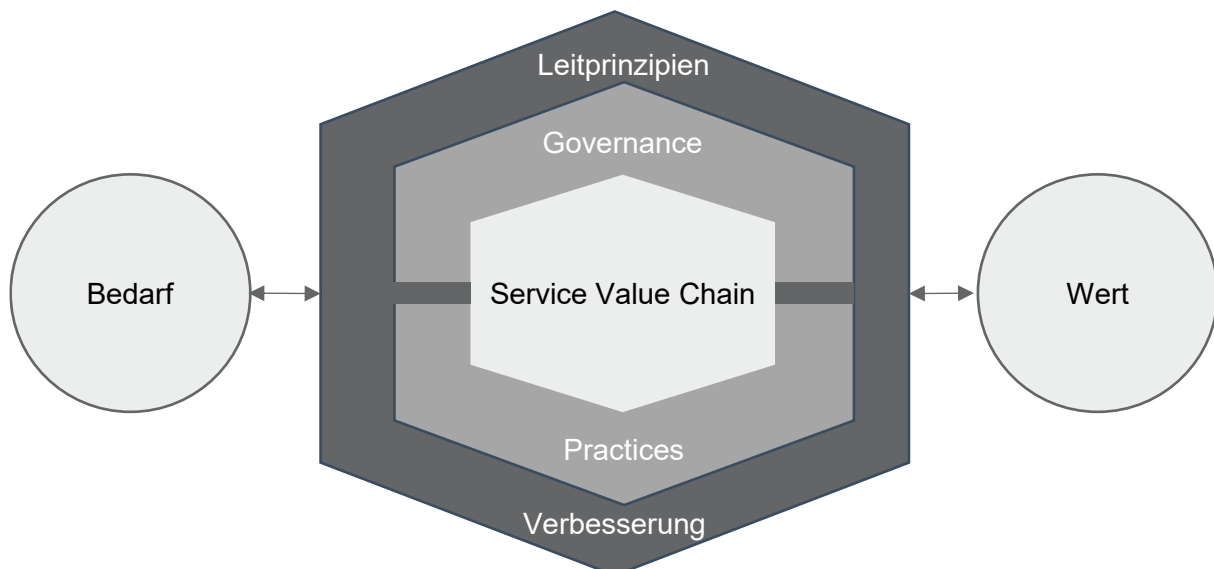
Insgesamt bietet das COBIT-Framework einen umfassenden Satz von Richtlinien für IT-Governance und -Management. Durch die Einhaltung dieser Richtlinien können Unternehmen sicherstellen, dass ihre IT-Systeme den Geschäftszielen entsprechen und effektiv verwaltet und kontrolliert werden. COBIT stellt allerdings keine Compliance-Richtlinien bereit, sondern fokussiert sich auf operative Governance in Unternehmen. Zudem ist das COBIT-Framework sehr umfassend und mit wenig Praxisbeispielen gestaltet. Aus Sicht der Autorin stellen die fehlende Anwendungsbeispiele eine Hürde für die Anwendung in Unternehmen dar.

### **Information Technology Infrastructure Library (ITIL)**

Die Information Technology Infrastructure Library (ITIL) ist eine Sammlung von Best Practices und Richtlinien für das IT-Servicemanagement, die einen umfassenden Rahmen für das IT-Servicemanagement (ITSM), die Ausrichtung der IT-Services an den

Geschäftszielen, das IT-Risikomanagement und die Verbesserung der IT-Servicebereitstellung bietet. Die IT Infrastructure Library (ITIL) ist ein Framework für das IT-Servicemanagement, das kontinuierlich weiterentwickelt wurde. Die aktuelle Version, ITIL v4, stellt die am weitesten verbreitete Richtlinie für das IT-Servicemanagement dar, ITIL v4 wird sowohl im Studium als auch von erfahrenen Professionals in der Industrie angewendet. ITIL verwendet ein durchgängiges Beispiel, anhand dessen die vermittelten Inhalte auf ein fiktives Unternehmen übertragen werden. (s. AXELOS 2019, S. 10)

Das ITIL-4-Framework besteht aus zwei zentralen Bestandteilen: dem ITIL Service Value System (SVS) und dem Vier-Dimensionen-Modell. Das ITIL SVS umfasst die ITIL Service Value Chain, die ITIL-Praktiken, die ITIL-Leitprinzipien, die Governance und kontinuierliche Verbesserungen. Diese Komponenten zeigen, wie die verschiedenen Aktivitäten und Komponenten einer Organisation zusammenwirken, um durch IT-fähige Services Wertschöpfung zu ermöglichen. (s. AXELOS 2019, S. 14) Dies wird in Abbildung 3-4 illustriert.



**Abbildung 3-4 ITIL Service Value System (SVS) (AXELOS 2019, S. 15)**

Um einen ganzheitlichen Ansatz für das Service Management zu gewährleisten, definiert ITIL 4 vier Dimensionen des Service Managements, die bei jeder Komponente des SVS berücksichtigt werden sollten (s. AXELOS 2019, S. 15). Diese vier Dimensionen sind: Organisationen und Menschen, Informationen und Technologie, Partner und Lieferanten sowie Wertschöpfungsströme und Prozesse. Durch die angemessene Berücksichtigung jeder dieser Dimensionen stellt eine Organisation sicher, dass ihr SVS ausgewogen und effektiv bleibt. (s. AXELOS 2019, S. 15)

Die Governance ist im ITIL Service Value System (SVS) ein zentraler Bestandteil und hängt von der Anwendung in der Organisation ab. Das SVS kann auf die gesamte Organisation oder spezifische Einheiten angewendet werden. Das Führungsgremium überwacht die Governance, um die Übereinstimmung mit den Zielen der Organisation sicherzustellen. ITIL 4 umfasst Leitprinzipien und eine kontinuierliche Verbesserung

für das gesamte SVS, einschließlich der Governance. Das Führungsgremium kann die ITIL-Leitprinzipien übernehmen, anpassen oder eigene Prinzipien definieren und kommunizieren. Einblicke in Verbesserungsaktivitäten und den Wert für Stakeholder sind wichtig. (s. AXELOS 2019, S. 81)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ITIL ein umfassendes Rahmenwerk für das ITSM darstellt, das Organisationen dabei helfen kann, die Qualität und Effektivität ihrer IT-Services zu verbessern. Durch die Übernahme von ITIL Best Practices können Organisationen ihre IT-Services an den Geschäftszielen ausrichten, IT-Risiken managen und die Bereitstellung von IT-Services verbessern. ITIL kann Unternehmen auch dabei helfen, gesetzliche und behördliche Anforderungen an das IT-Servicemanagement zu erfüllen. Die Inhalte von ITIL fokussieren IT-Services in Unternehmen und nicht die verwendeten digitalen Technologien, auf denen der Fokus dieser Dissertation liegt. Daraus ergibt sich keine direkte Anwendungs- oder Verknüpfungsmöglichkeit im Rahmen der vorliegenden Dissertation.

### **ISO 38500**

Die ISO 38500 ist ein internationaler Standard, der Leitlinien für die Governance von Informationstechnologien in Unternehmen bereitstellt. Die Norm fokussiert sich auf die Vorgehensweise zur Einführung von IT-Governance in die bestehenden Unternehmensabläufe und -prozesse. Es existieren keine detaillierten Prozesse für die IT-Governance, da diese unternehmensindividuell sind. Die ISO 38500 kann in Unternehmen jeder Größe und Branche angewendet werden und adressiert die IT-Führungsebene. (s. ISO/IEC 38500, S. 1) Die IT-Governance soll auf die Unternehmensstrategie und -ziele einzahlen. Um dies zu erreichen, werden sechs Grundsätze, die gute Führung in der IT ausmachen, festgelegt: Verantwortung, Strategie, Beschaffung, Leistung, Konformität und der Mensch. Die Verantwortung für die IT muss im Management verankert sein und darüber hinaus sollte sich die IT-Strategie aus der Unternehmensstrategie ableiten. Weiterhin sind der Bedarf und IT-Budgets aufeinander abzustimmen und die Leistung der IT muss zu den Anforderungen und Bedarfen in den Fachbereichen passen. Zudem ist der Mensch in allen IT-Belangen nicht zu vergessen und zu berücksichtigen. (s. ISO/IEC 38500, S. 5–6)

Zusammenfassend stellt die Norm ISO/IEC 38500 eine Vorgehensweise zur Implementierung von IT-Governance in Unternehmen dar. Dabei sind IT-Prozesse im Fokus, diese werden jedoch inhaltlich nicht detailliert. Die Norm befasst sich ausschließlich mit Governance in der Unternehmens-IT und betrachtet keine Aspekte von IT-Compliance.

### **Zusammenfassung**

Es existiert eine Vielzahl von Modellen zur Steuerung der Unternehmens-IT. In diesem Unterkapitel wurden die beiden besonders stark etablierten Modelle COBIT und ITIL vorgestellt. Diese beiden Modelle finden in zahlreichen Unternehmen Anwendung, wenngleich viele sich ausschließlich an ebendiesen Modellen orientieren, da sie

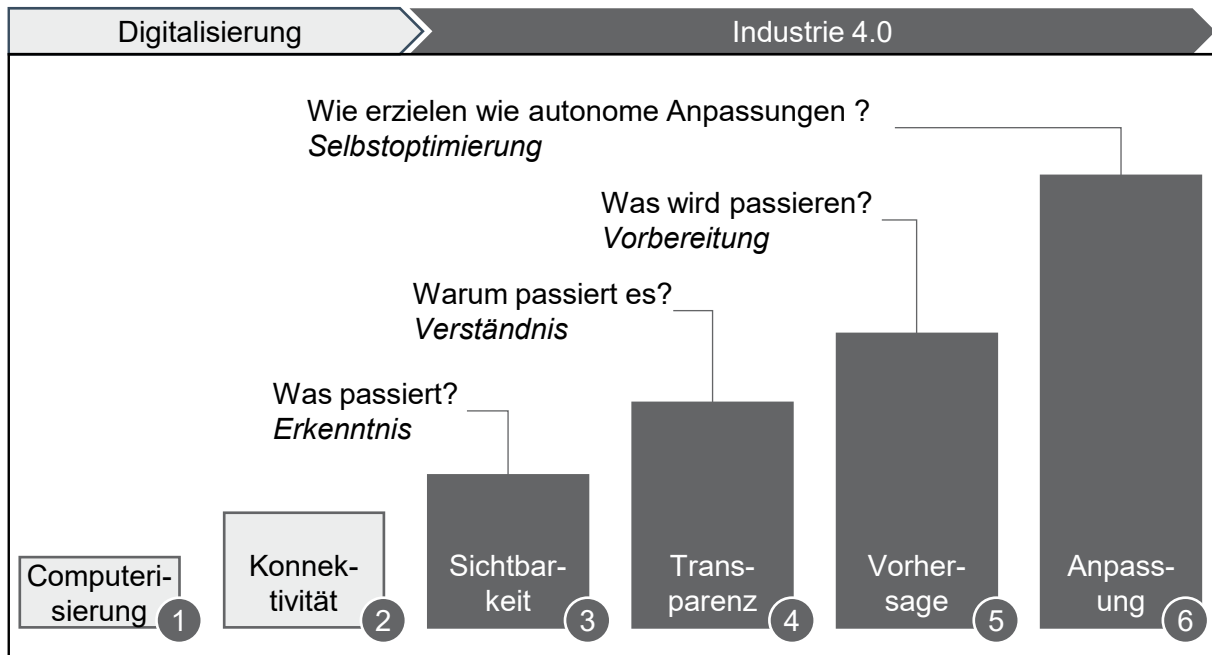
äußerst umfassend sind. Zudem wurde der Standard ISO/IEC 38500 zur IT-Governance vorgestellt. Im Rahmen der vorliegenden Dissertation erfolgt eine Abgrenzung von den COBIT- und ITIL-Modellen, indem explizit der Fokus auf digitale Technologien gelegt wird und nicht die IT als Organisation im Mittelpunkt der Betrachtung steht. Des Weiteren wird in den genannten Modellen die Compliance gar nicht oder lediglich oberflächlich behandelt.

### **3.4 Modelle zur systematischen Betrachtung und Einführung von digitalen Technologien in produzierenden Unternehmen**

Es existieren verschiedene etablierte und praktische wissenschaftliche Vorgehensweisen, welche die Einführung digitaler Technologien adressieren. Diese sind vorrangig in Frameworks für die digitale Transformation von Unternehmen zu finden. Es ist zu untersuchen, ob in diesen Vorarbeiten bereits Compliance für digitale Technologien berücksichtigt wird. Aufgrund der großen Anzahl an verfügbaren Frameworks beschränkt sich dieses Kapitel auf diejenigen, die häufig Anwendung in produzierenden Unternehmen finden. Dadurch wird sichergestellt, dass die fokussierte Branche der vorliegenden Dissertation berücksichtigt wird.

#### **Industrie 4.0 Maturity Index nach SCHUH ET AL.**

Ein viel zitiertes Reifegradmodell ist der Industrie 4.0 Maturity Index, der im Rahmen einer Studie der acatech (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften) entwickelt wurde. Das übergeordnete Ziel dieses Modells ist es, den aktuellen Industrie-4.0-Reifegrad eines Unternehmens zu bestimmen und konkrete Maßnahmen zur Verbesserung zu identifizieren, um das wirtschaftliche Potenzial von Industrie 4.0 und Digitalisierung vollständig auszuschöpfen. (s. SCHUH ET AL. 2020a, S. 14) Der reifegradbasierte Ansatz ist in sechs Entwicklungsstufen gegliedert (Computerisierung, Konnektivität, Sichtbarkeit, Transparenz, Vorhersagbarkeit, Anpassungsfähigkeit) und unterstützt Unternehmen von der Schaffung der Voraussetzungen für Industrie 4.0 bis hin zur vollständigen Umsetzung. Der zu erreichende Zielzustand ist für jedes Unternehmen individuell und abhängig von der Unternehmensstrategie. (s. SCHUH ET AL. 2020a, S. 15–16) Die nachstehende Abbildung 3-5 fasst die Inhalte des Industrie 4.0 Maturity Index zusammen.

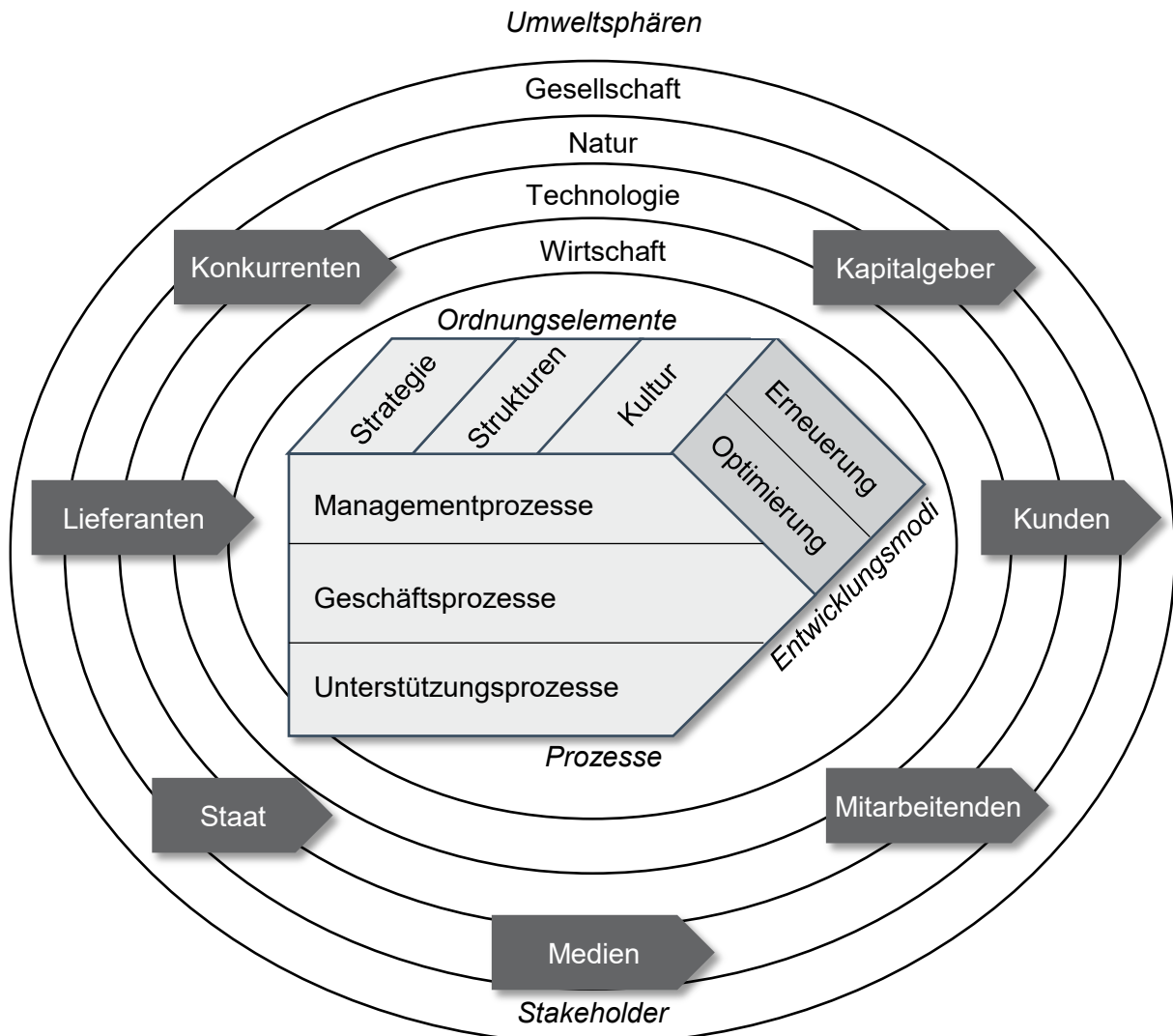


**Abbildung 3-5 Reifegrade des Industrie 4.0 Maturity Index (SCHUH ET AL. 2020a, S. 18)**

Zusammenfassend bildet der Industrie 4.0 Maturity Index eine Referenz für Unternehmen, die sich im Transformationsprozess hin zur Industrie 4.0 befinden. Dabei wird der Aufbau von Kompetenzen im Bereich Technologien und Daten fokussiert. Für die vorliegende Dissertation ist der Industrie 4.0 Maturity Index von geringer Relevanz, da es sich um ein Reifegradmodell handelt und Compliance sowie Governance keine explizite Berücksichtigung finden.

### **Neues St. Galler Management-Modell nach RÜEGG-STÜRM U. GRAND**

Ein weiteres Referenzmodell für das Management der digitalen Transformation ist das neue St. Galler Management-Modell (SGMM). Es dient der systematischen Kategorisierung von Themen, Herausforderungen sowie Entscheidungs- und Handlungsfeldern im Managementkontext. Das Modell kann als Suchraster und als nützliche „Karte“ für die eigene Orientierung eingesetzt werden und soll helfen, wichtige Begriffe und Konzepte im übergreifenden Managementkontext zu verstehen. (s. RÜEGG-STÜRM U. GRAND 2020) Die Abbildung 3-6 zeigt die zentralen Elemente des neuen St. Galler Management-Modells (Umweltsphären, Ordnungselemente, Entwicklungsmodi, Prozesse und Stakeholder) und illustriert diese.



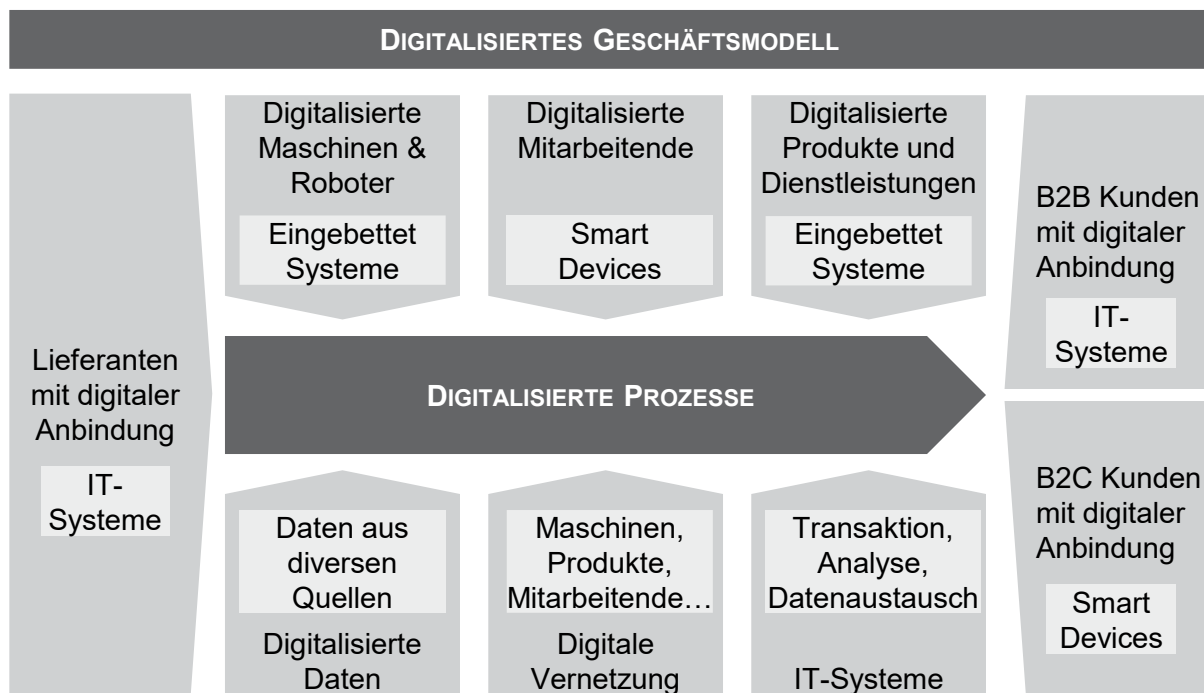
**Abbildung 3-6 Das neue St. Galler Management-Modell (s. RÜEGG-STÜRM U. GRAND 2020)**

Auf Basis des neuen St. Galler Management-Modells wurde der Ordnungsrahmen für Produktion und Management konstruiert. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf die speziellen Anforderungen produzierender Unternehmen gelegt. Um diesem Ziel gerecht zu werden, wurden dem Rahmenwerk die Betriebsdimensionen hinzugefügt, um den gegenwärtigen Zustand zu beschreiben. Ferner erfolgte die Übertragung und detaillierte Betrachtung der Unternehmensprozesse für die Abläufe in produzierenden Unternehmen. (s. SCHUH 2014, S. 1)

Zusammenfassend strukturiert das St. Galler Management-Modell die digitale Transformation im Management. Darauf basierend wurde ein Rahmen für Produktion und Management, angepasst an produzierende Unternehmen, entwickelt. Für die vorliegende Dissertation ist das SGMM ein relevantes Framework, da es den Fokus auf den Managementbereich und den dortigen Einsatz digitaler Technologien legt. Eine explizite Abbildung von Compliance oder Governance erfolgt in dem Modell allerdings nicht.

## Referenzmodell für ein digitalisiertes Unternehmen nach APPELFELLER U. FELDMANN

APPELFELLER U. FELDMANN haben ein sehr umfassendes Referenzmodell der digitalen Transformation veröffentlicht, mit dem Ziel, die vielen Einzelelemente der digitalen Transformation zu ordnen, die Ursache-Wirkungs-Beziehungen der digitalen Technologien zu klären und eine einheitliche Terminologie zu schaffen. Zu diesem Zweck werden zehn Elemente, darunter digitalisierte Prozesse und digital vernetzte Kunden, deklariert und dem Referenzmodell Entwicklungsstufen hinzugefügt, um ein Reifegradmodell zu schaffen. (s. APPELFELLER U. FELDMANN 2018, S. 3–5)



**Abbildung 3-7 Elemente des Referenzmodells von APPELFELLER U. FELDMANN (s. APPELFELLER U. FELDMANN 2018, S. 4)**

Zusammenfassend ist das Referenzmodell von APPELFELLER U. FELDMANN, genauso wie das neue SGMM, ein Strukturierungswerkzeug für die Digitalisierung in Unternehmen. Die vorliegende Dissertation weist zu dem erläuterten Modell Überschneidungspunkte im Themenfeld digitale Technologie auf. Allerdings besteht in dem Modell kein Bezug zu Compliance.

## Reference Architecture Modell Industrie 4.0 (RAMI 4.0) nach DIN SPEC 91345

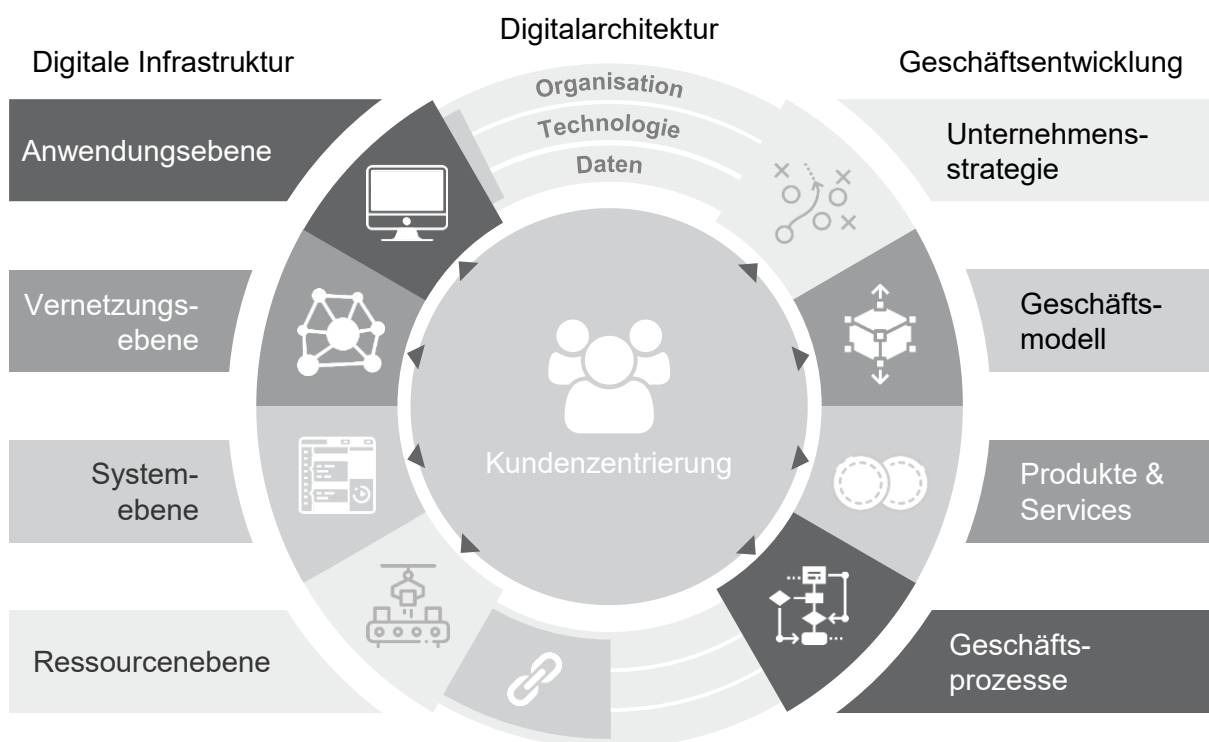
Ein weiteres Referenzmodell ist das Reference Architecture Modell Industrie 4.0, das aus einem dreidimensionalen Koordinatensystem besteht, das die wesentlichen Aspekte von Industrie 4.0 enthält. Die erste horizontale Achse des Systems ordnet Hierarchieebenen aus der internationalen Normenreihe zur Integration von Unternehmens-EDV und Steuerungssystemen, die die verschiedenen Funktionalitäten innerhalb der Fabrik oder Anlage darstellen. Die zweite horizontale Achse bildet den Lebenszyklus von Anlagen und Produkten ab, in Anlehnung an die Norm IEC 62890 zum

Lebenszyklusmanagement. Auf der vertikalen Achse des Modells werden sechs Schichten verwendet, um die IT wie das digitale Abbild einer Maschine strukturiert zu beschreiben. (s. DIN SPEC 91345, S. 19)

Zusammenfassend liefert RAMI 4.0 eine Referenzarchitektur für Unternehmen, die Industrie 4.0 umsetzen. Den Bezug zu digitalen Technologien teilt dieses Modell mit dem Dissertationsvorhaben. Jedoch betrachtet RAMI 4.0 keine Compliance-Aspekte bei der Implementierung von Industrie 4.0.

### **Aachener Modell für das Management digitaler Architekturen (ADAM) nach SCHUH ET AL.**

Das Aachener Modell für das Management digitaler Architekturen (ADAM) ist ein Rahmenwerk, das einen strukturierten Ansatz verwendet, um während der digitalen Transformation die technologische Infrastruktur mit der Geschäftsentwicklung zu verbinden. ADAM umfasst die digitale Infrastruktur, die in vier Gestaltungsebenen unterteilt ist, sowie die Geschäftsentwicklung, die in vier Entwicklungsebenen unterteilt ist. (s. SCHUH ET AL. 2020b, S. 6) Diese Aufteilung ist ebenfalls Abbildung 3-8 zu entnehmen.



**Abbildung 3-8: Aachen Digital Architecture Management (ADAM) (s. SCHUH ET AL. 2020b, S. 6–16 gekürzt durch die Autorin)**

Die Aktivitäten in der Geschäftsentwicklung wie auch in der digitalen Infrastruktur werden von den Anforderungen der internen und externen Kunden bestimmt. Zusammengefasst führt dies in dem Modell von SCHUH ET AL. zu der individuellen Digitalarchitektur des Unternehmens. (s. SCHUH ET AL. 2020b, S. 8) Die vier Gestaltungsebenen der digitalen Infrastruktur umfassen die Anwendungen, die Vernetzung, die Systeme und die

Ressourcen. Die Anwendungsebene beinhaltet nutzerzentrierte Anwendungen, die Informationen sinnstiftend verarbeiten und den Nutzenden bereitstellen (beispielsweise über Dashboards). Auf der Vernetzungsebene findet sich eine lose Kopplung von Anwendungen und Systemen, die Daten bereitstellen. Beispiele für diese sind Kommunikationstechnologien und IoT-Plattformen. An die Vernetzungsebene schließt sich die Systemebene an. Diese umfasst alle Kernsysteme in Unternehmen. Anders ausgedrückt umfasst diese Ebene alle Systeme, die sich nur langsam verändern und gleichzeitig die informationstechnische Basis eines Unternehmens darstellen. Beispielhaft sind ERP- und ME-Systeme zu nennen. Die letzte Ebene der digitalen Infrastruktur ist die Ressourcenebene. Diese Ebene beinhaltet sowohl physische Assets wie Maschinen und Sensoren als auch die Kompetenzen der Mitarbeitenden. (s. SCHUH ET AL. 2020b, S. 8–9) Die Geschäftsentwicklung umfasst die Entwicklungsebenen der Unternehmensstrategie, der Geschäftsmodelle, der Produkte sowie Services und der Geschäftsprozesse. Die Unternehmensstrategie definiert in Abhängigkeit von den Unternehmenszielen, wie der langfristige Wert des Unternehmens gesteigert wird. Dabei ist die Unternehmensstrategie abgestimmt mit der Digitalisierungs- und IT-Strategie. Die Realisierung der Unternehmensstrategie erfolgt in der Ebene der Geschäftsmodelle. Mittels Geschäftsmodellen wie digitalen Geschäftsmodellen werden die Strategien und Unternehmensziele am Markt umgesetzt. Die nachfolgende Entwicklungsebene der Produkte und Services umfasst insbesondere intelligente Produkte und smarte Services. Diese werden durch die digitale Infrastruktur befähigt und führen zur Umsetzung von digitalen Geschäftsmodellen. Weiterhin sind die Geschäftsprozesse und deren effiziente Gestaltung Teil der Geschäftsentwicklung. Dabei liegt die Herausforderung in der Optimierung von Geschäftsprozessen während der digitalen Transformation. (s. SCHUH ET AL. 2020b, S. 9–11)

Zusätzlich enthält ADAM drei Architekturansichten, welche sich über alle Ebenen hinweg auswirken. Durch die Organisationssicht, die Technologiesicht und die Datensicht wird eine ganzheitliche Betrachtung sichergestellt. Die Organisationssicht umfasst die Aufbau- und Ablauforganisation eines Unternehmens und beschreibt die Integration der Mitarbeitenden untereinander, sowie mit eingesetzten Systemen und digitalen Lösungen. In der Technologiesicht wird die Auswahl, Einbindung und Gestaltung von Technologien hinsichtlich der Anforderungen aus dem Fachbereich sowie der Geschäftsentwicklung betrachtet. Des Weiteren existiert die Datensicht. Diese beschreibt die Datenstruktur samt ihrer Komponenten und Beziehungen in einem Unternehmen. Ziel ist die Bereitstellung von Daten in benötigter Qualität sowie Granularität. (s. SCHUH ET AL. 2020b, S. 11) ADAM berücksichtigt neben den erläuterten Sichten auch das Querschnittsthema der Informationssicherheit (s. SCHUH ET AL. 2020b, S. 16).

Es ist festzuhalten, dass ADAM ein Framework für die ganzheitliche Digitalisierung von Unternehmen darstellt. Der Kunde steht bei allen Aktivitäten der Digitalisierung durch ADAM im Zentrum. ADAM stellt für die vorliegende Dissertation ein Modell zur Verfügung, das digitale Technologien und deren Einführung sowie Nutzung in Unternehmen ganzheitlich betrachtet. Dabei werden jedoch in der bestehenden Fassung keine

Bemühungen im Zusammenhang mit Compliance für digitale Technologien unternommen.

### **Zusammenfassung**

Die in diesem Unterkapitel eingeführten Modelle befassen sich alle mit der Digitalisierung von Unternehmen. Alle Modelle sind etabliert und werden in der Praxis durch Unternehmen angewendet. Allerdings berücksichtigt keines der Rahmenwerke den Aspekt der Compliance. Somit kann an kein Modell unmittelbar eine Compliance-Richtlinie für digitale Technologie angefügt werden. Aufgrund der Anwendbarkeit in produzierenden Unternehmen sind die vorgestellten Modelle dennoch als Anhaltspunkt für die Strukturierung der vorliegenden Dissertation relevant. In Kapitel 6.1.1 wird auf diese Rahmenwerke zurückgegriffen, um die Compliance-Richtlinien für digitale Technologie ganzheitlich für Unternehmen herzuleiten.

## **3.5 Vorarbeiten zur systematischen Beschreibung von Compliance für digitale Technologien in Unternehmen**

Die zunehmende Digitalisierung von Geschäfts- und Produktionsprozessen durch neue Technologien erfordert Anpassungen der Compliance (s. LEESER 2020, S. 86). Trotz umfangreicher Recherchen konnte die Autorin keine aussagekräftige wissenschaftliche Literatur, insbesondere keine Rahmenwerke und Verfahren zur Entwicklung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien finden. Es existiert nur eine geringe Menge an „grauer Literatur“ im Internet, die den aktuellen Status beschreibt.

### **Digitalisierungs- und Compliance-Studie 2021 nach BRÄUTIGAM ET AL.**

BRÄUTIGAM ET AL. stellen in ihrer Studie zu Digitalisierung und Compliance heraus, dass die Nutzung digitaler Technologien trotz Compliance-Bedenken weitverbreitet ist. Vornehmlich beim Einsatz neuer Technologien werden rechtliche Risiken häufig unterschätzt (s. BRÄUTIGAM ET AL. 2021, S. 6). Viele Unternehmen haben keine spezialisierten Mitarbeitenden für den Umgang mit digitalen Compliance-Risiken und rund 70 % der Unternehmen gaben an, dass sie keine solche Stelle haben (s. BRÄUTIGAM ET AL. 2021, S. 5). In den vergangenen Jahren ist der europäische Gesetzgeber im Bereich der digitalen Regulierung deutlich aktiver geworden, und die Rechtsprechung des Europäischen Gerichtshofs hat die Komplexität der Situation erhöht (s. BRÄUTIGAM ET AL. 2021, S. 18).

Zusammengefasst betrachten BRÄUTIGAM ET AL. in ihrer Studie die Digitalisierung aus Sicht der Compliance. Dabei wird der Status quo zur aktuellen Einschätzung von Unternehmen ab 250 Mitarbeitenden aufgenommen. Für die vorliegende Dissertation liefert die Studie wichtige Erkenntnisse sowie Zahlen und Fakten zur Relevanz des Forschungsfelds. Es ist hervorzuheben, dass diese Quelle im Rahmen der Literaturrecherche die Einzige ist, die die Autorin zu dem exakten Themenfeld der Dissertation finden konnte.

## **Gesetz über künstliche Intelligenz (KI) der EUROPÄISCHEN KOMMISSION**

Das KI-Gesetz der EU-Kommission ist ein Beispiel für die Bemühungen, die Sicherheit, Transparenz, Ethik, Unparteilichkeit und menschliche Kontrolle von KI zu gewährleisten (s. EUROPÄISCHE KOMMISSION 2021, S. 1). Die EU hat ein Klassifizierungssystem für KI-Anwendungen entwickelt, welches, basierend auf dem Risikoniveau, die dazugehörigen Regeln und Vorschriften festlegt (s. EUROPÄISCHE KOMMISSION 2021, S. 4). So ist etwa die Verwendung von Social Scoring aufgrund des hohen Risikos verboten, während Chatbots mit geringem Risiko nur Transparenzverpflichtungen einhalten müssen.

Zusammenfassend zielt die EUROPÄISCHE KOMMISSION mit der Verordnung über künstliche Intelligenz darauf ab, einen ausgewogenen Ansatz zwischen Innovation und Schutz der Gesellschaft zu finden. Sie erkennt das Potenzial von KI-Technologien an, während sie gleichzeitig auf eine verantwortungsbewusste Nutzung und die Minimierung möglicher Risiken abzielt. Im Kontext des vorliegenden Dissertationsvorhabens ist das KI-Gesetz als das zentrale Leuchtturmprojekt in der Regulierung digitaler Technologien anzusehen. Die Verordnung über künstliche Intelligenz ist im europäischen Raum die erste Maßnahme zur Regulierung des Einsatzes von digitalen Technologien. Allerdings fehlt es an Leitfäden und Hilfestellungen zur Umsetzung für Unternehmen, sodass bei Inkrafttreten des Gesetzes voraussichtlich eine große Anzahl insbesondere mittelständischer und kleinerer Unternehmen Hilfestellung benötigen wird. Diese Lücke wird durch die vorliegende Dissertation adressiert.

### **Zusammenfassung**

Trotz der Bedeutung von Compliance im Zusammenhang mit digitalen Technologien mangelt es derzeit an umfassenden wissenschaftlichen Ansätzen und der Aufmerksamkeit sowohl von Rechts- als auch Technologie-Experten. Infolgedessen bleibt das KI-Gesetz das einzige herausragende Beispiel, in dem Regulierungsaspekte vom europäischen Gesetzgeber behandelt werden. Folglich existieren wenige bestehende Ansätze und Arbeiten, auf denen die vorliegende Dissertation aufbauen könnte.

## **3.6 Zwischenfazit und Ableitung des Forschungsbedarfs**

Die vorherigen Teilkapitel haben den aktuellen Stand der Erkenntnisse für die Themenfelder Compliance und digitale Technologien in Unternehmen erläutert. Abbildung 3-9 stellt eine Zusammenfassung aller Quellen und der Bewertungen dar. Es wurden zu Beginn die Beschreibungs- und Umsetzungselemente einer Compliance in Unternehmen erläutert. Dabei zeigte sich, dass es viele ähnliche Ansätze zur Beschreibung der Compliance in Unternehmen gibt. Die Ansätze werden als Compliance-Management-Systeme bezeichnet. Keiner der Ansätze berücksichtigt digitale Technologien oder weist eine branchenspezifische Spezialisierung auf. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Ansätze generisch sind und sich auf die unternehmensweit gültige Corporate Compliance beziehen. Daran anschließend wurden Kommunikationsmethoden für Compliance in Unternehmen beleuchtet. Dabei wurde deutlich, dass eine Reihe

von Hinweisen bei der Compliance-Kommunikation beachtet werden müssen, diese sich jedoch in den aktuellen Arbeiten lediglich auf Corporate-Compliance-Aspekte beziehen und bisher keine Anwendung bei digitalen Technologien stattgefunden hat. Als Nächstes wurden sowohl Rahmenwerke für die Digitalisierung von Unternehmen als auch Rahmenwerke für die Steuerung der Unternehmens-IT betrachtet. Es ist eine Vielzahl an Modellen verfügbar, jedoch berücksichtigt keines der Modelle Gesichtspunkte von Compliance. Abschließend wurde der Stand der Erkenntnisse zur Beschreibung von Compliance bei digitalen Technologien dargelegt. Trotz umfassender Recherche konnte die Autorin lediglich eine Vorarbeit zur Beschreibung des Status quo durch eine Studie finden. Zusätzlich wurde das erste und einzige Gesetz zur Regulierung einer digitalen Technologie in Europa vorgestellt. Es ist festzuhalten, dass in dem Themenfeld Compliance für digitale Technologien kaum bestehende Arbeiten verfügbar sind und der Ansatz dieser Dissertation einem Greenfield-Ansatz gleicht. Das heißt, die Autorin kann sich nicht auf umfassende Vorarbeiten stützt und strukturiert den Themenbereich Compliance für digitale Technologien erstmalig mithilfe wissenschaftlicher Ansätze. Hierfür ist es nötig verwandte Themengebiete und dortige Erkenntnisse zu transferieren, um die erstmalige Strukturierung dieses Bereiches zu ermöglichen.

Um das methodische wie auch inhaltliche Defizit des Standes der Erkenntnisse im Rahmen dieser Dissertation zu adressieren, wird zunächst die Compliance-Relevanz von einzelnen digitalen Technologien ermittelt und anschließend eine Methode zur systematischen Gestaltung von Compliance-Richtlinien in produzierenden Unternehmen hergeleitet.

Differenzierungsmerkmale	Wirtschaftszweig				Gelt.-Ber.	U.-Größe			Handlungsebenen			Modellierungszweck			Adres.-Kreis		Evaluation				
	Produzierende Industrie	Handel	Dienstleistung	Übergreifend		Unternehmensweites Modell	Partialmodell	Kleinstunternehmen	KMU	Großunternehmen	Governance	Risk	Compliance	Beschreibungsmodell	Erklärungsmodell	Gestaltungsmodell	Metamodell	Organisationsgestaltung	Anwendungssystemgestaltung	sachlogisch	Fallstudie
○ Teilweise behandelt ● Behandelt																					
Untersuchte Quellen																					
1. Beschreibungs- und Umsetzungselemente von Compliance																					
DIN ISO 37301 2021				●	●		○	●	●			●	○		●		○		●		
IDW PS 980 2011				●	●			○	●			○	●						○		
DCKG 2019				●	●				●	○		○	○		○		●		●		
WIELAND 2008				●	●		○	○	●	●		●	○	○		●		●		●	
KREMER U. KLAHOLD 2010				●	●			○	●			●	●		○		●		●		
2. Methoden zur Kommunikation von Compliance																					
SCHACH U. CHRISTOPH 2015				●	●		○	○	●			●	●		●		●		○	○	
FEMERS-KOCH 2018				●	●		○	○	●			●	○	○	●		●		○	○	
RAAB ET AL. 2016				●	●		●	●	●			○	○	○	○		●		○	○	
3. Modelle zur Steuerung der Unternehmens-IT unter Aspekten von Governance und Compliance																					
COBIT 2019				●	●			○	●	●			○		●		●		○	○	
ITIL 2019				●		●		○	●	○	○		○		●		○	○	○	○	
ISO/IEC 38500 2015				●		●	●	●	●	●			○		●				○		
4. Modelle zur systematischen Betrachtung und Einführung von digitalen Technologien in produzierenden Unternehmen																					
I4.0 MATURITY INDEX 2020	●					●	○	●	●				○	○	●		○	○		●	●
NEUES SGMM 2020				●	●			○	●				○	○	●		○	○	○	○	
APPELFELLER ET AL. 2018				●		●	○	●	●				○	○	●		○	○	●	○	
RAMI 4.0 2016	●				●			○	●				○		●		○	●	●	●	●
ADAM 2020	●				●		○	●	○				○		●		○	○	○	●	
5. Vorarbeiten zur systematischen Beschreibung von Compliance für digitale Technologien in Unternehmen																					
BRÄUTIGAM ET AL. 2021				●				●	●		○	●	●				○	○			●
EU-KOMMISSION 2021				●		●	●	●	●	○	○	○	●		●			●	●		
Vorliegende Dissertation	●				●		●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	○	●	

Abbildung 3-9: Bewertungsübersicht untersuchter Quellen (eigene Darstellung)

## 4 Herleitung des Konzeptansatzes

Das Ziel dieser Dissertation besteht darin, ein systematisches Vorgehen zur Identifikation und Gestaltung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen darzulegen. Dazu werden die Forschungsfragen aus Kapitel 1.2 beantwortet. Es bedarf einer fundierten sowie wissenschaftlichen Vorgehensweise, um dieses Ziel zu erreichen. Die Vorgehensweise soll zudem intersubjektiv nachvollziehbar sein (s. NACHREINER U. FRIEDHELM 1997, S. 87; s. RAFFÉE 1995, S. 11; s. SCHNEEWEIß 1992, S. 254). Dieses Kapitel beschreibt die methodischen Grundlagen (s. Kapitel 4.2) sowie die Anforderungen an die zu entwickelnde Methode (s. Kapitel 4.1). Abschließend wird in Kapitel 4.3 die Vorgehensweise konkretisiert.

### 4.1 Anforderungen an die zu entwickelnde Methode

Eine wesentliche Voraussetzung für einen zielgerichteten Forschungsprozess besteht in der präzisen Formulierung der Anforderungen. Diese fungieren gleichzeitig als Leitfaden für die Entwicklungsarbeit sowie im späteren Verlauf als Bewertungsmaßstab und werden in inhaltliche und formale Anforderungen untergliedert. (s. SCHMIDT 2008, S. 43) Die inhaltlichen Anforderungen werden anhand der Zielsetzung dieser Dissertation sowie der zugrunde liegenden Problemstellung ermittelt. Die inhaltlichen Anforderungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Erklärung des Zusammenhangs von Compliance und digitalen Technologien sowie Definieren des Terms Compliance für digitale Technologien
- Strukturierte Beschreibung der Compliance-Relevanz von digitalen Technologien
- Erklärung und systematische Identifikation von relevanten Compliance-Richtlinien für Technologiecluster
- Ausgestaltung der Compliance-Richtlinien
- Entwicklung eines Vorgehens zur Anwendung der Modelle in produzierenden Unternehmen

Neben den inhaltlichen Anforderungen sind auch formale Anforderungen an die wissenschaftliche Konzeption des anwendungsorientierten Forschungsprozesses zu berücksichtigen, um ein valides Ergebnis zu erhalten. Es sind die drei formalen Anforderungen Validität, Reliabilität und Utilität zu beachten (s. SCHMIDT 2008, S. 43; s. DEINDL 2013, S. 54; s. HICKING 2020, S. 111; s. FRIEDRICHS 1990, S. 100–101).

Die Validität umfasst die Gültigkeit eines entwickelten Konzepts zur Lösung der initial betrachteten Problemstellung. Weiterhin umfasst die Validität die Aussagefähigkeit der Untersuchungsergebnisse. Diese formale Anforderung der Validität ist erfüllt, wenn die Ergebnisse intersubjektiv nachvollziehbar und ohne weitere große Aufwände übertragbar sind. (s. NACHREINER U. FRIEDHELM 1997, S. 90–91) Anders ausgedrückt stellt die Validität sicher, dass untersucht wurde, was es zu untersuchen galt (s. FRIEDRICHS 1990, S. 100–101). Die Validität für die entwickelten Modelle dieser Dissertation lässt

sich nachweisen, wenn sie in der Praxis zur Identifikation und Ausgestaltung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien genutzt werden können.

Durch die Reliabilität wird die Präzision und Stabilität eines entwickelten Konzepts untersucht. Die Reliabilität strebt danach, dass unter gleichen Rahmenbedingungen stets dieselben Resultate erzielt werden (s. FRIEDRICHS 1990, S. 102). Die vorliegende Dissertation entsteht im Kontext der anwendungsorientierten Forschung und steht vor der Herausforderung, dass praktische Anwendungsfälle stets variierende Bedingungen und Kontexte aufweisen. Der Anspruch der Reproduzierbarkeit der Resultate im Rahmen der Reliabilität kann daher nur begrenzt erfüllt werden (s. CASPER 2023; s. ROESGEN 2007, S. 42; s. SCHMIDT 2008, S. 44; s. DEINDL 2013, S. 54).

Für die angewandte Forschung besitzt die formale Vorgabe der Utilität eine besonders hohe Relevanz, denn in der anwendungsorientierten Forschung sind Klarheit und Simplizität in den Ergebnissen gefordert (s. HOFFMANN 2018, S. 75). Die Utilität bezeichnet die Nützlichkeit, Nachvollziehbarkeit und praktische Anwendbarkeit der entwickelten Modelle. Diese Anforderung an die Utilität ist erfüllt, wenn vier Subkriterien (Relevanz, Funktionalität, Praktikabilität, Effizienz) erfüllt sind. (s. CHRISTIAN SCHWERDT 2023; s. ROESGEN 2007, S. 41; s. SCHOMBURG 1980, S. 25–26) Die Kategorie der Relevanz wird als erfüllt angesehen, wenn die gestellte Aufgabe angemessen behandelt und folglich gelöst wurde. Die Subkategorie Funktionalität ist erfüllt, wenn die entwickelten Modelle zur Lösung der gegebenen Aufgabe geeignet sind. Die Praktikabilität gilt als erfüllt, wenn Zielsetzung und Lösungsweg nachvollziehbar sind und einer Anwendung der Modelle nichts im Wege steht. Die Anforderung der Effizienz wird erfüllt, wenn der Aufwand in einem sinnvollen wirtschaftlichen Verhältnis zur Zielerreichung steht. (s. SCHOMBURG 1980, S. 26) Zusammengefasst kann die Forderung nach Utilität durch eine intensive Einbindung von Praxisexperten in den Forschungsprozess adressiert werden (s. HOFFMANN 2018, S. 75).

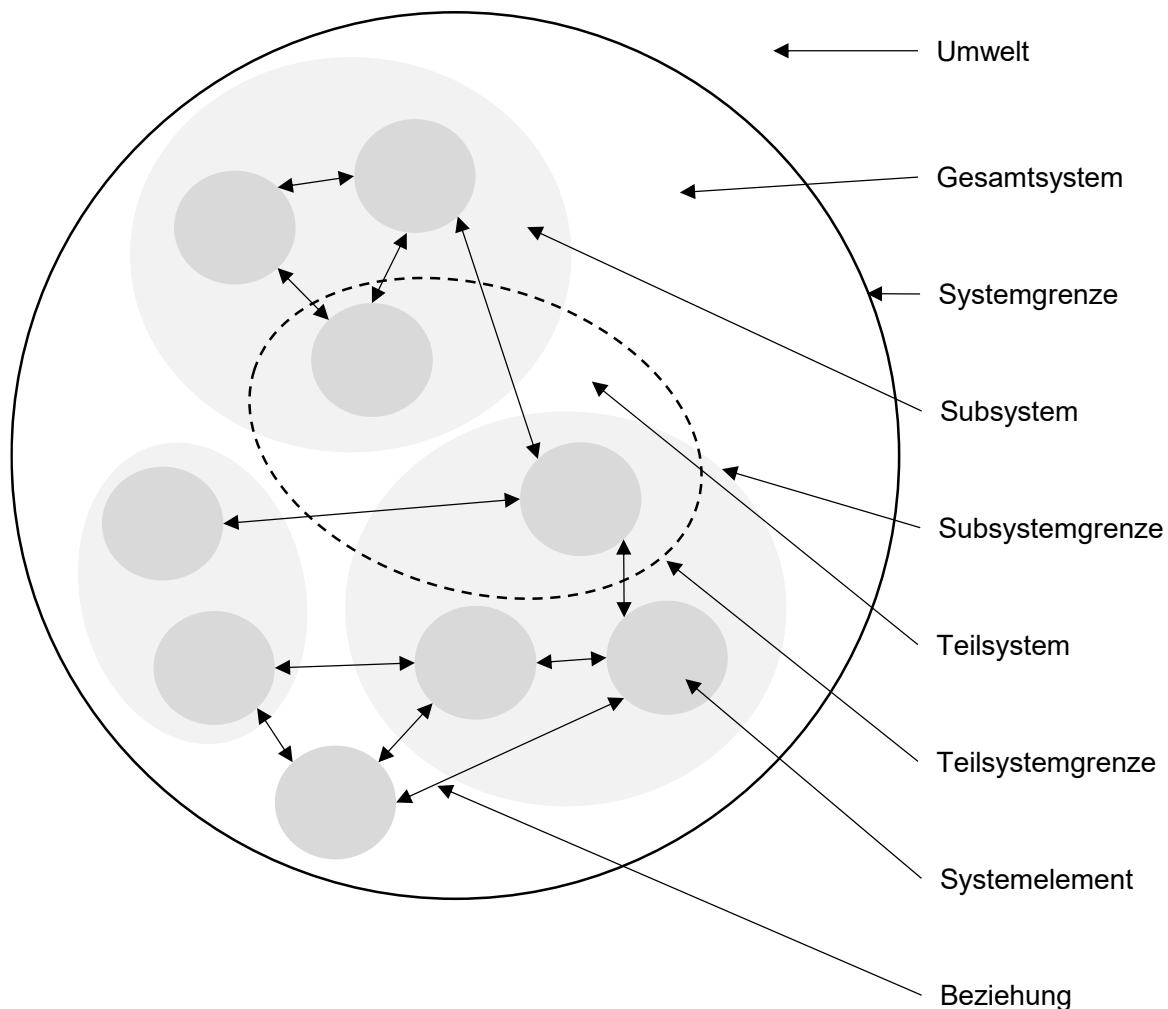
## **4.2 Methodische Grundlagen**

Nachfolgend werden Methoden und Modelle vorgestellt, die zur Erfüllung der in Kapitel 4.1 genannten Anforderungen im Forschungsprozess zum Einsatz kommen können.

### **4.2.1 Grundlagen der Systemtheorie**

Die Systemtheorie ist laut ULRICH U. HILL (1976a, S. 308) ein interdisziplinärer Ansatz, „der alle Gestaltungs- und Führungsprobleme von produktiven sozialen Systemen untersucht“. Somit besteht die Systemtheorie nicht nur aus einer Theorie, sondern einer Menge von mehreren „Denkmodellen, Grundprinzipien und Vorgehensweisen“, um komplexe Problemstellungen strukturiert zu lösen (s. KAPLAN 1972, S. 9). Als Hilfsmittel für die Systemtheorie wird das Systems Engineering, auch Systemtechnik genannt, benutzt. Damit werden alle Methoden und Verfahren zusammengefasst, die „zur Konzipierung, Synthese, Analyse und Realisierung von komplexen Systemen notwendig sind“ (s. ZANGEMEISTER 1969, S. 22). Systemdenken und eine systematische

Vorgehensweise sind für das Systems Engineering wichtig (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 27–35). Der Begriff Systemdenken beschreibt ein ganzheitliches und integratives Denken. Somit wird das Verstehen, Gestalten und Abbilden von komplexen Systemen erleichtert (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 33–35). In der folgenden Abbildung 4-1 werden die Grundbegriffe der Systemtheorie dargestellt.



**Abbildung 4-1: Grundbegriffe der Systemtheorie (eigene Darstellung i. A. a. PATZAK 1982, S. 19; BÖHM U. FUCHS 2002, S. 9; HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 28)**

Ein System ist eine Gesamtheit von Elementen, die in Relationen und Beziehungen zueinander stehen und eine Abgrenzung von ihrer Umwelt besitzen (s. HEINRICH ET AL. 2011, S. 12–13; s. ULRICH 1970, S. 105). Die Elemente im System haben Eigenschaften und Funktionen und sind wie vorher bereits genannt, durch Beziehungen miteinander verknüpft (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 33–35; s. ULRICH 1970, S. 106). Der Ausdruck Beziehung kann als Wirkungsbeziehung, Informations- oder Stofffluss interpretiert werden (s. PATZAK 1982, S. 19; s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 33). Auch können die Elemente in ihrer Art ein System sein. Sie werden aufgrund ihrer Aufgliederung in einer unteren Ebene als Sub- oder Untersysteme bezeichnet (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 30). Analog dazu werden Aufgliederungen in einer höheren Ebene Übersysteme genannt (s. PATZAK 1982, S. 21). Für jedes System gibt es eine

sogenannte Systemgrenze. Hier unterscheidet man zwischen einer offen und einer geschlossenen Grenze. Bei einem offenen System besteht eine Wechselwirkung zur Umwelt. Die Umwelt selbst kann dabei auch als System gelten. (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 29) Die Bezeichnung System von Systemen kann auch für ein System mit Unter- und Obersystemen genommen werden, einen Unterschied gibt es hier nicht (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 30). Elemente, die in der untersten Ebene angesiedelt sind, nennt man auch Blackbox. Hier sind nur die Funktion, beziehungsweise der Zweck, und die gegebenen Inputs und Outputs wichtig. Dadurch wird die Komplexität reduziert. (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 32)

Als Nächstes wird das Systems Engineering näher beschrieben. Für das Systems Engineering gibt es vier Prinzipien. Die Vereinigung dieser Prinzipien sorgt für eine Abbildung komplexer Systeme. (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 53–82)

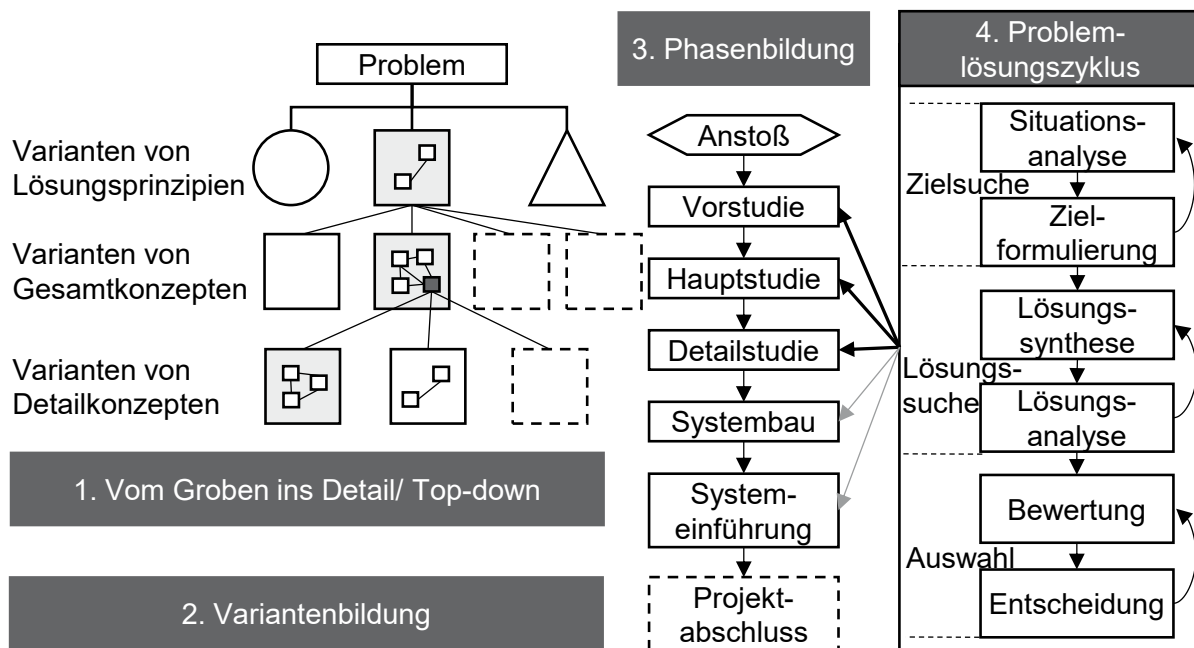
Das erste Prinzip ist der Top-down-Ansatz, was sinngemäß „vom Groben zum Detail“ bedeutet. Damit erstellt man eine Strukturierung und eine Abgrenzung des Problemfelds. Danach wird die Systembeschreibung oder auch Systemabbildung im Detail konkretisiert. Hieraus entstehen mehrere Lösungsmöglichkeiten. (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 54–55)

Der Umgang mit den verschiedenen Lösungsvarianten wird mit dem zweiten Prinzip, der Variantenbildung, behandelt. Bevor man sich auf eine Lösung festlegt, werden die Lösungsalternativen nach ihren Wirkungen, Voraussetzungen und Konsequenzen gemessen und im Nachhinein wird anhand der Bewertung die Variante mit dem größten Erfolgsversprechen ausgewählt. (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 57–60) Die Nutzwertanalyse stellt eine Möglichkeit dar, die bestmögliche Lösung zu identifizieren (s. ZELLER 2018, S. 72).

Das dritte Prinzip der Phasengliederung sorgt für eine bessere Gestaltung der Problemlösung. Hierbei wird die Entwicklung und die Umsetzung einer Lösung sowohl zeitlich als auch logisch in verschiedene Phasen getrennt. (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 61–69) Die erste Phase startet mit dem Anstoß für die Auseinandersetzung mit der Lösungssuche. Darauf folgt die Systementwicklung, in der grobe Lösungsprinzipien in detaillierte Pläne umgewandelt werden. Als Nächstes befindet man sich in der Systemumsetzung. Hier sind der Systembau und die Systemtests verankert. Abschließend existiert ein einführungsbereites System und der Abschluss der Lösungsumsetzung findet statt. (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 67)

Das letzte Prinzip ist der Problemlösungszyklus. Er verfolgt eine Art Mikro-Logik und es werden die folgenden Teilschritte angewendet: Zum einen gibt es die Zielsuche, in der das Problemfeld analysiert und Ziele formuliert werden. Hilfreiche Fragen sind: „Wo stehen wir? Was wollen/benötigen wir? Warum?“. (HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 70) Zum anderen gibt es die Lösungssuche, wo Lösungen geschaffen werden und genauer betrachtet und analysiert werden. Eine hilfreiche Frage ist hier: „Welche Möglichkeiten gibt es?“. (HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 70) Zuletzt findet die Auswahl statt. Dort werden die Lösungsvarianten bewertet und die bestmögliche ausgewählt. Dabei

ist es hilfreich, sich die Frage nach der besten oder zweckmäßigsten Lösung zu stellen. (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 70) Die vier erläuterten Prinzipien sind ebenfalls Abbildung 4-2 zu entnehmen.



**Abbildung 4-2: Vier Grundprinzipien im Systems Engineering (eigene Darstellung i. A. a. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 81)**

Abschließend ist festzuhalten, dass die Systemtheorie und die Systemtechnik als methodische Grundlage dienen können, um Forschungsfragen und Problemfelder gut und mit einer konstruktiven Vorgehensweise zu lösen.

### Darlegung der Eignung für diese Arbeit

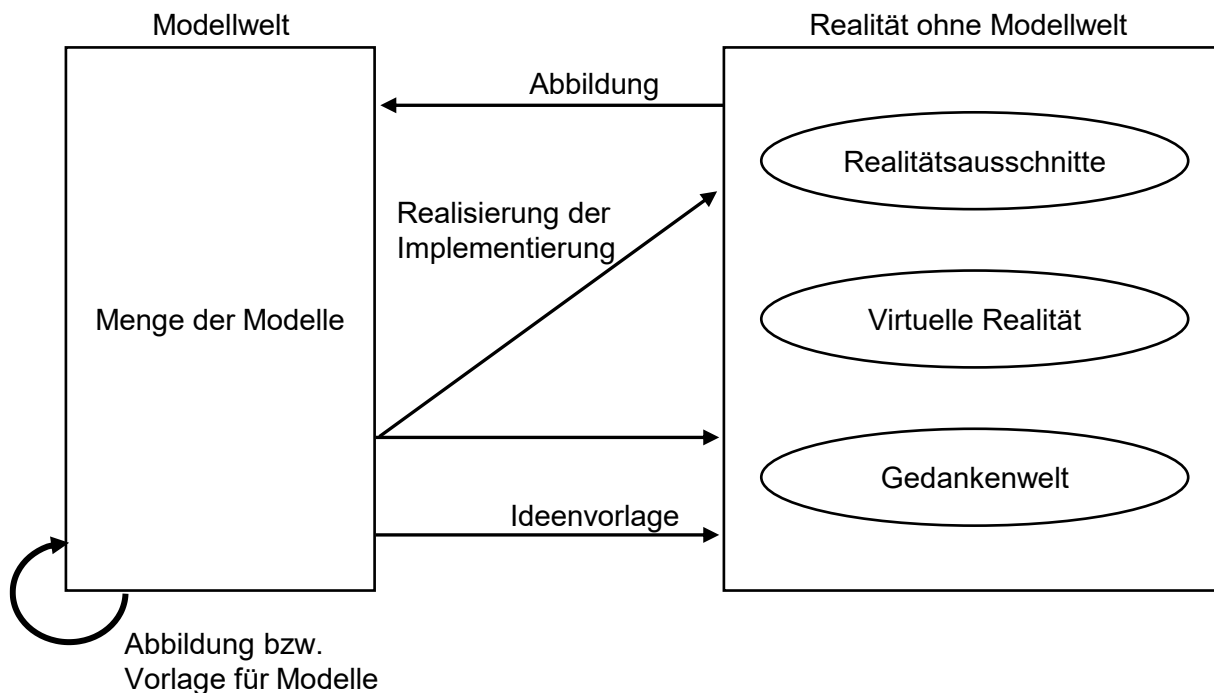
Die aufgeführten Methoden der Systemtechnik wie auch die Systemtheorie liefern eine Basis, mithilfe derer die Forschungsfragen beantwortet werden können. Die Methode zur Erstellung eines Vorgehens in Kapitel 7 orientiert sich an dem Problemlösungszyklus.

#### 4.2.2 Grundlagen der Modellbildung

Die Methodik der Modellbildung ist eine Basismethode der Wissenschaft. Dabei bezeichnet ein Modell ein Abbild der Realität oder eines Realitätsausschnitts. Mit einem Modell ist es möglich, komplexe Systeme oder Sachverhalte zu vereinfachen und zu veranschaulichen. (s. STACHOWIAK 1973, S. 128–129) Modelle ermöglichen es, Probleme zu abstrahieren und die auftretenden Wirkzusammenhänge in vereinfachter Weise darzustellen (s. LEHNER ET AL. 2008, S. 29–30; s. STACHOWIAK 1973, S. 138–140).

Die zentrale Eigenschaft eines Modells besteht darin, dass es ein Abbild oder auch Vorbild des Originals darstellt, dabei jedoch nicht alle, sondern nur die relevanten Eigenschaften enthält (s. STACHOWIAK 1973, S. 128–129). Das Verständnis zur

Modellbildung nach STACHOWIAK ist in der Literatur sehr weitverbreitet (s. AUERBACH 2010, S. 37–44; s. DIRLENBACH 2009, S. 101–102) und wird auch in dieser Arbeit zugrunde gelegt.



**Abbildung 4-3: Zusammenhang von Realität und Modellen (ZELLER 2018, S. 75)**

Zur näheren Erläuterung wird in Abbildung 4-3 der Zusammenhang zwischen der Modellwelt und der Realität detailliert dargestellt. Zur Realität zählen die Realitätsausschnitte, die virtuelle Realität und die Gedankenwelt. Diese können durch Abbildungen in die Modellwelt überführt werden. Die daraus entstehenden Modelle dienen als Ideenvorlage für weitere Modelle, aber auch direkt für die Realität. Zusätzlich ist es möglich, mithilfe von Modellen eine Implementierung in der Realität zu erzielen. Ein Modell weist nach STACHOWIAK (s. 1973, S. 131–133) zusammengefasst drei Merkmale auf: das Abbildungs-, das Verkürzungs- und das pragmatische Merkmal (s. STACHOWIAK 1973, S. 131–133). Das Abbildungsmerkmal zeigt, dass Modelle Abbildungen oder Repräsentationen von natürlichen sowie künstlichen Originalen sind. Laut dem Verkürzungsmerkmal haben Modelle nicht alle Eigenschaften und Attribute des Originals. Nur die für den Erzeuger oder Nutzer notwendigen Aspekte sind Teil des Modells. Alle anderen Eigenschaften werden verworfen, wodurch das Modell möglichst klein und präzise gehalten wird. (s. STACHOWIAK 1973, S. 132) Das pragmatische Merkmal besagt, dass Modelle im Sinne des Nutzens nur für einen bestimmten Nutzer in einem bestimmten Zeitintervall und für einen besten Zweck die Realität abbilden müssen. Eine eindeutige Zuordnung der Modelle zu den Originalen kann daher nicht erfolgen. (s. STACHOWIAK 1973, S. 132–133) Ein Modell stellt somit einen Ausschnitt aus der Realität dar, zu dem Zeitpunkt, an dem es erstellt wurde. Modelle enthalten nicht nur die drei Merkmale, sondern können sich auch hinsichtlich Wissenschaft und Zweck unterscheiden. (s. ZELEWSKI 2008, S. 41–42) Hieraus ergibt sich eine

unbegrenzte Anzahl an Variationen, welche sich durch die jeweiligen Erkenntnisziele differenzieren lassen (s. ZELEWSKI 2008, S. 24). Mit dem deskriptiven Erkenntnisziel werden reale Sachverhalte zutreffend beschrieben. Dies wird auch Beschreibungsziel genannt. Dagegen beinhaltet das theoretische Erkenntnisziel eine Erklärung von realen Sachverhalten und wird folglich auch Erklärungsziel genannt. Die Gestaltung realer Sachverhalte wird im Rahmen des pragmatischen Erkenntnisziels, auch Gestaltungsziel genannt, vorgenommen. (s. ZELEWSKI 2008, S. 24) Zum Erreichen dieser Ziele werden verschiedene Modelltypen benötigt. Sie können sich bedarfs- und nutzenspezifisch unterscheiden. Je nach Verwendungszweck werden Beschreibungs-, Erklärungs-, Gestaltungs- und Meta-Modelle verwendet. (s. STACHOWIAK 1973, S. 138–140; s. ZELEWSKI 2008, S. 45) Beschreibungsmodelle werden auch deskriptive Modelle genannt. Sie helfen, das deskriptive Erkenntnisziel zu erreichen. Mit ihnen wird ein Sachverhalt oder ein Realproblem beschreibend dargestellt. Mithilfe dieser Modelle werden die relevanten Strukturen und Attribute aus dem Realitätsausschnitt abgebildet. Sie dienen lediglich der Darstellung des Abbilds und nicht der Analyse. (s. LEHNER ET AL. 2008, S. 30–32; s. ZELEWSKI 2008, S. 45) Für die Analyse geeignet sind allerdings Erklärungsmodelle (s. ZELEWSKI 2008, S. 44). Mithilfe von Erklärungsmodellen kann das theoretische Erkenntnisziel erreicht werden, wobei die Erklärungsmodelle immer auf dem Beschreibungsmodell aufbauen. Erklärungsmodelle ermöglichen es, Aussagen oder Prognosen über zukünftige Zustände in der Realität zu treffen, indem Ursache-Wirkungs-Beziehungen aufgezeigt werden. (s. LEHNER ET AL. 2008, S. 30–32) Neben Beschreibungs- und Erklärungsmodellen werden weiterhin Gestaltungsmodelle verwendet. Sie dienen als Hilfsmittel für das Erreichen des pragmatischen Erkenntnisziels. Gestaltungsmodelle dienen im Prozess der Entscheidungsfindung als Unterstützung. Sie fassen Erkenntnisse über Problemfelder zusammen und erstellen Handlungsalternativen unter Berücksichtigung des Ziels, sowie Leitplanken. (s. DEINDL 2013, S. 59–60; s. LEHNER ET AL. 2008, S. 30–32) Ergänzend zu Beschreibungs-, Erklärungs- und Gestaltungsmodellen existieren auch noch Meta-Modelle. Meta-Modelle sind generische Modelle und haben die Aufgabe, eine logische Modellordnung zwischen verschiedenen Modellen herzustellen. Dabei werden die Relationen und Zusammenhänge zwischen den Modellen aufgezeigt. Ein Meta-Modell ist somit ein Modell aus Modellen. (s. LEHNER ET AL. 2008, S. 32)

### **Darlegung der Eignung für diese Arbeit**

Die vorliegende Arbeit verwendet ein Beschreibungsmodell zur Beschreibung der Compliance-Relevanz verschiedener digitaler Technologien. Weiterhin wird ein Erklärungsmodell entwickelt, das Zusammenhänge der gefundenen Compliance-Relevanz mit der Umsetzung von Richtlinien in Unternehmen herstellt. Daran anschließend wird im Rahmen eines Gestaltungsmodells eine Methode zu Formulierung von Compliance-Richtlinien gestaltet. Abschließend setzt ein Meta-Modell die entwickelten Modelle in Bezug zueinander und dient als Vorgehen für Unternehmen.

### 4.2.3 Das Verfahren der Delphi-Studie

Das Verfahren der Delphi-Studie wurde nach dem bekannten antiken Orakel von Delphi benannt, welches Parallelen zu der Delphi-Studie aufweist (s. HÄDER 2014, S. 13–17; s. MÖNCHHALFEN 2001, S. 29–30). Die Delphi-Studie wird seit den 1950er-Jahren angewendet und existiert in unterschiedlichsten Ausprägungsformen. Bestehende Veröffentlichungen bieten ein breites Spektrum an unterschiedlichen Definitionen und Auslegungen der Delphi-Studie (s. HÄDER 2014, S. 19–24). Deshalb soll zunächst im ersten Unterkapitel die Vielfalt an Delphi-Studien vorgestellt werden, bevor im zweiten Unterkapitel ein übersichtlicher Einteilungsversuch nach HÄDER das Vorgegangene strukturiert.

#### Entwicklung und Vielfalt von Delphi-Studien

Bekanntheit erlangte das Verfahren der Delphi-Studie aufgrund der Verwendung durch die RAND Corporation im Rahmen militärischer Vorhaben zur amerikanischen Landesverteidigung in den 1970er-Jahren (s. LINSTONE U. TUROFF 1975, S. 92). Im Laufe der Zeit wurden Delphi-Studien nicht nur im militärischen Umfeld, sondern auch im Rahmen der Entwicklung von Wissenschaft und Technologie als Prognosewerkzeug eingesetzt. Mit dem Trend der Technologievoraussage erlangte die Delphi-Studie auch in Deutschland seit den 1990er-Jahren Popularität. (s. MÖNCHHALFEN 2001, S. 30; s. HÄDER 2014, S. 16) Der Grund für die heute immer häufigere Verwendung von Delphi-Studien ist die Möglichkeit, den Unsicherheiten und der Unüberschaubarkeit z. B. auf den Weltmärkten oder beim technischen Fortschritt mit aus Delphi-Umfragen generiertem Orientierungswissen zu begegnen (s. HÄDER 2014, S. 16).

Dabei verfolgen Delphi-Studien das Ziel, komplexe Probleme und Fragestellungen mithilfe des Wissens vieler einzelner Experten zu lösen (s. DÖRING U. BORTZ 2016, S. 420). Hierfür werden ausgewählte Experten aus verschiedenen Domänen hinzugezogen. Nach HÜTTNER (1982, S. 29–30) ist die Delphi-Studie als eine stärker formalisierte Expertenbefragung einzuordnen. Charakteristisch sind hierbei die Wiederholungsrunden. In diesen erhalten die Teilnehmenden Feedback in Form von Zwischenergebnissen und sind damit in der Lage, das Wissen der anderen Teilnehmenden zu berücksichtigen. Hieraus ergibt sich eine Prognose bzw. Lösung für das adressierte Problem, die einer Einzelleistung überlegen ist und welche die Vorteile einer Gruppenleistung mitbringt. (s. DÖRING U. BORTZ 2016, S. 420; s. HÄDER 2014, S. 59–64)

Das breite Einsatzgebiet und die Anzahl an unterschiedlichen Varianten von Delphi-Studien (s. HÜTTNER 1982, S. 29–30) erfordern im Sinne der Übersichtlichkeit eine nun folgende systematische Einteilung.

#### Einteilung von Delphi-Studien nach HÄDER

HÄDER (2014, S. 30) teilt Delphi-Studien in vier unterschiedliche Typen ein, welche jeweils ein eigenes Profil aufweisen:

- Typ 1: Delphi-Studien zur Ideenaggregation

- Typ 2: Delphi-Studien für eine möglichst genaue Vorhersage eines unsicheren Sachverhalts, genauer gesagt für dessen genauere Bestimmung
- Typ 3: Delphi-Studien zur Ermittlung und Qualifikation der Ansichten einer Expertengruppe über einen diffusen Sachverhalt
- Typ 4: Delphi-Studien zur Konsensbildung unter den Teilnehmenden

Ein zentrales Merkmal, anhand dessen sich die vier Typen unterscheiden lassen, ist die Art der Fragestellung. Typ 1 widmet sich rein qualitativen Fragestellungen und bis zum Typ 4 verändert sich die Struktur der Fragen hin zu ausschließlich quantitativen Fragestellungen. Weitere Unterscheidungsmerkmale sind der Themenbereich, die Zielstellung, die Gestaltung der Fragen, die Expertengruppe, Befragungsrunden sowie die Rollenverteilung. Die Ausgestaltung der Merkmale je Typ ist in detaillierter Form Abbildung 4-4 zu entnehmen. (s. HÄDER 2014, S. 37)

Ideenaggregation Typ 1	Bestimmung eines Sachverhalts Typ 2	Ermittlung von Expertenmeinungen Typ 3	Konsens Typ 4
Art der Fragestellung			
Qualitativ angelegt	Qualitativ und quantitativ angelegt	Vor allem quantitativ angelegt	Quantitativ angelegt
Themenbereich			
Kaum Operationalisierung	Zu bearbeitender Sachverhalt ist möglichst exakt zu definieren		Stark differenziertere Operationalisierung
Gestaltung der Fragen			
Nutzung offener Fragen	Offene und vor allem geschlossene Fragen		Nur standardisierte Bewertung
Expertenauswahl			
Auswahl Experten nach Expertise	Keine formalisierte Auswahl der Experten	Totalerhebung oder bewusste Expertenauswahl	Auswahl nach bestimmten Rahmen
Ausgestaltung der Befragungsrunden			
Nur qualitative Runde	Qualitative Runde kann zur Operationalisierung genutzt werden		Qualitative Runde kann entfallen
Zielsetzung			
Ideensammlung zur Problemlösung	Genauere Bestimmung eines Sachverhalts	Ermittlung und Qualifikation von Expertenansichten	Hohe Überein- stimmung bei Teilnehmenden

**Abbildung 4-4: Vergleich der verschiedenen Typen einer Delphi-Studie (s. HÄDER 2014, S. 37 gekürzt durch die Autorin)**

Ein besonders relevanter Aspekt bei der Durchführung einer Delphi-Studie ist neben dem Studiendesign die Besetzung der Expertengruppe. Experten sind Personen, die über Wissen verfügen, das andere nicht haben (s. MÖNCHHALFEN 2001, S. 33) und

werden zielgerichtet ausgewählt (s. HÄDER 2014, S. 92). Die Auswahl der Experten hat so zu erfolgen, dass verschiedenste Bereiche (z. B. Hochschulen für den akademischen Bereich und Anwender aus der praxisrelevanten Wirtschaft) abgedeckt sind und ein unterschiedlicher Tiefengrad an Fachwissen vorhanden ist. Nicht als Kriterium werden das Alter und das Geschlecht herangezogen. (s. HÄDER 2014, S. 99) Neben der inhaltlichen Qualifikation der Experten ist ebenfalls der Größe der Expertengruppe Beachtung zu schenken. HÄDER (2014, S. 108) rät bei einer Studie vom Typ 3 zu einer großen Anzahl an befragten Experten, um ein möglichst aussagekräftiges Ergebnis zu erzielen. Dabei ist jederzeit der Organisationsaufwand einer größeren Expertengruppe mit dem zu erwartenden Nutzen abzuwägen (s. HÄDER 2014, S. 118). Ein Konsens in der Literatur in Bezug auf eine Mindest- oder Maximalanzahl an Teilnehmenden für Delphi-Studien kann nicht ausgemacht werden (s. HÄDER 2014, S. 101).

### **Darlegung der Eignung für diese Arbeit**

Die vorliegende Arbeit hat im ersten Modell zum Ziel, die Compliance-Relevanz von digitalen Technologien zu beschreiben. Hierfür ist die Nutzung einer Delphi-Studie sinnvoll, da mittels der Feedbackschleifen ein möglichst genaues Ergebnis erzielt werden kann. Weitere Erläuterungen und Gründe zur Auswahl und Ausgestaltung der verwendeten Delphi-Studie sind Kapitel 5.1 zu entnehmen.

#### **4.2.4 Identifikation und Analyse von Ursache-Wirkungs-Beziehungen**

Das in Kapitel 4.2.1 eingeführte Systems Engineering beinhaltet den Ansatz des vernetzten Denkens. Dabei werden Beziehungen zwischen der Umwelt, Systemen und Elementen beschrieben (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 28–29). Diese Beziehungen können in statische (zeitunabhängige) und dynamische (zeitabhängige) Beziehungen unterteilt werden. Die statischen Beziehungen wurden im Rahmen der Systemtheorie in Kapitel 4.2.1 betrachtet. Die dynamischen Wirkzusammenhänge werden durch die Ansätze des System Dynamics erläutert. Dabei werden die Wirkzusammenhänge mit einem Effekt der Rückkopplung aufgefasst (s. FORRESTER 1972, S. 19). Das heißt, die Systemelemente können sowohl positive als auch negative Einflüsse aufeinander haben (s. FORRESTER 1972, S. 23). Das System Dynamics bietet qualitative und quantitative Analysewerkzeuge, welche die Beschreibung und Darstellung der dynamischen Beziehungen strukturieren und vereinfachen (s. FORRESTER 1994, S. 248–251). Dabei sollte eine qualitative Analyse stets von einer quantitativen ergänzt werden (s. FORRESTER 1994, S. 245–247). Einen ähnlichen Ansatz wie den System Dynamics von FORRESTER beschreiben Probst und Gomez (s. PROBST U. GOMEZ 1989, S. 5–6; s. SCHEIBMAYER 2014, S. 62). Am weitesten verbreitet ist es, die qualitative Analyse durch sogenannte Kausaldiagramme zu visualisieren. Allerdings vereinfachen diese die Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge, sodass keine vernetzten Ursache-Wirkungs-Beziehungen dargestellt werden können (s. SCHULTE-ZURHAUSEN 2010, S. 552). Ein Beispiel hierfür sind die in der Qualitätsanalyse verwendeten Ischikawadiagramme (s. SCHULTE-ZURHAUSEN 2010, S. 551–552; s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 410).

Kausaldiagramme eignen sich für weniger umfangreiche Fragestellungen und bieten in diesem Maßstab zuverlässige Ergebnisse. Überdies nehmen ihre Erstellung und Auswertung vergleichsweise wenig Zeit in Anspruch (s. HICKING 2020, S. 100–101). Neben Kausaldiagrammen existieren noch Einflussdiagramme, welche die Vernetzungen und die richtungsgebundenen Einflüsse zwischen Systemelementen der Ursache-Wirkungs-Verkettung darstellen. Mithilfe dieser Diagramme können Einflüsse detailliert dargestellt werden. Positive und negative Einflüsse können unterschieden werden sowie kurz-, mittel- und langfristige Einflüsse. (s. HICKING 2020, S. 100–101; s. PROBST U. GOMEZ 1989, S. 9; s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 437) Weiterhin lassen sich Einflussdiagramme durch Einflussmatrizen erweitern, um so die Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu quantifizieren (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 437; s. SCHEIBMAYER 2014, S. 62). Dem Detaillierungsgrad dieser Diagramme geschuldet sind sie aufwendiger und somit zeitintensiver in ihrer Erstellung, können dadurch aber komplexere Sachverhalte abbilden (s. SCHULTE-ZURHAUSEN 2010, S. 555; s. HICKING 2020, S. 100–101).

### **Darlegung der Eignung für diese Arbeit**

Die dargelegten Ansätze aus dem Gebiet des vernetzten Denkens sind lange in der Wissenschaft etabliert. Die vorliegende Arbeit stützt sich im Erklärungsmodell (s. Kapitel 6.1) auf eine Wirkungsmatrix, um die komplexen Zusammenhänge der Beziehung von Ursachen und Wirkungen abzubilden. Die Wirkungsmatrix führt zu einer vollständigen und leicht verständlichen Übersicht.

#### **4.2.5 Das Verfahren der Experteninterviews**

Die grundlegende Definition eines Interviews liefert SCHEUCH (1967, S. 138): Ein Interview ist „[...] ein planmäßiges Vorgehen mit wissenschaftlicher Zielsetzung, bei dem die Versuchsperson durch eine Reihe gezielter Fragen oder mitgeteilter Stimuli zu verbalen Reaktionen veranlasst werden soll“. Das Experteninterview dient somit in erster Linie als Instrument zur Exploration (s. BOGNER ET AL. 2002, S. 17–18). Es zählt zu der Gruppe der ermittelnden Interviews, das im Gegensatz zu standardisierten Interviews nahe an einem Alltagsgespräch gehalten wird. Damit ähnelt es etwa einem journalistischen Interview (s. BOGNER ET AL. 2002, S. 18). Das Experteninterview im Speziellen dient der Datengewinnung in kommunikativer Form und muss zur wissenschaftlichen Auswertbarkeit den zentralen Postulaten interpretativer Sozialforschung gerecht werden. Hierzu zählen Offenheit, Kommunikation und Prozesshaftigkeit im Forschungsprozess. Die Prozesshaftigkeit beschreibt einen schrittweisen Gewinn und die Prüfung von Daten, deren Zusammenhang und Beschaffenheit schrittweise herausgearbeitet wird. Somit stellt es einen reziproken Verstehensprozess dar. (s. KÜHL ET AL. 2009, S. 36) Dieser Verstehensprozess führt dazu, dass komplexe Wissensbestände rekonstruiert und damit soziale Phänomene erklärt werden können (s. KÜHL ET AL. 2009, S. 35). Experteninterviews werden repräsentativ, wenn eine größere Menge von ihnen zum gleichen Thema und auf der gleichen Wissensgrundlage oder mit vergleichbaren

Fragen durchgeführt werden. In dieser Form können sie sowohl als qualitative als auch als quantitative Datenquelle ausgewertet werden. Um dies zu gewährleisten, ist eine ausführliche Vorbereitung der Interviews notwendig. Diese Vorbereitung beginnt bereits bei der Auswahl der Expertinnen und Experten und reicht weiter über das Anschreiben sowie das Erstellen eines Fragebogens. Das Anschreiben sollte als zentraler Punkt in der Akquise von Experten und Expertinnen nicht vernachlässigt werden, da es sich wesentlich auf die Rücklaufquote und damit auf die Menge der Interviews auswirkt, die geführt werden können und somit auf die Menge an Informationen, die gewonnen werden können. Hieraus resultiert dann auch die Verlässlichkeit des Forschungsergebnisses. (s. WAGEMANN ET AL. 2020, S. 267) Schon in der Vorbereitung eines Experteninterviews muss die Zielgerichtetheit und Problemzentrierung deutlich werden. Eine ausführliche Recherche zu der Untersuchungsthematik ist durchzuführen, sowie eine Informationssammlung zu den Expertinnen und Experten im Rahmen ihrer Aufgaben und Organisation. (s. WERNITZ 2018, S. 6) Die Recherche geschieht auf der Basis von Literatur- und Sekundäranalysen aller verfügbaren Quellen mit dem Ziel, die Fragen und die Struktur des Experteninterviews zu erarbeiten. Dabei wird speziell herausgearbeitet, welche Zusammenhänge bisher nicht vollständig oder noch gar nicht erschlossen wurden. (s. WERNITZ 2018, S. 8) Die zu Befragenden sollten als Expertinnen und Experten in ihren Handlungsfeldern gelten und die Handlungsfelder, in denen sie sich befinden, sollten wesentlich den Forschungsgegenstand widerspiegeln. Sie sollten die Verantwortung für relevante Problemlösungen tragen oder Zugang zu ausführlichen Informationen über Entscheidungsprozesse oder für die Forschung relevante Personengruppen verfügen, da daraus eine handlungsorientierte Perspektive für den betrachteten Sachverhalt hervorgeht. (s. WERNITZ 2018, S. 4–5; s. HITZLER ET AL. 1994, S. 181; s. KÜHL ET AL. 2009, S. 35) Experteninterviews existieren in standardisierter (quantitativer) und nicht standardisierter (qualitativer) Form. Standardisierte Experteninterviews bestehen aus fest strukturierten Fragebögen mit vordefinierten Antworten. Antwortmöglichkeiten können als Skalen, beispielsweise von 0 (keine Zustimmung) bis 5 (volle Zustimmung), oder im Rahmen von ausformulierten Multiple-Choice-Antworten definiert werden. (s. BAUR U. BLASIUS 2019, S. 718–719) Die nicht standardisierten Interviews folgen im Allgemeinen einem Leitfaden und werden auch als Tiefeninterviews bezeichnet. Diese Interviews gelten als flexibler und geben die Möglichkeit der direkten Reflexion bestimmter Themenbereiche während des Interviews. (s. BOGNER ET AL. 2002, S. 17–18)

Das Leitfadeninterview ist die meistgenutzte Art des Experteninterviews. Es zählt zu den nicht standardisierten Verfahren und eignet sich besonders, da es keinen langen Zeitraum umfasst, zielgerichtet und problemzentriert ist. Es können sowohl explorative Fragen gestellt als auch Hypothesen in Rahmen der Forschungsfrage geprüft werden. (s. KÜHL ET AL. 2009, S. 19) Die Konstruktion eines Leitfadens ist der umfangreichste und wichtigste Teil der Vorbereitung eines Experteninterviews. Ein Leitfaden ist nicht dazu konzipiert, Experteninterviews zu standardisieren, er soll ausschließlich dazu dienen, bestimmte Informationen aus dem Interview zu gewinnen. (s. WERNITZ 2018, S. 8)

Während des gesamten Interviews ist es wesentlich, mit den Expertinnen und Experten fachlich und sprachlich auf Augenhöhe zu kommunizieren (s. WAGEMANN ET AL. 2020, S. 267) und eine angenehme Gesprächsatmosphäre zu schaffen. Dies soll dafür sorgen, dass Nervosität der Interviewpartner und eine eventuelle Künstlichkeit des Gesprächs auf ein Minimum reduziert werden. (s. WAGEMANN ET AL. 2020, S. 276) Ausgehend davon gleicht das Gespräch weniger dem Abarbeiten einer Fragenliste und mehr einem Alltagsgespräch, das narrative Passagen enthält (s. HITZLER ET AL. 1994, S. 184).

### **Darlegung der Eignung für diese Arbeit**

Experteninterviews sind ein bewährtes Mittel, um Informationen von Experten aufzunehmen. Deshalb erfolgt die Identifikation relevanter Compliance-Richtlinien mittels nicht standardisierter Experteninterviews. Dabei werden die Wirkzusammenhänge von digitalen Technologien und Compliance in Unternehmen untersucht.

### **4.2.6 Grundlagen der Skalierung für die Datenerhebung**

Skalierung ist ein wichtiges Tool für die Datenerhebung in den Sozialwissenschaften. Sie wird für Umfragen verwendet, um verlässliche, vergleichbare und auswertbare Ergebnisse zu erlangen. Um dem Anspruch an wissenschaftliche Integrität gerecht zu werden, wurden verschiedene Skalierungsarten für verschiedene Anwendungsfälle entwickelt. Nach der Definition von BAUR U. BLASIUS (2019, S. 894) beinhalten Skalen „eine Vielzahl an Indikatoren [...], die dasselbe theoretische Konstrukt reflektieren“ und der Begriff Skalierung wird als Zuordnung von einem oder mehreren Beobachtungsmerkmalen definiert (s. BAUR U. BLASIUS 2019, S. 1437). Die drei häufigsten Skalierungsarten sind die Skalierung nach LIKERT, nach GUTTMAN und nach THURSTONE. Eine LIKERT-Skalierung ist im Allgemeinen eine Frage mit fünf Antwortmöglichkeiten. Damit soll die Dimension einer Einstellung gemessen werden, wobei die Antwortmöglichkeiten von starker Zustimmung bis zu starker Ablehnung reichen. (s. LIKERT 1932; zit. n. BAUR U. BLASIUS 2019, S. 1440). Eine Skalierung nach GUTTMAN (1944) (zit. n. BAUR U. BLASIUS 2019, S. 1442–1443) misst Einstellungen mithilfe von zweiteiligen Fragen, die verschiedene Abstufungen einer Einstellung beschreiben. Ein Beispiel hierfür wäre:

- Ich bin nicht politisch interessiert
- Ich bin politisch interessiert
- Ich bin passives Mitglied einer Partei
- Ich bin aktives Mitglied einer Partei

Die dritte Skalierungsart ist die Skalierung nach THURSTONE (1928) (zit. n. BAUR U. BLASIUS 2019, S. 1444–1445). Sie ist in ihrem Ansatz der LIKERT-Skalierung ähnlich, in der Ausführung und Auswertung der Skalen gibt es aber deutliche Unterschiede. Die THURSTONE-Skalierung wird in vier Schritten erlangt:

- Generieren von Aussagen, die das zu untersuchende Thema möglichst umfassend beschreiben

- Alle Aussagen werden durch unabhängige Expertinnen und Experten des Themenbereichs in elf verschiedene Kategorien, je nach Ausprägung der Aussage, eingeordnet
- Jeder Aussage werden ein Skalenwert und ein Maß für die Streuung zugeordnet
- 20 bis 22 der Aussagen, mit möglichst gleichen Abständen in den Skalenwerten, werden für den Fragebogen ausgewählt

Dieser Fragebogen wird den Teilnehmenden der Umfrage vorgelegt, die daraufhin die Aussagen auswählen, denen sie zustimmen. Hieraus wird im letzten Schritt der Einstellungswert der Testperson mithilfe eines arithmetischen Mittels berechnet. (s. BAUR U. BLASIUS 2019, S. 1444–1445)

Antwortskalen können allerdings auch unabhängig von den bereits vorgestellten Varianten erstellt werden. Dafür existiert ein allgemein anerkanntes Schema in sechs Schritten. Im ersten Schritt soll geklärt werden, wie viele Antwortkategorien die Skala ungefähr haben soll. Hierbei ist zu beachten, dass viele Antwortmöglichkeiten zum einen ein differenzierteres Ergebnis möglich machen, zum anderen aber die kognitiven Anforderungen an die Befragten erhöhen. In Studien wurde bestätigt, dass die optimale Anzahl an Antwortkategorien durch die Regel „sieben plus/minus zwei“ erreicht wird. Zudem sollte in die Entscheidung einbezogen werden, dass in schriftlichen Befragungen mehr Antwortkategorien als in mündlichen (oder telefonischen) Befragungen praktikabel sind. In Ausnahmefällen sind auch elf-stufige Skalen sinnvoll, dieser Fall tritt ein, wenn pro Themenbereich nur eine Frage zur Einstellung der Befragten gestellt wird. (s. BAUR U. BLASIUS 2019, S. 847) Der zweite Schritt dient der Überlegung, ob eine gerade oder ungerade Anzahl an Antwortkategorien genutzt werden sollte. Dies ist insbesondere bei Fragen nach Einstellungen relevant, da die Befragten bei einer geraden Anzahl an Fragen dazu gezwungen sind, sich eher für eine zustimmende oder ablehnende Einstellung zu entscheiden, während bei einer ungeraden Anzahl an Antwortkategorien die Möglichkeit besteht, keine Meinung zu äußern. Hierbei ist zu beachten, dass mehreren Studien zufolge Befragte bei Fragen mit gerader Anzahl an Antwortkategorien eher dazu tendieren, Fragen zu bejahen als zu verneinen. (s. BAUR U. BLASIUS 2019, S. 848; s. WAGEMANN ET AL. 2020, S. 356–357) Die Frage, ob die Skala mit ausformulierten Antwortmöglichkeiten ausgestattet werden soll, wird im dritten Schritt beantwortet. Bei einer Antwortskala mit bis zu neun Einträgen ist es noch sinnvoll, alle Kategorien semantisch zu kennzeichnen. Spätestens danach sollten nur noch die Endpunkte (beispielsweise mit „stimme sehr stark zu“/„stimme überhaupt nicht zu“) beschriftet werden. Die höchste Reliabilität wird dabei durch die semantische Kennzeichnung der Kategorien erreicht. (s. BAUR U. BLASIUS 2019, S. 848–849) Im vierten Schritt wird eine Entscheidung darüber getroffen, ob die Skala unipolar oder bipolar beschriftet werden soll. Eine allgemeine Beschriftung für die bipolare Variante reicht von „stimme sehr stark zu“ bis „lehne sehr stark ab“. Die unipolare Variante reicht dagegen von „stimme sehr stark zu“ bis „stimme überhaupt nicht zu“. (s. BAUR U. BLASIUS 2019, S. 849–850; s. KÜHL ET AL. 2009, S. 395–396) Mit dem fünften Schritt kommt die Überlegung, ob die Skala mit den zustimmenden oder

ablehnenden Antwortmöglichkeiten beginnen soll. Optimal wäre es, wenn zuerst sämtliche Antwortmöglichkeiten gelesen oder angehört und dann eine ausgewählt würde. In der Realität wird in schriftlichen Befragungen allerdings häufig die erste Antwort gewählt, die akzeptabel erscheint. Dieser Effekt nimmt mit fortschreitender Befragung immer stärker zu, weshalb die Wahl der richtigen Antwortreihenfolge beim Erstellen der Skala relevant ist. In mündlichen Befragungen tritt dagegen der entgegengesetzte Effekt ein, sodass die zuletzt gegebene Antwortmöglichkeit am häufigsten gewählt wird, da diese am besten im Gedächtnis geblieben ist. (s. BAUR U. BLASIUS 2019, S. 850; s. WAGEMANN ET AL. 2020, S. 361–362) Zuletzt steht die Überlegung, ob einzelne Fragestellungen spezifische Antwortskalen haben sollen oder ob die Antwortskalen für alle Fragen standardisiert sein sollten. Der Grundsatz dafür ist immer, die Befragungen so einfach wie möglich zu halten, was mit standardisierten Skalen erreicht wird. Hieraus wird der Vorteil gezogen, dass die Befragten nicht so schnell ermüden wie bei immer unterschiedlichen Antwortmöglichkeiten. Letztere erhöhen in der Regel die Reliabilität der aus der Befragung gewonnenen Daten, müssen aber zur Erleichterung des Verständnisses an die Formulierung der zugehörigen Frage angepasst sein. (s. BAUR U. BLASIUS 2019, S. 850–851)

### **Darlegung der Eignung für diese Arbeit**

Die Ansätze zur Skalierung in der Datenerhebung können im Rahmen der Delphi-Studie zur Identifikation von compliance-relevanten digitalen Technologien herangezogen werden (s. Kapitel 5.2.3). Die erprobten Skalen sowie das schrittweise Vorgehen ermöglichen eine wissenschaftliche Erarbeitung der Skalen für diese Arbeit.

### **4.2.7 Vorgehen zur Gestaltung von technischen Richtlinien**

Die Formulierung und Gestaltung von technischen Richtlinien wird insbesondere durch das Deutsche Institut für Normung (DIN), die Internationale Organisation für Normung (ISO), die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und den Verein Deutscher Ingenieure (VDI) beschrieben. Es wurden mehrere Dokumente und Leitfäden, die als Referenzen für die Erstellung von sämtlichen normativen Dokumenten gelten, publiziert. Der Begriff „normative Dokumente“ fasst Dokumente wie Normen, technische Spezifikationen, Anleitungen für die Praxis und Vorschriften zusammen (s. DIN EN 45020, S. 25). Die DIN ISO/IEC 820-2 beschreibt, wie bei der Gestaltung von Dokumenten in der Normungsarbeit vorzugehen ist. Es wird eine Referenz für das Erstellen eines Richtlinien-Dokuments vorgestellt. Dies umfasst eine Gliederung, bestehend aus zwölf Elementen, welche Tabelle 4-1 zu entnehmen sind.

**Tabelle 4-1: Thematische Unterteilung in normativen Dokumenten (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 66)**

<b>Wesentliches Element</b>	<b>Unbedingt erforderlich/ optional/gegebenenfalls erforderlich</b>
Titel	Unbedingt erforderlich
Inhaltsverzeichnis(se)	Optional
Vorwort	Unbedingt erforderlich
Einleitung	Optional/gegebenenfalls erforderlich
Anwendungsbereich	Unbedingt erforderlich
Normative Verweisungen	Unbedingt erforderlich
Begriffe	Unbedingt erforderlich
Symbole und Abkürzungen	Gegebenenfalls erforderlich
Technischer Inhalt	Unbedingt erforderlich/optional/gegebenenfalls erforderlich
Anhänge	Optional
Literaturhinweise	Gegebenenfalls erforderlich
Stichwortverzeichnis	Optional

Der VDI empfiehlt eine Gliederung mit vergleichbaren Elementen und gibt zusätzlich an, welche Arten von Inhalt je Element zulässig sind (z. B. Text, Bild oder Tabellen) (s. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. 2020, S. 12). Ebenso hat der VDI einen Leitfaden zum einfachen Schreiben von Richtlinien veröffentlicht. Dieser enthält die zuvor bereits aufgeführten Elemente und detailliert diese (vgl. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. 2023, S. 8–10).

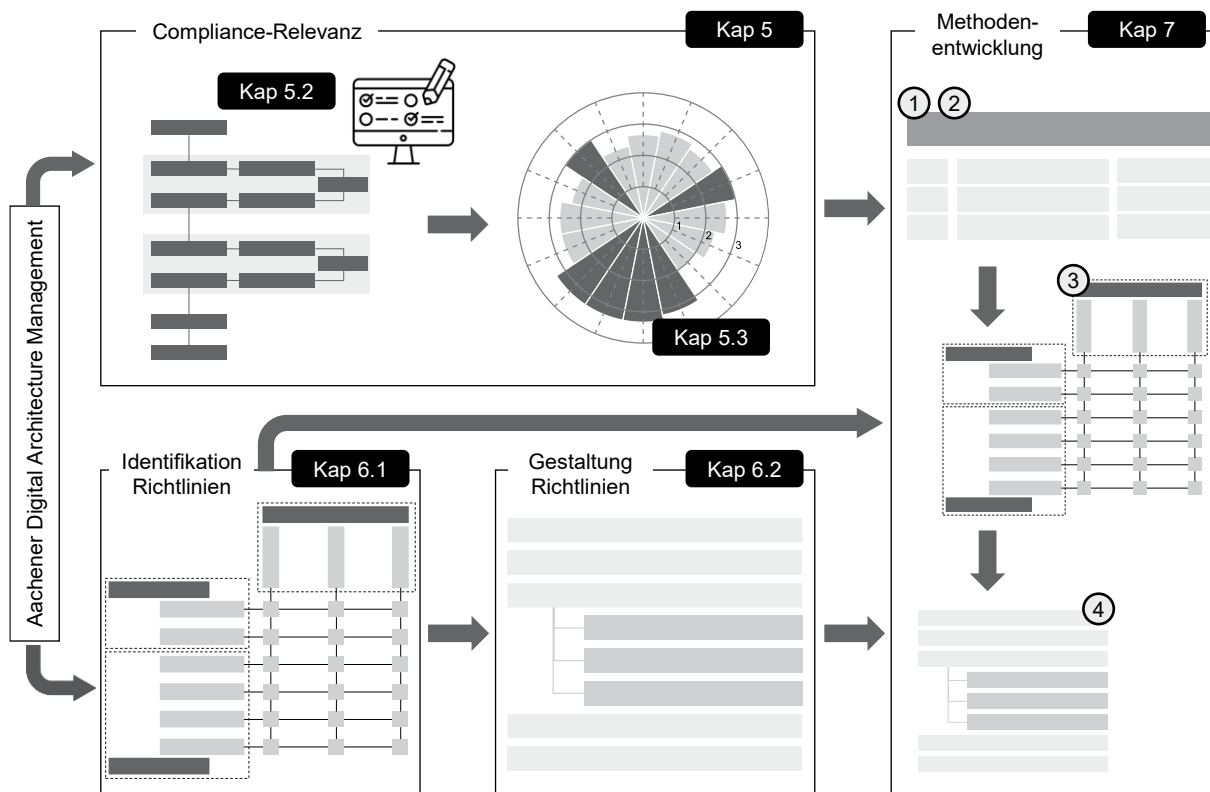
### **Darlegung der Eignung für diese Arbeit**

Zur Formulierung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen gibt es nach Recherche der Autorin keine Vorschläge in der bestehenden Literatur. Da normative Dokumente allerdings auch Anleitungen und Vorschriften für die Praxis enthalten, können die zuvor vorgestellten Arbeiten im Rahmen dieser Dissertation als Basis zur Gestaltung von Richtlinien für digitale Technologien genutzt werden (s. Kapitel 6.2).

### **4.3 Konkretisierung der Vorgehensweise**

Die vorliegende Dissertationsschrift enthält vier Modelle sowie die Ergebnisevaluation (s. Abbildung 4-5). Zunächst werden die compliance-relevanten digitalen

Technologien in Kapitel 5 hergeleitet. Daran anschließend ermöglicht Kapitel 6.1 eine systematische Identifikation der relevanten Compliance-Richtlinien. Zusätzlich zeigt Kapitel 6.2 auf, wie Compliance-Richtlinien gestaltet werden können. In Kapitel 7 wird eine Methode zur Herleitung der Compliance-Richtlinien in produzierenden Unternehmen vorgestellt. Zum Schluss findet in Kapitel 8 eine Evaluation der Methode mittels Fallstudien statt.



**Abbildung 4-5: Vorgehensweise der vorliegenden Dissertation (eigene Darstellung)**

In Kapitel 5 wird durch eine Delphi-Studie die Compliance-Relevanz aktueller digitaler Technologien ermittelt. Hierfür wird in Unterkapitel 5.1 zunächst die Auswahl der Methode der Delphi-Studie beschrieben. Dies umfasst den Prozess ausgehend von der Zielstellung bis zu den Gründen für die Delphi-Studie (s. Kapitel 5.1.1). Zudem werden die nicht gewählten alternativen Verfahren aufgezeigt (s. Kapitel 5.1.3). Weiterhin wird die Delphi-Methode in ihrer Ausprägung spezifiziert (s. Kapitel 5.1.2). Daran anschließend erfolgt in Unterkapitel 5.2 die genauere Beschreibung der Delphi-Studie hinsichtlich ihres Aufbaus, Inhalts und Ablaufs für die vorliegende Dissertation. Hierzu gehört die Aufbereitung der Fragestellung mittels der Facettentheorie (s. Kapitel 5.2.2) und die Beschreibung des gewählten Technologie- und Trendradars zur Bereitstellung der zu untersuchenden digitalen Technologien (s. Kapitel 5.2.1). Zudem wird eine Skala für die Bewertung der Compliance-Relevanz in Anlehnung an die LIKERT-Skala erstellt (s. Kapitel 5.2.3). Weiterhin erfolgt die Zusammenstellung der Expertengruppe (s. Kapitel 5.2.4) und anschließend die eigentliche Durchführung der Studie (siehe Kapitel 5.2.5). Auf Basis der Daten, die mit der Durchführung gewonnen wurden, erfolgt in Unterkapitel 5.3 die Herleitung der Compliance-Relevanz je abgefragter digitaler

Technologie. Dafür erfolgt zunächst eine grundlegende Beschreibung der gewonnenen Daten (s. Kapitel 5.3.1), gefolgt von einer kurzen Erläuterung der Voraussetzungen für die sich anschließende Datenanalyse (s. Kapitel 5.3.2). Für diese Datenanalyse werden getrennt die erfassten Kopfdaten und die Kerndaten untersucht. Die Kopfdaten enthalten die allgemeinen Angaben zur befragten Person (s. Kapitel 5.3.3) und die Kerndaten die inhaltlichen Daten zur Compliance-Relevanz. Für die Analyse der Kerndaten wird hypothesengetrieben vorgegangen (s. Kapitel 5.3.4). Abgeschlossen wird das Kapitel 5 durch eine Zusammenfassung sowie eine Ergebnisreflexion (s. Kapitel 5.4).

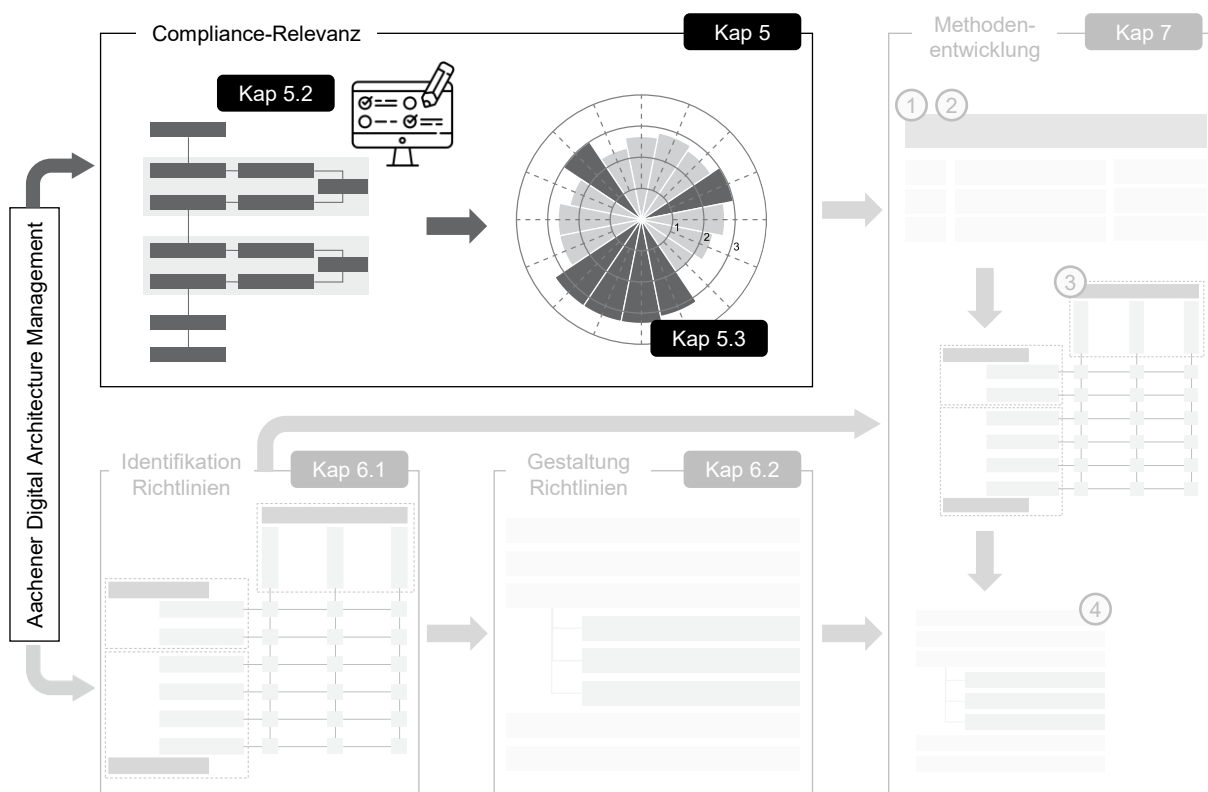
In Kapitel 6 werden sowohl die erforderlichen Compliance-Richtlinien für digitale Technologien identifiziert als auch die Ausgestaltung einer solchen Compliance-Richtlinie beschrieben. Die systematische Identifikation der Compliance-Richtlinien (s. Kapitel 6.1) hat zum Ziel, ganzheitlich im Unternehmen nach regulierungsbedürftigen Einsatzfeldern von digitalen Technologien zu suchen. Um die Ganzheitlichkeit sicherzustellen, wird dafür zunächst ein Modell ausgewählt, welches als Anhaltspunkt dient (s. Kapitel 6.1.1). Anschließend erfolgt die eigentliche Identifikation mittels Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen und die Darstellung der Ergebnisse in einer Wirkungsmatrix. Für die Identifikation werden Literaturrecherchen und Experteninterviews genutzt (s. Kapitel 6.1.2). Die Durchführung der beschriebenen Vorgehensweise wird zudem anhand des Beispiels 5G demonstriert (s. Kapitel 6.1.3). Der zweite Teil des Kapitels 6 umfasst die Gestaltung von Compliance-Richtlinien (s. Kapitel 6.2). Hierfür werden als Erstes die strukturierenden Gestaltungselemente in Anlehnung an normative Dokumente festgelegt (s. Kapitel 6.2.1). Anschließend wird die sprachliche Ausgestaltung einer Compliance-Richtlinie dargestellt (s. Kapitel 6.2.2). Abschließend erfolgt eine Zusammenfassung und Ergebnisreflexion (s. Kapitel 6.3).

In Kapitel 7 wird die Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien in produzierenden Unternehmen gestaltet. Durch diese Methode werden die vorherigen Ergebnisse für die industrielle Praxis anwendbar gemacht. Das methodische Vorgehen orientiert sich am Problemlösungszyklus nach Haberfellner (s. Kapitel 7.1). Das Kapitel wird mit einer Zusammenfassung und Ergebnisreflexion geschlossen (s. Kapitel 7.2).

In Kapitel 8 wird die erarbeitete Methode abschließend in Fallstudien angewendet und verifiziert.

## 5 Beschreibung der Compliance-Relevanz digitaler Technologien

Dieses Kapitel identifiziert die compliance-relevanten digitalen Technologien im Umfeld produzierender Unternehmen. Da die Autorin bereits zu Beginn des Dissertationsvorhabens in der Phase der Vorstudie feststellte, dass die Erkenntnisse nicht auf Basis von bestehenden und dokumentierten Ergebnissen erzielt werden können, wird in diesem Kapitel die Methode der Delphi-Studie angewendet (s. Kapitel 4.2.3). Mittels der Untersuchung in diesem Kapitel wird die erste Forschungsunterfrage: „Wie können die für produzierende Unternehmen relevanten Themencluster einer Compliance für digitale Technologien beschrieben werden?“ beantwortet. Eine Übersicht über das vorliegende Beschreibungsmodell im Gesamtzusammenhang ist in Abbildung 5-1 dargestellt.



**Abbildung 5-1: Übersicht über die Inhalte des Kapitels 5 im Zusammenhang des Gesamtverfahrens (eigene Darstellung)**

Zunächst wird die Auswahl der Delphi-Studie als Methode begründet (s. Kapitel 5.1.1), um die Vorteile gegenüber anderen Methoden herauszustellen und zu beachtende Herausforderungen der Methode zu schildern. Ebenso werden der Typ und die Auslegung der Delphi-Studie genauer spezifiziert, um sicherzustellen, dass am Ende ein möglichst genaues Ergebnis erzielt wird (s. Kapitel 5.1.2). Zudem wird die Methode von alternativen Methoden für den Anwendungsfall abgegrenzt (s. Kapitel 5.1.3). In Anlehnung an die Methodenbeschreibung nach HÄDER (2014) werden anschließend

die inhaltliche Ausgestaltung und der Aufbau sowie der Ablauf der Delphi-Studie beschrieben (s. Kapitel 5.2). Daraufhin wird die Datengrundlage vorgestellt und die Analyse durchgeführt, um die compliance-relevanten digitalen Technologien herzuleiten (s. Kapitel 5.3). Kapitel 5 schließt mit einer Zusammenfassung und Ergebnisreflexion (s. Kapitel 5.4).

Hinweis zur Vorveröffentlichung: Die im folgenden Kapitel dargestellten und in diesem Modell enthaltenen Methoden, Vorgehensweisen sowie Ergebnisse beruhen in weiten Teilen auf einer Veröffentlichung zur CPSL Conference 2023, welche durch die Autorin publiziert wurde (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b).

## **5.1 Auswahl der Methode**

Aufbauend auf der Beschreibung der Delphi-Studie in Kapitel 4.2.3 wird in diesem Kapitel zunächst die Auswahl der Methode erläutert (s. Kapitel 5.1.1). Zudem wird eine Spezifizierung der Delphi-Studie in Anlehnung an HÄDER (2014) vorgenommen (s. Kapitel 5.1.2). Abschließend werden alternative Methoden verglichen und abgegrenzt (s. Kapitel 5.1.3).

### **5.1.1 Ziele des Modells und Auswahl der Delphi-Studie**

Das Ziel des Beschreibungsmodells in diesem Kapitel ist die Identifikation der praxisrelevanten digitalen Technologien im Kontext der Gestaltung einer Compliance für diese innerhalb von produzierenden Unternehmen. Da es eine Vielzahl an verschiedenen digitalen Technologien gibt, spielen sowohl Erfahrungswissen aus der Praxis als auch Expertenwissen eine wichtige Rolle bei der Auswahl zu regulierender digitaler Technologien in produzierenden Unternehmen. Hierdurch wird die Anwendungsnahe sichergestellt. Diese Wissensquellen gilt es vor dem Hintergrund der vorliegenden Fragestellung zu nutzen. Diese Anforderung wird durch die Delphi-Studie erfüllt, in der mehrere Experten und Expertinnen befragt werden. Eine Delphi-Studie führt zudem aufgrund ihrer Anonymität und das kontrollierte Feedback zu einem Gruppenergebnis, welches mit höherer Wahrscheinlichkeit näher an dem realitätsnahen Zustand liegt als eine Einzelmeinung (s. HÄDER 2014, S. 39). Bei der Delphi-Studie wird durch die Anonymität keine Änderung des Einzelurteils durch Orientierung an Antworten anderer herbeigeführt (s. HÄDER 2014, S. 42). Da die ausgewerteten Ergebnisse eines Interviewintervalls als Feedback an die Teilnehmenden kommuniziert werden, ist es möglich, die eigenen Antworten gezielt zu überdenken. Eine Abgrenzung zu anderen Methoden, welche für die vorliegende Dissertation nicht infrage kamen, erfolgt in dem Kapitel 5.1.3. Dies ergänzt die Sicht dieses Kapitels.

### **5.1.2 Spezifizierung der Delphi-Studie**

Nachdem die Delphi-Studie als passende Methode identifiziert wurde und das Ziel des Beschreibungsmodells klar ist, kann mit der genaueren Spezifizierung der Delphi-

Studie begonnen werden. Dieser Schritt ist für ein gemeinschaftliches Grundverständnis wichtig, da es eine Vielzahl an Ausprägungsformen von Delphi-Studien gibt.

Wie in Kapitel 4.2.3 eingeführt, werden Delphi-Studien durch HÄDER (2014, S. 99) in vier verschiedene Typen eingeteilt. Da in der vorliegenden Arbeit zu der ersten Forschungsfrage Expertenmeinungen gesammelt, ermittelt und qualifiziert werden, handelt es sich um den dritten Typen. Die Studie des Typs 3 weist spezifische Merkmale auf. Diese sind:

- Vorgehen (zumeist) quantitativ,
- Auswahl der Experten aufgrund ihres Fachwissens,
- interdisziplinäre Auswahl der Experten und
- Verwendung zumeist geschlossener Fragen.

Die zu erstellende Delphi-Studie wird, wie von den Merkmalen vorgegeben, als quantitative Befragung angelegt. Das Ziel hierbei ist es, eine möglichst hohe Anzahl an Teilnehmenden zu erreichen. Um die Validität der Studie sicherzustellen, werden die befragten Experten anhand ihres vorhandenen Wissens zu den Themengebieten digitale Technologien und Compliance ausgewählt. Da es sich um zwei Themengebiete handelt, die bisher sowohl in der Praxis als auch in wissenschaftlichen Beiträgen selten in Verbindung betrachtet wurden, ist insbesondere auf den Aspekt der Interdisziplinarität Wert zu legen. Zudem wird darauf geachtet, dass die Expertinnen und Experten sowohl aus dem wissenschaftlichen Kontext stammen als auch aus Unternehmen, um beide Perspektiven zu berücksichtigen (s. Kapitel 4.2.3). Weiterhin wird der Fragebogen keine offenen Fragen wie „Warum ist Berlin Ihre Lieblingsstadt?“ enthalten, sondern nur aus geschlossenen Fragen bestehen, wie etwa „Wie lautet Ihre Lieblingsstadt? Wien, Berlin oder Paris?“ Dies unterstützt die Merkmale der Delphi-Studie Typ 3 und gewährleistet die Möglichkeit einer quantitativen Auswertung.

Die erläuterten Spezifikationen dienen in Kapitel 5.2 als Leitplanken beim Festlegen des Aufbaus und Ablaufs sowie der Inhalte der Studie.

### **5.1.3 Analyse alternativer Methoden**

Zur Delphi-Studie gibt es einige verwandte Methoden, welche potenziell das gleiche inhaltliche Ziel erreichen können. Um eine möglichst umfassende Sicht auf Methoden zur Abfrage von Expertenmeinungen darzulegen, werden alternative Methoden zur Delphi-Studie in diesem Kapitel abgegrenzt. Zudem wird erläutert, warum die Methoden nicht ausgewählt wurden.

#### **Gruppendiskussion**

An einer Gruppendiskussion nehmen mehrere Personen zur gleichen Zeit teil und geben nach einem externen Anstoß Einschätzungen ab. Weiterhin gibt es wechselseitige Ergänzungen. Bei einer Gruppendiskussion ist es für die Teilnehmenden möglich, sich an den Antworten der anderen zu orientieren, was dazu führen kann, dass die eigene Meinung eines Individuums verzerrt wird. Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen,

dass die Konstellation der Gruppendiskussion das Ergreifen von Meinungsführerschaften zulässt. Dabei kann für Teilnehmende ein Gruppenzwang zur Konformität entstehen. Zudem wird in einer Gruppendiskussion unmittelbar Feedback zu den Antworten gegeben und kognitive Prozesse können bei den Teilnehmenden nicht gezielt ausgelöst werden. (s. HÄDER 2014, S. 59–64) Im Vergleich zur Delphi-Studie sind die genannten Punkte für das Vorhaben dieser Arbeit allesamt nachteilig, da individuelle unverzerrte Meinungen gesammelt werden sollen, sodass die Gruppe als Störfaktor wirkt. Lediglich das direkte Vorliegen des Ergebnisses am Ende der Diskussionszeit ist vorteilhaft gegenüber der deutlich zeitaufwändigeren Delphi-Studie.

### **Expertenbefragung**

Bei einer Expertenbefragung handelt es sich um eine einmalige mündliche oder schriftliche Erhebung von Expertenmeinungen. Die Methode ist nur teilweise standardisiert und es liegt eine semi-strukturierte Interviewsituation vor. Bei Expertenbefragungen wird kein Feedback gegeben, dies ist der Einmaligkeit und der separierten Befragung geschuldet. Im Vergleich zur Gruppendiskussion wird bei der Expertenbefragung verhindert, dass Meinungsführerschaften entstehen. Zudem entsteht bei der Einzelbefragung kein Konformitätszwang. Weiterhin können gezielte kognitive Prozesse nicht ausgelöst werden, die in einer Gruppendiskussion stattfinden. Zusammengefasst können mittels Experteninterviews in kurzer Zeit Informationen von einzelnen Experten erhoben werden. Da allerdings keine kognitiven Prozesse gezielt ausgelöst werden, ist der Informationsgewinn geringer als bei einer Delphi-Studie. Dieser Nachteil ist insbesondere bei diffusen Sachverhalten (Typ 2) und der Qualifizierung und Ermittlung von Expertenmeinungen (Typ 3) zu beachten. Mittels einer Delphi-Befragung kann die Problemlösung in diesen Fällen besser vorangetrieben werden. Hier sollte der erhöhte Zeitbedarf zwingend in Kauf genommen werden. (s. HÄDER 2014, S. 64–65)

## **5.2 Beschreibung Inhalt und Ablauf der Delphi-Studie**

Nachdem die genaue Ausprägung der Delphi-Studie im vorherigen Kapitel festgehalten wurde, wird in diesem Kapitel beschrieben, welche Inhalte die Delphi-Studie umfasst, wie der Fragebogen aufgebaut ist und wie die Durchführung angedacht ist. Da sich die vorliegende Dissertation mit den Compliance-Richtlinien für digitale Technologien auseinandersetzt, ist als Ausgangspunkt eine Liste von digitalen Technologien aufzustellen, die im Rahmen der Untersuchung betrachtet werden (s. Kapitel 5.2.1). Darauf aufbauend werden die abzufragenden Informationen mithilfe der Facettentheorie aufbereitet, um daraus strukturiert Fragen abzuleiten (s. Kapitel 5.2.2). Um den Aufbau und Inhalt der Delphi-Studie zu komplettieren, wird die Skala zur Erhebung der Antworten beschrieben und erklärt (s. Kapitel 5.2.3). Abschließend wird die Auswahl der Experten dargestellt (s. Kapitel 5.2.4) sowie die Durchführung beschrieben (s. Kapitel 5.2.5).

### **5.2.1 Vorauswahl digitaler Technologien**

Das sinnvolle und effiziente Erstellen einer Compliance für digitale Technologien setzt im Rahmen dieser Dissertation voraus, dass eine Auswahl an aktuellen digitalen Technologien getroffen wird. Durch die Beschränkung auf eine Auswahl an digitalen Technologien erfolgt eine Reduktion des Aufwands. Zudem kann durch die begrenzte Anzahl an betrachteten digitalen Technologien Validität in den Ergebnissen gewährleistet werden, da die Aufmerksamkeitsspanne der Teilnehmer während der Befragung nicht überschritten wird. Dennoch müssen für die Unternehmen ausreichend Inhalte und eine genügend große Auswahl an digitalen Technologien zur Anwendung bereitgestellt werden, um Vollständigkeit zu garantieren. Eine zieladäquate Auswahl der digitalen Technologien im Sinne einer ausreichend umfassenden Technologieliste bei akzeptablem Ressourceneinsatz stellt eine zentrale Herausforderung im Kontext dieser Forschungsfrage dar. Diese Herausforderung wurde mit dem nachfolgend erklärten systematischen Ansatz adressiert.

Der Betrachtungsraum der vorliegenden Dissertation, begrenzt sich auf digitale Technologien, die neuartig sowie innovativ und dennoch bereits jetzt oder zeitnah in produzierenden Unternehmen genutzt werden. Hierzu liegen in der Literatur bereits viele Aufstellungen über digitale Technologien vor, die diesen Kriterien entsprechen. Häufig sind diese unter dem Sammelbegriff Technologie- und Trendradar zu finden. Ein umfassendes Dokument stammt dabei vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Dieses wird jährlich mit neuen Technologien aktualisiert und überarbeitet. Nach einer umfassenden Literaturrecherche und einem Abgleich mit den vom BMWK genannten Technologien kam die Autorin zu dem Ergebnis, dass der Technologie- und Trendradar des BMWK (geschrieben von STICH ET AL. (2021)) eine wissenschaftliche Grundlage für die Durchführung der Delphi-Studie bildet und eine Anreicherung durch andere Literatur nicht erforderlich und auch nicht sinnvoll ist. Die Vorteile liegen zum einen in der Neutralität des Technologie- und Trendradars gegenüber Branchen und Unternehmen. Zum anderen enthält er eine einheitliche Beschreibungstiefe der betrachteten digitalen Technologien. Weiterhin werden im Dokument des BMWK das Vorgehen und die Bewertungskriterien transparent gemacht und es wird nach wissenschaftlichen Aspekten gearbeitet. Dieser Dissertation liegt die Version des Technologie- und Trendradars aus dem Jahre 2022 zugrunde. An dieser Fassung hat das FIR an der RWTH Aachen mitgewirkt, sodass die Dissertation auf bereits am Institut geleisteten Vorarbeiten aufbaut.

Die aus diesem Technologie- und Trendradar entnommen und in der Delphi-Studie berücksichtigten digitalen Technologien lauten:

- 5G
- Bluetooth 5
- ZigBee
- RFID
- Thread
- Wifi-6
- Conversational Interfaces
- Augmented Reality (AR)
- Virtual Reality (VR)
- Systemvirtualisierung
- Machine Learning (ML)
- Deep Learning
- Natural Language Processing
- Computer Vision
- Quantum Computing
- Brain-Computer-Interface
- Edge Computing
- Distributed Ledger Technologien

### 5.2.2 Aufbereitung der Fragestellung durch die Facettentheorie

Wie üblich in sozialwissenschaftlichen Studien ist auch bei einer Delphi-Studie die strukturierte Aufbereitung der Fragestellung für die Teilnehmenden erforderlich, um den abstrakten Sachverhalt verständlich darzustellen und messbar zu machen, da eine Beantwortung generischer Fragen, in denen zudem allgemeine Begriffe verwendet werden, selten zum Erfolg führt (s. HÄDER 2014, S. 185–188). Diese Aussage stützt ein im Rahmen dieser Arbeit durchgeführter Vorab-Test, in dem keine Methode zur Aufbereitung der Fragestellung angewandt wurde und in dem den Befragten die Komplexität der Frage zu hoch war, um eine Antwort geben zu können.

Die Facettentheorie ist ein elementares Hilfsmittel, welches von BORG (1986) entworfen wurde, um den Vorgang zur Aufbereitung und Operationalisierung von Fragestellungen zu systematisieren. Hierbei wird eine nachvollziehbare Reduzierung der Komplexität von wirklichkeitsnahen Fragestellungen erzielt (s. BORG 1986, S. 121; s. HÄDER 2014, S. 92–97).

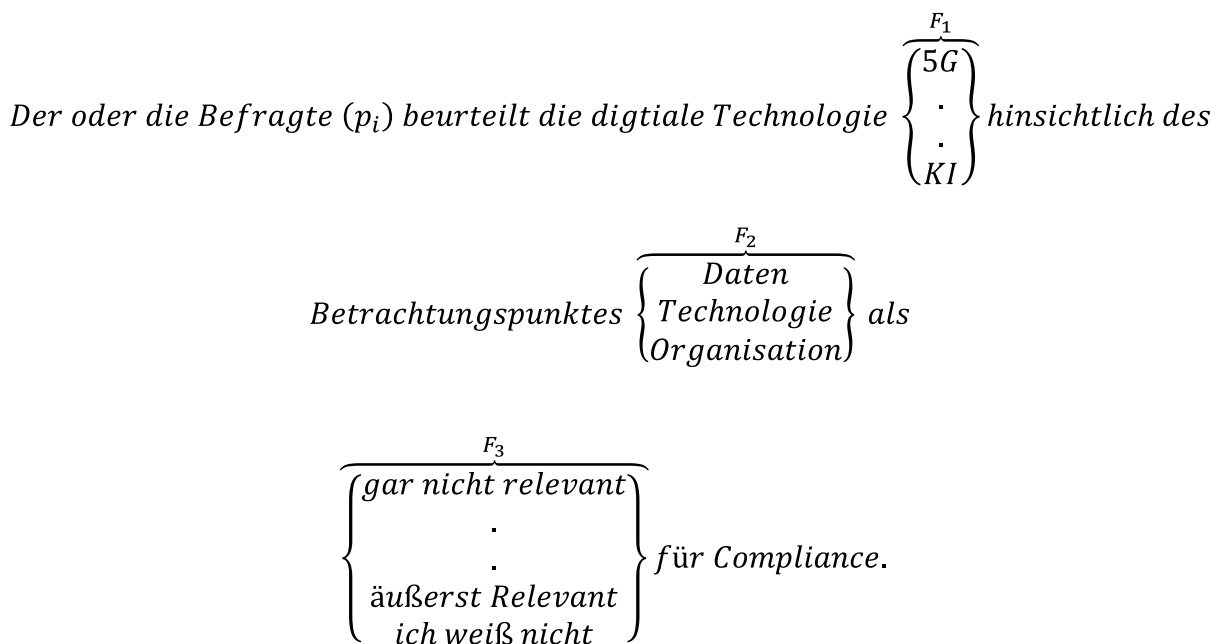
Die Ideen der Facettentheorie wurden im Rahmen der Ausgestaltung des Fragebogens angewendet. Hierfür wurden drei Facetten festgelegt: Die erste Facette wird durch die verschiedenen digitalen Technologien der Vorauswahl beschrieben (s. Kapitel 5.2.1). Für die zweite Facette wird das Aachen Digital Architecture Management (s. Kapitel 3.4) als rahmengebendes Framework genutzt. Darin enthalten sind die Strukturierungselemente Daten, Technologie und Organisation. Diese haben sich am FIR an der RWTH Aachen und im Arbeitsumfeld bewährt, um insbesondere den Weg der Digitalisierung oder den Aufbau einer digitalen Infrastruktur strukturiert zu betrachten. Die dritte Facette gibt die Relevanz der digitalen Technologie im Hinblick auf Compliance wieder (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 282).

Zusammengefasst prägen sich die drei Facetten wie folgt aus:

1. Facette: Es existieren zunächst unterschiedliche digitale Technologien, welche hinsichtlich ihrer Relevanz untersucht werden.
2. Facette: Die digitalen Technologien sind hinsichtlich unterschiedlicher Betrachtungspunkte (Daten, Technologie, Organisation) relevant.
3. Facette: Die digitalen Technologien besitzen schließlich für jeden Betrachtungspunkt eine Compliance-Relevanz (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 282).

In der weiteren Vorbereitung der Studie ist davon auszugehen, dass die drei genannten Facetten ausreichen. Sollte dies wider Erwarten nicht der Fall sein, ist es möglich, weitere Facetten hinzuzufügen. Eine weitere Zerlegung der drei Facetten ist auch möglich, wenn dies erforderlich wird.

Für den detaillierten Aufbau des Fragebogens ist es hilfreich, einen sogenannten Mapping Sentence (zu Deutsch: Abbildungssatz) zu formulieren. Dieser Abbildungssatz gibt die spätere Struktur der Delphi-Studie vor (s. HÄDER 2014, 87f.; vgl. BORG 1986, S. 124). Für die Bearbeitung der Forschungsfrage dieser Arbeit ist der Abbildungssatz der Abbildung 5-2 zu entnehmen.



**Abbildung 5-2: Abbildungssatz aus der Facettentheorie (SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 282)**

### 5.2.3 Skala zur Bewertung der Compliance-Relevanz

Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, ist eine bedachte Wahl der Bewertungsskala wichtig. Die gewählte Skala orientiert sich an der bekannten und bewährten LIKERT-Skala und wurde anhand des schrittweisen Vorgehens von WAGEMANN ET AL. (2020, S. 353) sowie BAUR U. BLASIUS (2019, S. 844) entwickelt. Beide Konzepte wurden zuvor in Kapitel 4.2.6 als Grundlagen beschrieben.

Zu Beginn wurde die Anzahl der Antwortmöglichkeiten auf fünf festgelegt, woraus sich eine fünfstufige Skala ergibt. Hierbei wurde darauf geachtet, dass es durch die Anzahl an Auswahlmöglichkeiten zum Anstoßen eines Denkprozesses bei der teilnehmenden Person kommt und keine sofortige eindeutige Entscheidung getroffen werden kann. Gleichzeitig soll bei der befragten Person keine Überforderung auftreten und beim Treffen der Entscheidung sollte sie sich sicher sein. Mit fünf gewählten Antwortmöglichkeiten liegt die Skala zudem im Umfang der Faustformel „sieben plus minus zwei“ (s. BAUR U. BLASIUS 2019, S. 847). Neben den fünf Antwortmöglichkeiten wurde die sechste Antwortmöglichkeit „Ich weiß nicht“ hinzugefügt. Dadurch wird sichergestellt, dass Befragte, die sich bei einer Technologie unsicher sind oder sich nicht auskennen, die Bewertung auslassen können und somit Aussagen mit wenig oder keiner Expertise herausgefiltert werden. Weiterhin wurde durch die fünf (Haupt-)Antwortmöglichkeiten bewusst eine ungerade Anzahl an Kategorien gewählt, um eine Mitte anzubieten und die Befragten nicht zu einer positiven oder negativen Einschätzung zu drängen, wie es bei einer geraden Anzahl der Fall wäre. Da die insgesamt sechs Skaleneinträge übersichtlich darstellbar sind, wurde eine Ausformulierung der Antwortmöglichkeiten gewählt. Dadurch wird zudem die höchste Reliabilität erzielt, da die Experten so immer direkt die ausformulierte Antwortmöglichkeit vor Augen haben und diese nicht durch die Kodierung verschleiert ist. Weiterhin wurde für die Beschriftung die unipolare anstatt der bipolaren Formulierung gewählt. Das heißt, es werden Abstufungen und Verneinungen von Relevanz wie „gar nicht relevant“ oder „mäßig relevant“ verwendet. Im Vorab-Test stellte sich diese Formulierung mit einer Verneinung als leichter und weniger missverständlich heraus als die abgestufte Verwendung des Wortes „irrelevant“. Des Weiteren wurde zur Strukturierung der Skala festgelegt, dass die Antwortmöglichkeiten mit geringer Compliance-Relevanz zu Beginn gelistet werden sollen und die Relevanz aufsteigend zunimmt. Hierfür entschied sich die Autorin, um zu vermeiden, dass die Befragten eine zu hohe Relevanz angeben, da in schriftlichen Befragungen tendenziell eher die erstgenannte Antwort gewählt wird, die in Ordnung erscheint. Dass die Befragten alle Antwortmöglichkeiten zuerst lesen, ist die Idealvorstellung, die nicht immer vorliegt.

Zusammengefasst ergibt sich eine fünfstufige unipolare und semantisch ausformulierte Skala, die wie folgt aussieht:

- Gar nicht relevant
- Wenig relevant
- Mäßig relevant
- Hinreichend relevant
- Äußert relevant

Abschließend wurde festgelegt, dass die Antwortskala in der Befragung standardisiert wird und somit in allen Fragen gleich bleibt. Ausschlaggebend hierfür ist die Einfachheit des Fragebogens, damit sich die Experten auf die Inhalte des Fragebogens konzentrieren können. Bei der hohen Anzahl an Fragen führt dies zu einer besseren

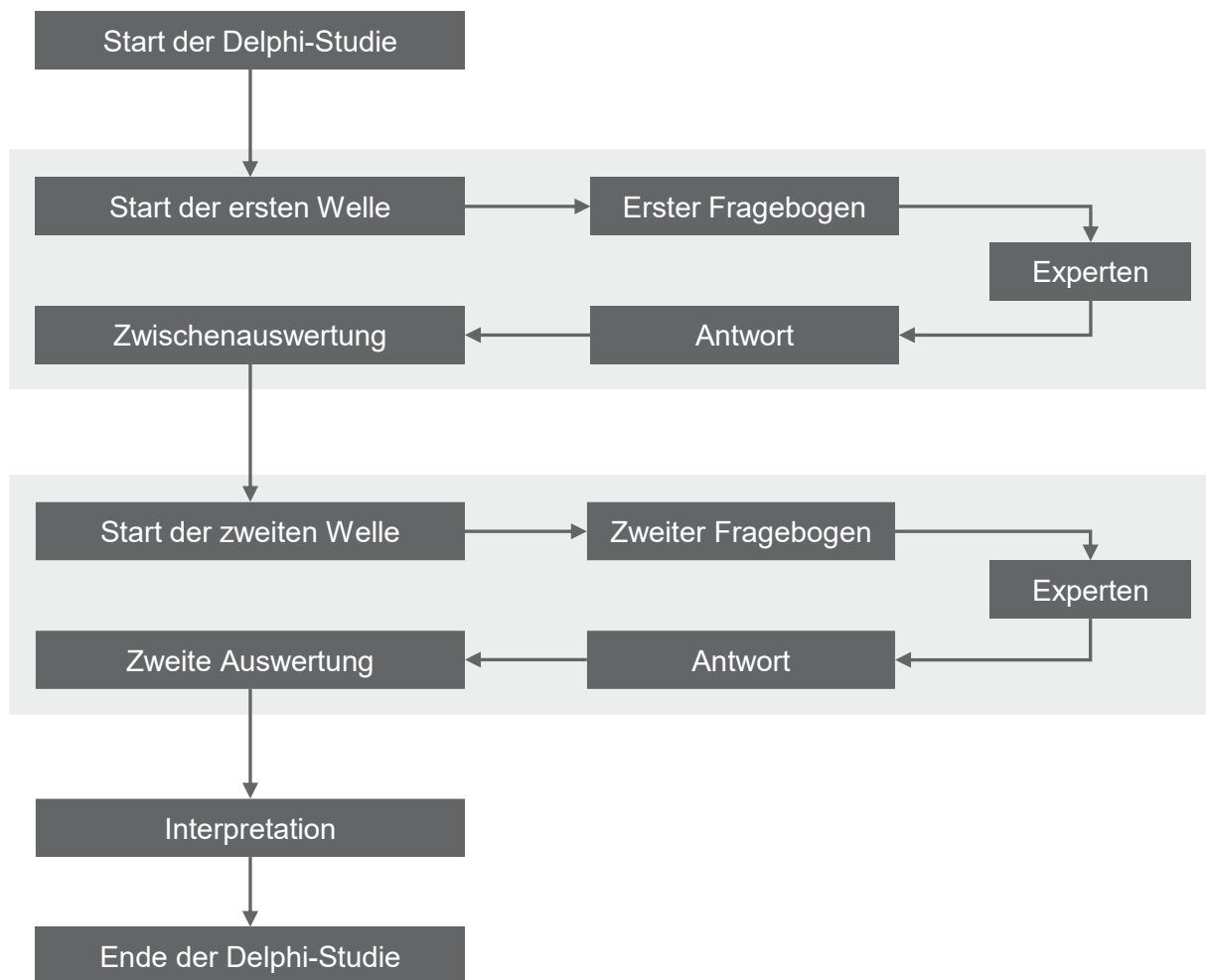
Reliabilität der erhobenen Daten und einem geringen Anpassungsaufwand, da sich die einzelnen Fragen lediglich hinsichtlich der digitalen Technologie unterscheiden.

#### **5.2.4 Auswahl der Expertengruppe**

Die Delphi-Studie wurde als eine Studie vom Typ 3 konzipiert (s. Kapitel 5.1.2), da der Fokus auf dem Sammeln, Bestimmen und Qualifizieren von Expertenmeinungen zum diffusen Thema der Compliance für digitale Technologien liegt. Die Typ-3-Studie weist spezifische Merkmale auf. Ein entscheidendes Merkmal ist das quantitative Verfahren, das durch die Integration von vielen Expertenmeinungen umgesetzt wird. Hierfür wurde eine Expertengruppe durch die Autorin zusammengestellt, die sowohl Kenntnisse im Bereich digitale Technologien als auch Verständnis von Compliance und Regelkonformität in Unternehmen haben (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 282). Die Interdisziplinarität der Experten war die größte Herausforderung bei der Aufstellung der Expertengruppen. Weiterhin wurde darauf geachtet, dass sowohl Experten aus dem Bereich der Wissenschaft als auch der produzierenden Industrie und Wirtschaft befragt werden. Damit wurde den Empfehlungen von HÄDER aus Kapitel 4.2.3 gefolgt. Die Expertengruppe umfasste am Ende der Delphi-Studie 16 Experten und Expertinnen. Detaillierte Auswertungen zur Expertengruppe sind Kapitel 5.3.3 zu entnehmen.

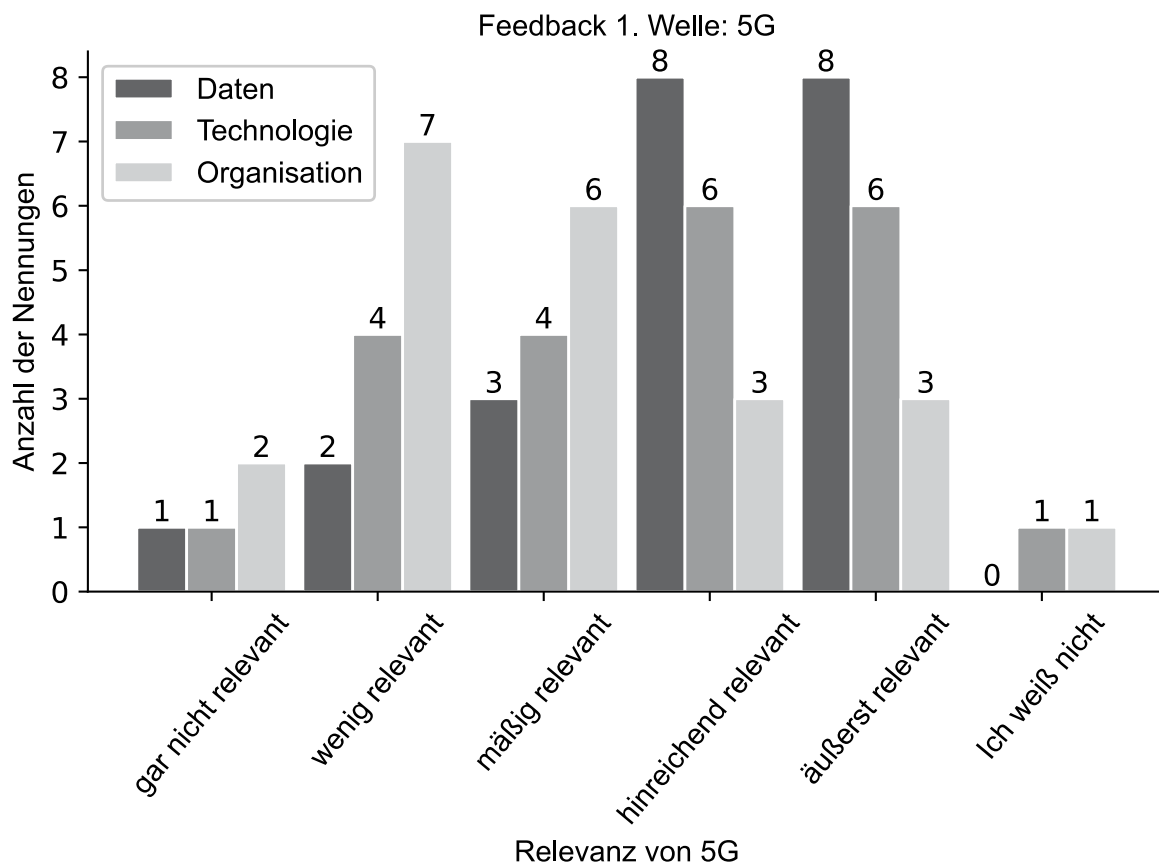
#### **5.2.5 Durchführung der Studie**

Mithilfe des Abbildungssatzes wurde der Umfragebogen digital in Microsoft Forms erstellt. Zur Finalisierung des Umfrage-Dokuments wurde vor der eigentlichen Delphi-Studie ein Vorab-Test durchgeführt, um den Fragebogen auf Verständlichkeit zu überprüfen und die ungefähre Bearbeitungszeit zu bestimmen. Kleinere Anpassungen an Formulierungen wurden danach vorgenommen und eine Bearbeitungszeit von ca. 15–25 Minuten abgeschätzt. Anschließend wurde die eigentliche Studie gemäß dem üblichen Delphi-Verfahren durchgeführt, wie in Abbildung 5-3 dargestellt. Der an die Teilnehmenden mittels Microsoft Forms versendete Fragebogen, ist Anhang A zu entnehmen.



**Abbildung 5-3: Ablauf der Delphi-Studie (eigene Darstellung)**

Der Fragebogen wurde für die erste Befragungswelle an 34 zuvor ausgewählte Experten als Online-Umfrage gesendet. 22 der kontaktierten Experten antworteten innerhalb des Bearbeitungszeitraums von vier Wochen. Daraufhin wurde die erste Welle geschlossen und eine Zwischenauswertung der Daten durchgeführt, um Rückmeldungen für die folgende zweite Welle zu generieren. Hierfür wurde die Anzahl der Erwähnungen für jede Antwortoption in Form eines Balkendiagramms aufbereitet. Eine beispielhafte Auswertung der ersten Welle für die Technologie 5G ist in Abbildung 5-4 zu sehen. Alle weiteren Diagramme sind dem Anhang B.1 zu entnehmen.



**Abbildung 5-4: Auswertung der Relevanz von 5G nach der ersten Welle in der Delphi-Studie (i.A.a. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 283)**

Diese visuelle Auswertung wurde als Rückmeldung in die zweite Online-Umfrage integriert und der ansonsten gleichgebliebene Fragebogen (siehe Anhang A) wurde an die 22 Teilnehmenden der ersten Runde gesendet. Der Bearbeitungszeitraum der zweiten Welle betrug ebenfalls vier Wochen und von den Teilnehmenden gaben 16 eine Rückmeldung. Eine detailliertere Auflistung der Anzahl der Teilnehmenden ist Tabelle 5-1 zu entnehmen.

**Tabelle 5-1: Antworten der ersten und zweiten Welle der Delphi-Studie (i.A.a. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 284)**

Tätigkeitsbereiche	Anzahl der Anfragen	Anzahl der Experten	
		1. Welle	2. Welle
Wissenschaft	7	5	4
Industrie	27	17	12
Total	34	22	16

Die erhaltenen Daten wurden mit den gleichen Verfahren wie schon in der ersten Welle ausgewertet. Die Ergebnisse der zweiten Welle wurden zusätzlich auf den erzielten Erkenntniszugewinn untersucht. Dies geschieht anhand des von EISENHARDT (1989) definierten Abbruchkriteriums der Sättigung in der Fallstudienforschung. Hierbei rechtfertigt ein zu geringer Zugewinn an Erkenntnissen nicht die Aufwände weiterer Wellen. Dies findet in der vorliegenden Dissertation ebenfalls Anwendung (s. EISENHARDT 1989, 545).

Dazu wurde der Mittelwert über die absolute Veränderung der Antworten von Welle 2 ( $A_{D,2}$ ) zu Welle 1 ( $A_{D,1}$ ) in allen drei Dimensionen ( $D$ ) für alle betrachteten 18 digitalen Technologien ( $T$ ) berechnet. Bei dieser Berechnung konnten die 16 vollständigen Rückläufer ( $N = 16$ ) aus der 1. und 2. Runde berücksichtigt werden. Es ergibt sich die mathematische Formel:

$$\frac{1}{N} \sum_{N=1}^{16} \left( \frac{1}{T} \sum_{T=1}^{18} \left( \frac{1}{D} \sum_{D=1}^3 |A_{D,1} - A_{D,2}| \right) \right) \quad (5-1)$$

Die Berechnung des Abbruchkriteriums anhand von Formel 5-1 ergibt den Wert 0,42245. Dies entspricht einer durchschnittlichen Änderung jeder Antwort von weniger als einem halben Antwortschritt. Auf Basis dieses geringen Erkenntniszugewinns und der damit einhergehenden Sättigung wurde die Delphi-Studie nach der zweiten Welle beendet. Der nächste Schritt ist die detaillierte Auswertung der erhaltenen Antworten im Hinblick auf die Compliance-Relevanz der digitalen Technologien.

### 5.3 Herleitung der compliance-relevanten digitalen Technologien

Mithilfe der durchgeführten Delphi-Studie soll die Relevanz der einzelnen digitalen Technologien für eine Compliance-Richtlinie hergeleitet werden, um diejenigen Technologien zu identifizieren, welche regulierungsbedürftig sind. Das folgende Kapitel hat das Ziel, die relevanten digitalen Technologien hinsichtlich der Compliance auf Basis der in der Delphi-Studie gewonnenen Daten zu ermitteln. Zunächst werden in Kapitel 5.3.1 die erfassten Daten genauer beschrieben. Es folgt in Kapitel 5.3.2 ein Absatz zu den allgemeinen Voraussetzungen zur Analyse dieses speziellen Datensatzes. Die inhaltliche Analyse startet in Kapitel 5.3.3 der datengetriebenen Analyse der Kopfdaten und endet in Kapitel 5.3.4 mit einer hypothesengetriebenen Auswertung der Kerndaten.

#### 5.3.1 Datenbeschreibung

Das Feedback der Delphi-Studie umfasst, wie bereits in Tabelle 5-1 dargestellt, in der ersten Runde 22 und in der zweiten Runde 16 Antworten. Jede Antwort umfasst sowohl Kopfdaten als auch Kerndaten. Die Kopfdaten enthalten allgemeine, den Experten selbst betreffende Daten, wie eine Einschätzung der eigenen Expertise in den Bereichen Compliance und digitale Technologien. Die Kerndaten enthalten die Einschätzungen des Experten zu allen 18 digitalen Technologien hinsichtlich der Relevanz für Compliance in den drei Betrachtungspunkten Daten, Technologie und Organisation.

Im Folgenden werden die Kopfdaten genutzt, um die Kerndaten in ihrer Aussagekraft zu bewerten.

Als Notation wird für die beiden folgenden Kapitel festgelegt, dass die wörtlichen Antwortmöglichkeiten des Fragebogens in Anführungszeichen stehen und die numerische Codierung in geschweiften Klammern folgt: „Antwort“ {Zahl}. Zum Beispiel wurde im Fragebogen die Antwortmöglichkeit „wenig relevant“ genannt und zur Auswertung mit der Zahl 1 numerisch kodiert. Dies führt zu einer Verschriftlichung in folgender Form: „wenig relevant“ {1}.

### Kerndaten

Im Rahmen des Fragebogens wurden durch die Befragten 18 digitale Technologien bewertet. Jede Technologie wurde hinsichtlich der drei Betrachtungspunkte Daten, Technologie und Organisation auf ihre Compliance-Relevanz eingeschätzt. Daraus ergeben sich in Summe 54 Merkmale, die jeweils ordinal skaliert sind. Jeder Experte konnte aus einer fünfteiligen Skala zwischen „gar nicht relevant“ {0} und „äußerst relevant“ {4} wählen. Zusätzlich enthält der Fragebogen die Option „Ich weiß nicht“ {NaN (Not a Number, zu Deutsch: keine Zahl)} (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 284). Die gesamte Skala ist in Tabelle 5-2 zu finden.

**Tabelle 5-2: Übersicht der Skala zur Bewertung der Relevanz von Technologien (i.A.a. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 284)**

Aussage	Skalenwert
äußerst relevant	4
hinreichend relevant	3
mäßig relevant	2
wenig relevant	1
gar nicht relevant	0
Ich weiß nicht	NaN (Not a Number)

In Summe ergibt sich ein Datenkern, der Tabelle 5-3 zu entnehmen ist. Dabei steht jede Zeile für die Antwort eines Teilnehmenden. Somit zeigt die Tabelle eine gekürzte Übersicht des hiermit entstehenden Kerns der Datengrundlage.

Tabelle 5-3: Aufbau der Bewertung zur Relevanz von Technologien (eigene Tabelle)

Teilnehmer	5G Daten	5G Technologie	5G Organisation	...	KI Organisation
1	NaN	1	4		3
...					
n					

Diese Basis an Kerndaten liegt sowohl für die erste Welle ohne Feedback als auch für die zweite Welle mit Feedback vor.

### Kopfdaten

In den Kopfdaten des Fragebogens sind vier allgemeine Fragen enthalten, bei denen die Befragten eine Selbsteinschätzung ihrer Fachkenntnisse sowie eine Einschätzung zum Bedarf der Regelung digitaler Technologien durch eine Compliance abgeben. Die Kopfdaten werden nur in der ersten Welle erhoben.

Die Selbsteinschätzung der Fachkenntnis findet auf einer ordinalen Skala mit fünf Antwortmöglichkeiten statt. Diese sind „weiß nicht“ {NaN}, „keine“ {0}, „gering“ {1}, „mittel“ {2} und „groß“ {3}. Die Fachkenntnis wird separat für digitale Technologien im Allgemeinen und für Compliance eingeschätzt. (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 284)

Die Bedarfseinschätzung von Compliance für digitale Technologien wird über zwei Aussagen mithilfe einer ordinalen Skala zwischen „Nein, unwahrscheinlich“ {0} und „Ja, wahrscheinlich“ {10} abgefragt. Des Weiteren wurde mithilfe einer ordinalen Skala zwischen „sehr unsicher“ {0} und „äußerst sicher“ {10} abgefragt, wie sicher sich die Befragten bei ihrer Antwort sind. (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 284)

Zusätzlich können die Befragten am Ende des Fragebogens noch einmal hervorheben, bei welcher digitalen Technologie die eigene Expertise besonders hoch ist. Dies kann beispielsweise durch den täglichen Umgang mit der Technologie zu rechtfertigen sein. Dies wird je Experte in einer Liste dargestellt. Diese Liste enthält je Technologie einen booleschen Indikator („keine besondere Expertise“ {0}, „besondere Expertise“ {1}). Somit entsteht für jeden Experten eine Liste mit 18 Einträgen, welche die hervorzuhebende Expertise kennzeichnen. Diese booleschen Wahrheitswerte werden in der nachfolgenden Analyse als Gewichte für einzelne Antworten genutzt. (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 284)

Der nächste Schritt in der Verarbeitung der Daten ist die Analyse der Daten. Da Methoden zur Datenanalyse stets durch die Art und Beschaffenheit der Daten bestimmt

werden, gehen der Datenanalyse zunächst einige Hinweise und Voraussetzungen voraus. Diese werden im nachfolgenden Kapitel erläutert.

### 5.3.2 Allgemeine Voraussetzungen für die Datenanalyse

In der Datenbeschreibung im vorangegangenen Kapitel wurden die Kern- und Kopfdaten bereits als ordinal skalierte Daten eingeordnet. Ordinal skalierte Daten unterscheiden sich im Informationsgehalt von Daten anderer Skalen, wie Nominal- oder Kardinalskalen. Nominalskalen lassen nur Aussagen über die Gleichheit zweier Objekte zu, während Kardinalskalen die Gleichheit, Reihenfolge und den Abstand zweier Objekte beschreiben können. Da in der vorliegenden Arbeit ordinal skalierte Daten erhoben werden, wird im Folgenden näher auf die Eigenschaften von ordinal skalierten Daten sowie auf Besonderheiten bei deren Analyse eingegangen.

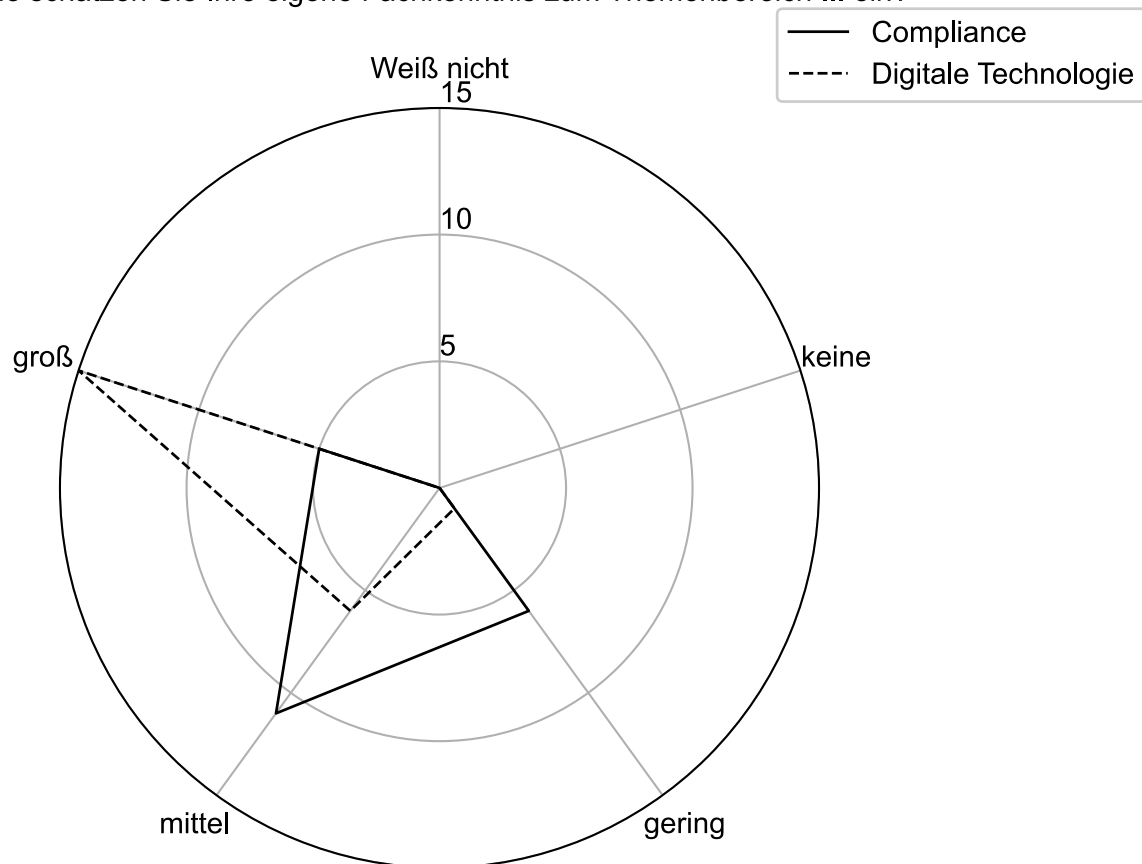
Ordinal skalierte Daten lassen definitionsgemäß nur Aussagen über die Gleichheit zweier Objekte  $\{O_1 = O_2 \mid O_1 \neq O_2\}$  und die sortierende Reihenfolge zweier Objekte zueinander  $\{O_1 < O_2 \mid O_1 > O_2\}$  zu. Da die Werte der ordinalen Skala keine inhaltliche Bedeutung haben, dürfen sie streng genommen nicht mathematisch miteinander verglichen werden  $\{O_1 = 2 \times O_2\}$ . Dementsprechend besitzen deskriptive statistische Werte wie der Mittelwert oder die Standardabweichung nur bedingt und verzerrte Aussagekraft. (s. STEVENS 1946, S. 679) Deshalb wird hiervon an dieser Stelle abgesehen. Sinnvoll zu verwendende Maße sind Modus, Median oder der Interquartilsabstand (IQA). Der Modus, oder auch Modalwert beschreibt den meistgenannten Wert eines Datensatzes (s. CLEFF 2015, S. 37). Der Median beschreibt die Mitte der Daten. Hierbei werden alle Datenpunkte der Größe nach sortiert. Der mittlere Punkt dieser Liste ist der Median. (s. CLEFF 2015, S. 47–49) Der IQA bemisst die Streuung eines Datensatzes und basiert auf den sogenannten Quartilen. Auch hier wird, wie beim Median, von einer sortierten Liste ausgegangen. Das untere Quartil beschreibt den Wert, unterhalb dessen 25 % der Werte des Datensatzes liegen, während das obere Quartil den Wert beschreibt, unterhalb dessen 75 % der Werte des Datensatzes liegen (s. CLEFF 2015, S. 50). Der IQA ist nun die Differenz zwischen oberem und unterem Quartil (s. CLEFF 2015, S. 51–52).

### 5.3.3 Datengetriebene Analyse der Kopfdaten

Als Erstes werden die Kopfdaten analysiert, da sie die Basis für die folgende Analyse der Kerndaten bilden.

Das Spinnennetzdiagramm in Abbildung 5-5 zeigt, wie die 22 Teilnehmenden der ersten Welle ihre eigene Fachkenntnis zu den beiden tangierten Themenbereichen Compliance und digitale Technologien einschätzen. Es zeigt sich, dass die beiden Themenbereiche durch entsprechend große oder mittlere Kenntnisse in der Experten-Gruppe vertreten sind.

Wie schätzen Sie Ihre eigene Fachkenntnis zum Themenbereich ... ein?

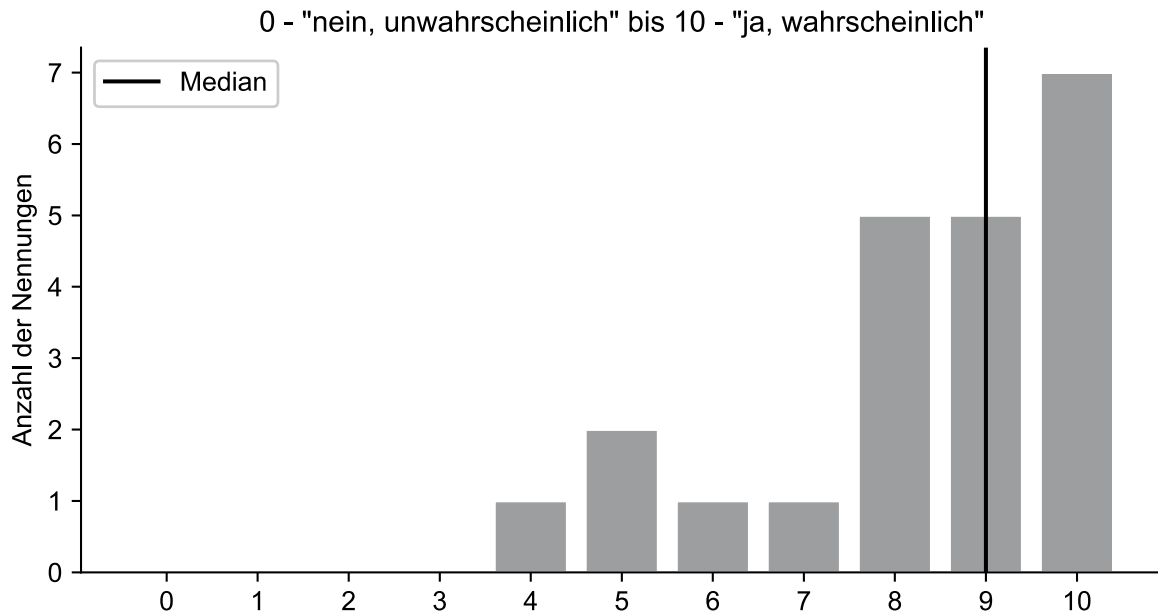


**Abbildung 5-5: Verteilung der Fachkenntnisse in der Expertengruppe (i.A.a. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 285)**

Es kann geschlussfolgert werden, dass die gebildete Expertengruppe für die Delphi-Studie durch die gemischten Fachkenntnisse und gemischten Hintergründe aus Wirtschaft und Forschung für die Untersuchungen geeignet ist. (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 285)

Das Balkendiagramm in Abbildung 5-6 zeigt die Ergebnisse zur Fragestellung der grundsätzlichen Relevanz einer Compliance von digitalen Technologien. Der Median liegt hier bei 9, was für eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit für einen zukünftigen Bedarf spricht.

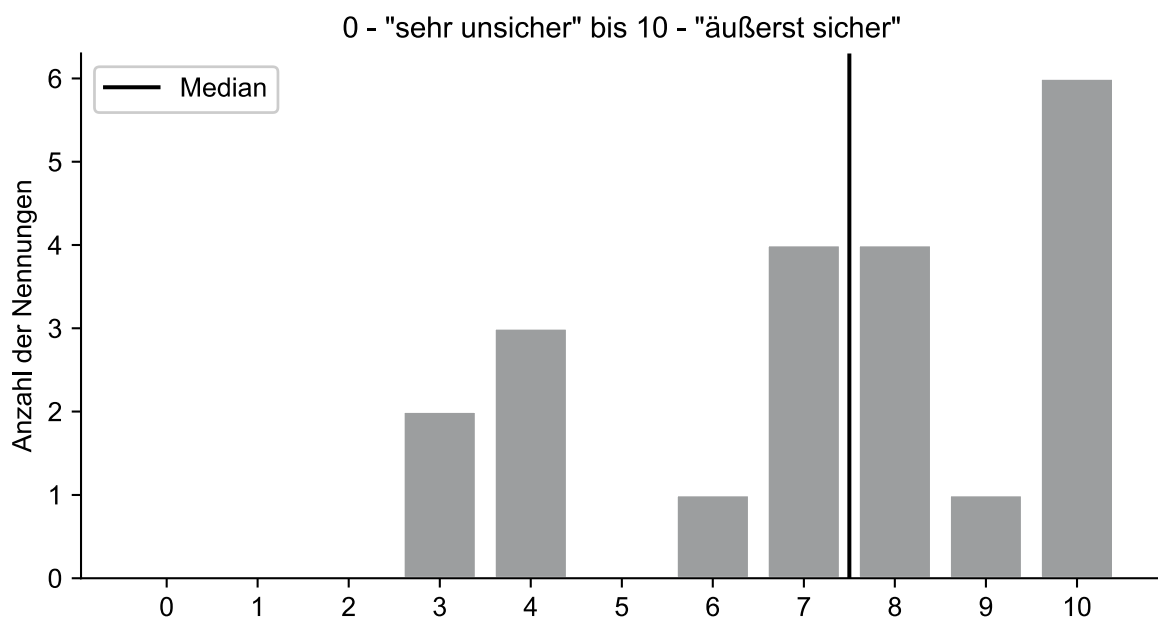
Schätzen Sie, dass der Einsatz digitaler Technologien in produzierenden Unternehmen zukünftig eine Compliance benötigt?



**Abbildung 5-6: Relevanz von Compliance beim Einsatz digitaler Technologien (eigene Darstellung)**

Wie Abbildung 5-7 zeigt, sind sich die Teilnehmenden mit einem Median von 7,5 außerdem recht sicher.

Wie sicher sind Sie sich bei Ihrer Einschätzung zum Bedarf für Compliance beim Einsatz digitaler Technologien?



**Abbildung 5-7: Sicherheit der Experten bei Ihrer Meinung zur Compliance-Relevanz digitaler Technologien (eigene Darstellung)**

### 5.3.4 Hypothesengetriebene Analyse der Kerndaten

Im Folgenden wird mittels Hypothesen, welche belegt oder widerlegt werden, die Analyse der zuvor beschriebenen Kerndaten durchgeführt. Dieses hypothesengetriebene Vorgehen stellt eine strukturierte Datenanalyse sicher. Alle drei aufgestellten Hypothesen tragen zur Beantwortung der eingangs erwähnten Forschungsfrage bei.

*H1 Aufgrund der Delphi-Studie lässt sich eine eindeutige Reihenfolge der digitalen Technologien anhand ihrer Compliance-Relevanz erzeugen.*

*H2 Die erzeugte Rangliste ermöglicht eine systematische Identifikation von compliance-relevanten digitalen Technologien.*

*H3 Es liegen thematische Cluster in den compliance-relevanten digitalen Technologien vor.*

Zunächst wird jedoch eine nötige Vorselektion der zu betrachtenden digitalen Technologien begründet und durchgeführt.

#### **Vorselektion der digitalen Technologien aufgrund besonderer Merkmale**

Im Rahmen der initialen Betrachtung der Rohdaten fiel eine Besonderheit der digitalen Technologie „Thread“ auf. Hier wurde von den Teilnehmenden besonders häufig „Ich weiß nicht“ {NaN} geantwortet. Dies zeigt sich sowohl in der ersten als auch in der zweiten Befragungswelle. Aufgrund der fehlenden Aussagekraft der Expertenmeinung wird diese Technologie deshalb an dieser Stelle aus der Wertung genommen. Dies unterstreicht einerseits die Notwendigkeit dieser Antwortoption, da andernfalls unsichere Antworten gegeben werden könnten, und verdeutlicht andererseits, dass in der Expertengruppe zu dieser digitalen Technologie Wissen fehlte.

Weiterhin konnte in den Rohdaten für die digitale Technologie Brain-Computer-Interface ein besonders hoher Bedarf an einer Compliance festgestellt werden. Allerdings ist im gleichen Zuge festzuhalten, dass in sämtlichen Technologie- und Trendradaren diese Technologie mit einem äußerst geringen Technology Readiness Level (TRL) versehen ist und somit zum heutigen Zeitpunkt bisher nicht die Reife zu repräsentativen Entwicklungen von Compliance-Regeln in den folgenden Modellen besitzt. (s. STICH ET AL., S. 13, S. 38) Folglich wird diese Technologie für das weitere Vorgehen ausgeklammert, aber als dennoch hochrelevant für eine nötige Compliance-Richtlinie angesehen.

#### **Durchführung der Analyse mittels Hypothesen**

Nachfolgend werden drei Hypothesen vorgestellt und analysiert.

*H1 Aufgrund der Delphi-Studie lässt sich eine eindeutige Reihenfolge der digitalen Technologien anhand ihrer Compliance-Relevanz erzeugen.*

Zur Ermittlung einer Reihenfolge, bei der die Compliance-Relevanz der digitalen Technologien absteigt, werden die bereits in Kapitel 5.3.2 angeführten Maße Median, Modus und IQA genutzt. In der Delphi-Studie liegen wie bereits beschrieben ordinal

skalierte Daten vor, weshalb sich sowohl der Median als auch der Modus und das IQA zur Analyse eignen. Da der Median die Verteilung der Antworten widerspiegelt und der Modus lediglich die häufigste Antwort zeigt, ist der Median das entscheidende Maß. Zudem ist der IQA ein Streuungsmaß und kein Lagemaß wie Median und Modus. Folglich wird der Median als erstes Kriterium angesetzt. Der Median wurde entsprechend der angegebenen Kompetenz in den Kopfdaten zunächst gewichtet, sodass Antworten von Experten auf dem Gebiet einer der abgefragten digitalen Technologien doppelt in die Berechnung eingeflossen sind. Weiterhin wurde der Durchschnitt zur Zusammenführung der Dimensionen Daten, Technologie und Organisation gebildet. Die Bildung der Reihenfolge durch den gewichteten Median führt zu dem Ergebnis, welches Tabelle 5-4 präsentiert. (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 285)

**Tabelle 5-4: Reihenfolgebildung durch den gewichteten Median (eigene Tabelle)**

<b>Rang</b>	<b>Digitale Technologie</b>	<b>Median</b>
<b>1</b>	Deep Learning	3,3333
	Machine Learning	3,3333
	Natural Language Processing	3,3333
<b>2</b>	Computer Vision	3,1667
<b>3</b>	Conversational Interfaces	3,0
	5G	3,0
<b>4</b>	RFID	2,8333
<b>5</b>	Wifi-6	2,6667
	Systemvirtualisierung	2,6667
	ZigBee	2,6667
	VirtualReality (VR)	2,6667
	Distributed Ledger Technologien	2,6667
<b>6</b>	Edge Computing	2,3333
	Augmented Reality	2,3333
	Bluetooth 5	2,3333
<b>7</b>	Quantum Computing	2,0000

Es zeigt sich, dass noch sehr viele geteilte Ränge vorliegen, und die Hypothese der eindeutigen Reihenfolge bisher nicht erfüllt wird. Deshalb wird als weiteres Lagemaß der Modus zur Ermittlung einer eindeutigen Reihenfolge eingesetzt. Ebenfalls wird hier, analog zu der Beschreibung des Median, das Prinzip des gewichteten Modus mit

Durchschnittsbildung angewandt. Die Rangfolge verändert sich, wie in Tabelle 5-5 dargestellt. (vgl. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 285)

**Tabelle 5-5: Reihenfolgebildung durch den gewichteten Median und Modus (eigene Tabelle)**

<b>Rang</b>	<b>Digitale Technologie</b>	<b>Median</b>	<b>Modus</b>
<b>1</b>	Deep Learning	3,3333	3,6667
	Machine Learning	3,3333	3,6667
<b>2</b>	Natural Language Processing	3,3333	3,3333
<b>3</b>	Computer Vision	3,1667	3,0
<b>4</b>	Conversational Interfaces	3,0	3,0
	5G	3,0	3,0
<b>5</b>	RFID	2,8333	3,3333
<b>6</b>	Wifi-6	2,6667	3,0
<b>7</b>	Systemvirtualisierung	2,6667	2,6667
	ZigBee	2,6667	2,6667
	Virtual Reality (VR)	2,6667	2,6667
<b>8</b>	Distributed Ledger Technologien	2,6667	2,3333
<b>9</b>	Edge Computing	2,3333	2,3333
<b>10</b>	Augmented Reality	2,3333	2,0
	Bluetooth 5	2,3333	2,0
<b>11</b>	Quantum Computing	2,0000	2,6667

Die Anzahl der geteilten Plätze hat sich über die Einführung des zweiten Maßes reduziert, da aber weiterhin geteilte Ränge vorliegen, wird durch das Streuungsmaß des IQA versucht, eine eindeutige Reihenfolge zu erzeugen. Wie schon zuvor bei Median und Modus findet auch beim IQA das Prinzip der Gewichtung und Durchschnittsbildung Anwendung. Es ist zu beachten, dass beim IQA nicht wie bisher absteigend, sondern aufsteigend sortiert wurde. Dies begründet sich dadurch, dass nun ein Streuungsmaß betrachtet wird. Ist also das IQA kleiner, so liegen die Meinungen der Experten näher zusammen. Hieraus kann geschlussfolgert werden, dass die gemeinsame Meinung der Experten als zuverlässiger einzuschätzen ist (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 285). Das Ergebnis ist in Tabelle 5-6 zu sehen.

**Tabelle 5-6: Reihenfolgebildung durch den gewichteten Median, Modus und IQA (i.A.a. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 286)**

Rang	Digitale Technologie	Median	Modus	IQA
1	Deep Learning	3,3333	3,6667	1,25
	Machine Learning	3,3333	3,6667	1,25
2	Natural Language Processing	3,3333	3,3333	1,0
3	Computer Vision	3,1667	3,0	1,1667
4	Conversational Interfaces	3,0	3,0	0,6667
5	5G	3,0	3,0	1,0
6	RFID	2,8333	3,3333	1,3333
7	Wifi-6	2,6667	3,0	1,3333
8	Systemvirtualisierung	2,6667	2,6667	1,0
9	ZigBee	2,6667	2,6667	1,4167
10	Virtual Reality (VR)	2,6667	2,6667	1,6667
11	Distributed Ledger Technologien	2,6667	2,3333	1,0
12	Edge Computing	2,3333	2,3333	1,5
13	Augmented Reality	2,3333	2,0	1,0
	Bluetooth 5	2,3333	2,0	1,0
14	Quantum Computing	2,0	2,6667	2,0

Unter Einsatz der Maße Median, Modus und IQA konnte die Hypothese weiterhin nicht belegt werden, da die Reihenfolge der digitalen Technologien nicht eindeutig ist. Die Ränge 1 und 13 sind weiterhin geteilt. Dennoch lässt sich festhalten, dass es gelungen ist, die Relevanz der digitalen Technologien untereinander vergleichbar zu machen. (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 286)

*H2 Die erzeugte Rangliste ermöglicht eine systematische Identifikation von compliance-relevanten digitalen Technologien.*

Zur Überprüfung der Hypothese wird die zuvor erstellte Rangliste betrachtet. Bei einer Relevanzbewertung von mindestens 3, was „hinreichend relevant“ entspricht, wird im Folgenden angenommen, dass die Compliance-Relevanz für die Betrachtung in den anschließenden Modellen vorhanden ist. Zudem deutet die Verwendung des Wortes

hinreichend im alltäglichen Sprachgebrauch bereits auf ein Ausreichen und die Angemessenheit der Relevanz hin (s. DUDEN o. D.a). Der Skalenwert unter 3 entspricht nur einer mäßigen Relevanz, was wiederum im Sprachgebrauch als gering oder nicht in hohem Maße verstanden wird und somit für die weiteren Betrachtungen nicht ausreicht (s. DUDEN o. D.b). Die dadurch festgelegte Mindestrelevanz von 3 oder „hinreichend“ wird auf das führende Maß, den Median angewandt (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 286). Dies ergibt die folgenden compliance-relevanten digitalen Technologien:

**Tabelle 5-7: Top sechs compliance-relevante digitale Technologien (i.A.a. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 286–287)**

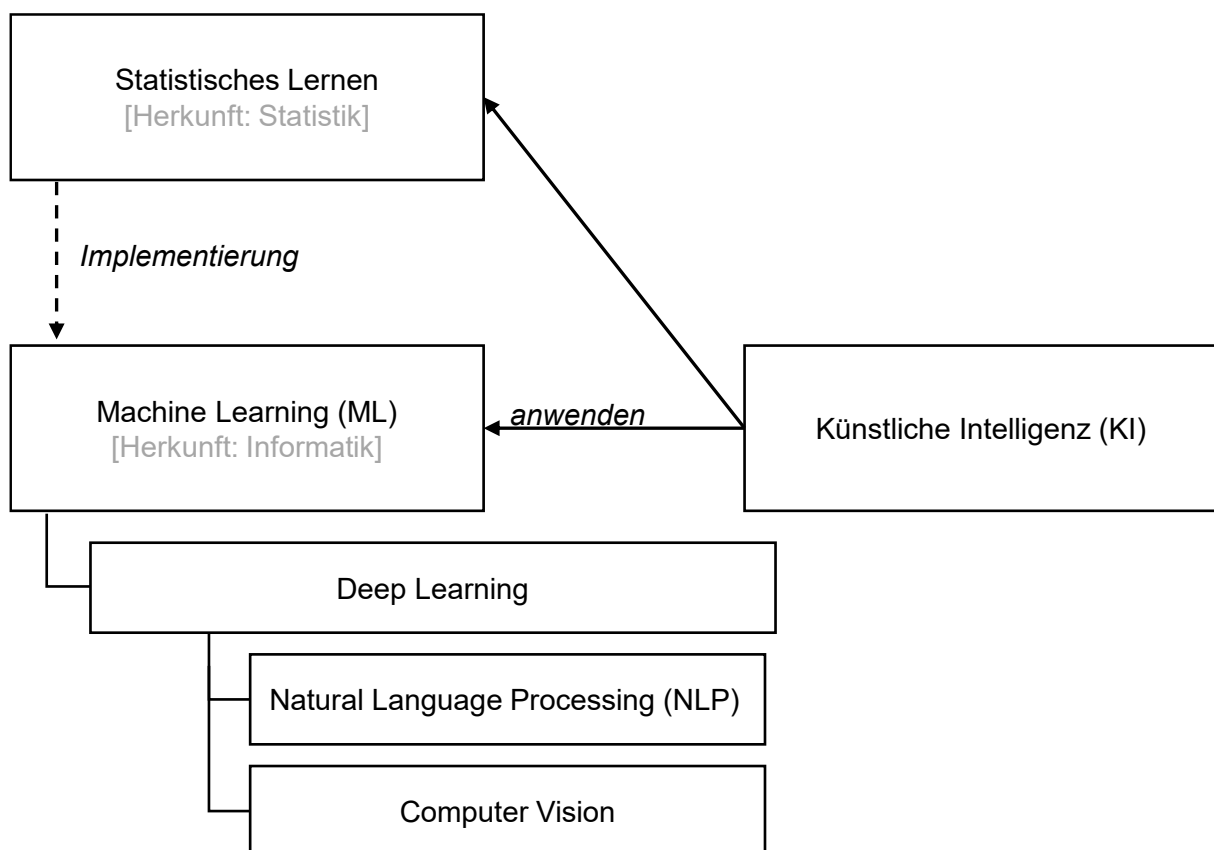
Rang	Digitale Technologie	Median	Modus	IQA
1	Deep Learning	3,3333	3,6667	1,25
	Machine Learning	3,3333	3,6667	1,25
2	Natural Language Processing	3,3333	3,3333	1,0
3	Computer Vision	3,1667	3,0	1,1667
4	Conversational Interfaces	3,0	3,0	0,6667
5	5G	3,0	3,0	1,0

Die sechs identifizierten digitalen Technologien sind im Median allesamt mindestens hinreichend relevant. Gestärkt wird diese Aussage dadurch, dass der Modus ebenfalls bei allen sechs digitalen Technologien 3 oder größer ist. Zusammengefasst wurde ein System aus zwei Lagemaßen zur Identifikation der Top sechs compliance-relevanten digitalen Technologien angewendet. Die systematische Identifikation ist damit gelungen und die aufgestellte Hypothese wurde belegt. (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 287)

*H3 Es liegen thematische Cluster in den compliance-relevanten digitalen Technologien vor.*

Zur Untersuchung der dritten Hypothese wird die bereits erstellte Liste compliance-relevanter digitaler Technologien herangezogen. Im Folgenden wird in den Top sechs mindestens hinreichend relevanten digitalen Technologien nach thematischen Clustern gesucht. Zunächst fällt auf, dass die Ränge 1 bis einschließlich 3 alle von digitalen Technologien belegt sind, die mit künstlicher Intelligenz verwandt sind. Allerdings sind die digitalen Technologien „Machine Learning“, „Deep Learning“, „Natural Language Processing“ und „Computer Vision“ auch untereinander verwandt (s. KÜHL ET AL. 2020, S. 1).

Im Bereich der Informatik liegt der Schwerpunkt des maschinellen Lernens auf der Entwicklung effizienter Algorithmen zur Lösung von Problemen mithilfe von Rechenleistung (s. MOHRI ET AL. 2018, S. 1). Das maschinelle Lernen nutzt zwar Ansätze aus der Statistik, umfasst aber auch Methoden, die nicht nur ausschließlich auf früheren Arbeiten von Statistikern beruhen, was zu neuen und viel zitierten Beiträgen in diesem Bereich führt (s. SEBASTIANI 2002, S. 1). In diesen Beiträgen wird insbesondere Deep Learning genutzt. Deep-Learning-Modelle bestehen aus mehreren Processing Layers, die in der Lage sind, Zusammenhänge aus Daten mit mehreren Abstraktionsebenen zu lernen. Deep Learning hat die Fähigkeiten des maschinellen Lernens drastisch verbessert, z. B. bei der Sprach- oder Bilderkennung (s. HE ET AL. 2016, S. 770). Dafür existieren Subanwendungen von Deep Learning wie Computervision und Natural Language Processing (s. RUSSELL U. NORVIG 2022, S. 77). Im Rahmen von künstlicher Intelligenz werden nun die beschriebenen Techniken wie Maschine Learning und damit auch Deep Learning und Computer Vision oder NLP angewendet, um die Intelligenz des Menschen durch Maschinen nachzuahmen (s. KÜHL ET AL. 2020, S. 2). Die beschriebenen Zusammenhänge sind ebenfalls Abbildung 5-8 zu entnehmen.



**Abbildung 5-8: Terminologie für künstliche Intelligenz und Machine Learning (KÜHL ET AL. 2020, S. 2; zit. n. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 287)**

Somit wird das identifizierte Cluster mit dem übergreifenden Begriff „Anwendungen künstlicher Intelligenz“ benannt und beinhaltet die digitalen Technologien „Machine Learning“, „Deep Learning“, „Natural Language Processing“ und „Computer Vision“. Nachdem die inhaltliche Nähe erläutert wurde, ist weiterhin hervorzuheben, dass der

Median aller digitalen Technologien in diesem Cluster nur zwischen 3,3333 und 3,1667 schwankt. Dies stützt die vorgenommene Clusterung. (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 287)

Auf Rang 4 steht die digitale Technologie Conversational Interfaces und auf Rang 5 5G. Bei Conversational Interfaces handelt es sich um das Themengebiet Mensch-Maschine-Schnittstellen und bei 5G um eine Kommunikationstechnologie. Für 5G lässt sich kein weiteres sinnvolles inhaltliches Cluster bilden. Bei Conversational Interfaces ist zu überlegen, ob einer Angliederung an das Cluster „Anwendungen künstlicher Intelligenz“ sinnvoll wäre. Jedoch hat sich die Autorin dagegen entschieden, da Conversational Interfaces zwar auf der technologischen Entwicklung der künstlichen Intelligenz und insbesondere der Spracherkennung fußen, jedoch die Interaktion mit dem Menschen eine besondere Rolle spielt und Vertrauen ein wichtiger Bestandteil beim Einsatz in produzierenden Unternehmen ist (s. GUPTA ET AL. 2022, S. 3531; s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 287). Zusammengefasst kann die aufgestellte Hypothese bestätigt werden, da das inhaltliche Cluster „Anwendungen der künstlichen Intelligenz“ gefunden wurde (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 287). In Tabelle 5-8 sind alle Cluster mit compliance-relevanten digitalen Technologien übersichtlich dargestellt.

**Tabelle 5-8: Clustering der compliance-relevanten digitalen Technologien (eigene Tabelle)**

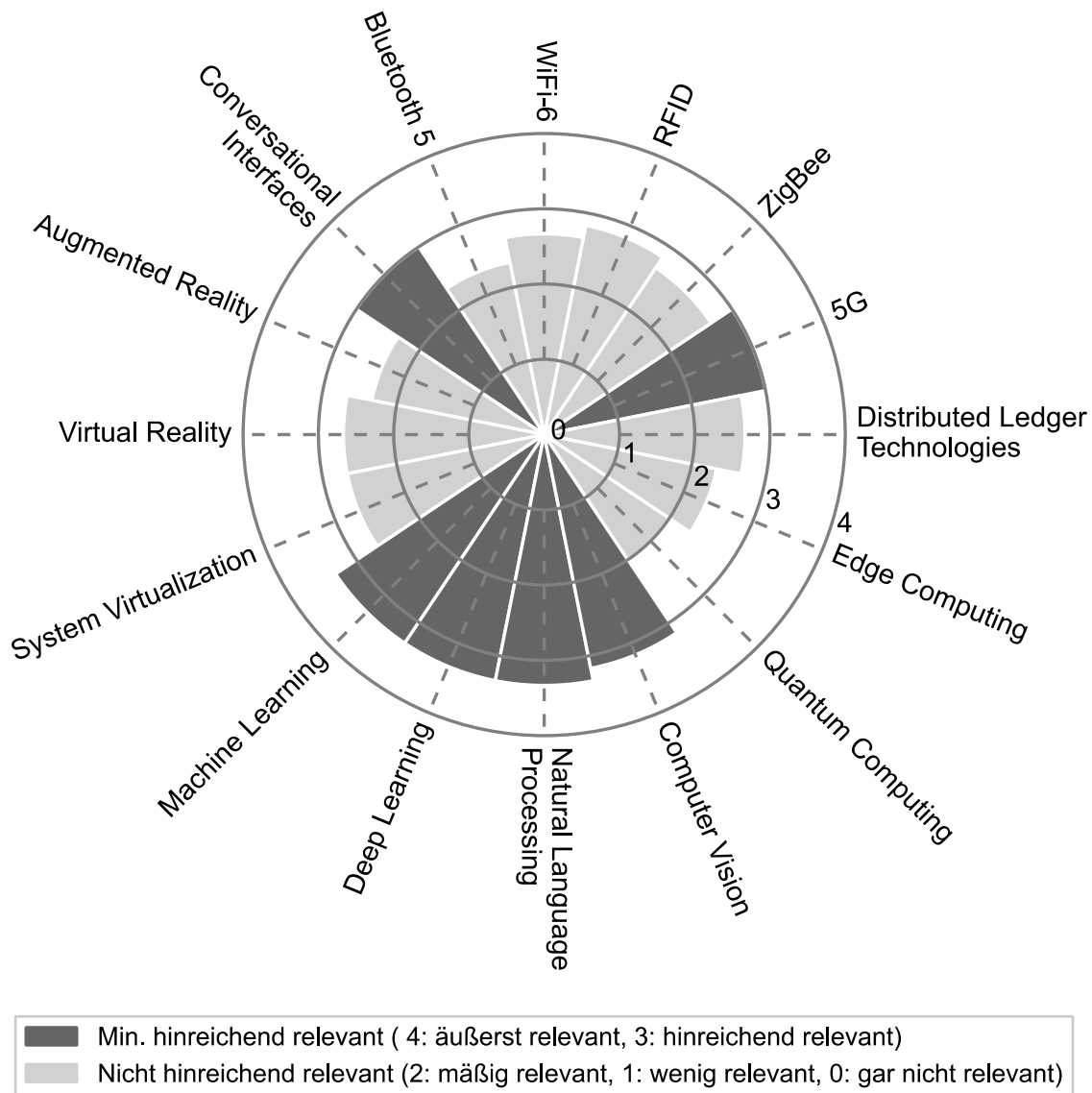
ID	Cluster	Cluster Inhalt
1	Anwendungen künstlicher Intelligenz	Deep Learning
		Machine Learning
		Natural Language Processing
		Computer Vision
2	Conversational Interfaces	
3	5G	

## 5.4 Zusammenfassung und Ergebnisreflexion

In diesem Kapitel erfolgte zunächst die Auswahl der angemessenen Methode zur Bewertung der Compliance-Relevanz digitaler Technologien. Hierbei wurde die Zielsetzung des Kapitels deutlich gemacht und die Delphi-Studie als am besten geeignete Methode begründet (s. Kapitel 5.1.1). Es wurden zudem auch alternative Möglichkeiten wie Experteninterviews oder konventionelle Umfragen betrachtet und deren Vor- und Nachteile erläutert (s. Kapitel 5.1.3). An diese Auswahl schloss sich die Spezifizierung der Delphi-Studie an, wobei bestehende Ansätze genutzt wurden (siehe Kapitel 5.1.2). Anschließend wurde die Entwicklung des Fragebogens und des Studienablaufs durchgeführt (siehe Kapitel 5.2). Bei der Erstellung des Fragebogens wurde die Komplexität der Fragestellung reduziert, um die Zugänglichkeit und ein einheitliches

Verständnis für die Experten sicherzustellen. Hierbei kam die Facettentheorie zur Anwendung (s. Kapitel 5.2.2). Des Weiteren erfolgte eine initiale Aufstellung und Einschränkung der zu untersuchenden digitalen Technologien mittels eines Technologie- und Trendradars (s. Kapitel 5.2.1). Als weiteres Element des Fragebogens wurde eine Bewertungsskala erstellt, angelehnt an eine Likert-Skala (s. Kapitel 5.2.3). Diese Elemente zusammen ergaben den Fragebogen für die Delphi-Studie. Zudem erfolgte eine gezielte Zusammenstellung der Expertengruppe, die über entsprechende Fachkenntnisse verfügt und sowohl einen wissenschaftlichen als auch anwendungsbezogenen Hintergrund aufweist (s. Kapitel 5.2.4). Basierend auf der Erstellung des Fragebogens folgte die Durchführung nach einem üblichen Schema für Delphi-Studien (siehe Kapitel 5.2.5). Die im Verlauf der Durchführung gewonnenen Daten wurden anschließend in Kapitel 5.3 umfassend analysiert. Vor der eigentlichen Analyse wurden die erfassten Daten genau beschrieben (s. Kapitel 5.3.1) und die allgemeinen Voraussetzungen für die Datenauswertung erläutert (s. Kapitel 5.3.2). Die eigentliche Analyse gliederte sich in zwei Bereiche: einerseits die Analyse der Kopfdaten, die expertenzentrierte Daten sowie übergreifende Daten zum Thema Compliance digitaler Technologien umfassten (s. Kapitel 5.3.3), und andererseits die Kerndaten, welche die Aussagen der Experten zur Compliance-Relevanz jeder digitalen Technologie in drei Dimensionen enthielten (siehe Kapitel 5.3.4). Das Ergebnis der Auswertung zeigte, dass es drei Technologiecluster gab, die als mindestens hinreichend relevant bewertet wurden. Diese

Technologiecluster bestehen insgesamt aus sechs Technologien. Die Details sind der zusammenfassenden Abbildung 5-9 zu entnehmen.



**Abbildung 5-9: Übersicht über die Ergebnisse der Delphi-Studie (eigene Darstellung)**

Somit wurde die erste Forschungsfrage „Wie können die für produzierende Unternehmen relevanten Technologiecluster einer Compliance für digitale Technologien beschrieben werden?“ beantwortet.

Es ist anzumerken, dass die Ergebnisse der Delphi-Studie eine Momentaufnahme aus Oktober 2022 darstellen. Das Vorgehen wurde jedoch detailliert beschrieben und kann jederzeit erneut angewendet werden (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023b, S. 288). Zudem wurden nur eine begrenzte Anzahl an digitalen Technologien (in Summe 18) in die Studie aufgenommen. Eine umfassende Untersuchung aller erfassten Technologien wäre im Rahmen dieser Arbeit nicht sinnvoll und auch nicht praktikabel. Zudem hätte dies nicht zum Erreichen der Zielsetzung beigetragen.

## **6 Identifikation und Gestaltung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien**

Dieses Kapitel beantwortet sowohl die zweite Forschungsfrage „Wie können die erforderlichen Richtlinien für die Technologiecluster ausgewählt werden?“ als auch die dritte Forschungsfrage „Wie können die Richtlinien einer Compliance für digitale Technologien beschrieben werden?“ Daraus ergibt sich eine Strukturierung in zwei Teile. Der erste Teil (s. Kapitel 6.1) umfasst die Identifikation der erforderlichen Compliance-Richtlinien und der zweite Teil (s. Kapitel 6.2) beinhaltet die Ausgestaltung von Compliance-Richtlinien. Um eine systematische Identifikation von Compliance-Richtlinien zu ermöglichen, wird in Kapitel 6.1.1 zuerst ein Rahmenmodell ausgewählt. Anschließend werden durch Ursache-Wirkbeziehungen die erforderlichen Richtlinien beschrieben (s. Kapitel 6.1.2). Abschließend erfolgt eine exemplarische Anwendung der Vorgehensweise (s. Kapitel 6.1.3). Zur Gestaltung der Compliance-Richtlinien wird sowohl auf die inhaltliche Strukturierung (s. Kapitel 6.2.1) als auch auf die Gestaltung des Sprachstils eingegangen (s. Kapitel 6.2.2). Das Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung und Ergebnisreflexion (s. Kapitel 6.3). Die Inhalte dieses Kapitels werden in Abbildung 6-1 in den Zusammenhang des Gesamtvorgehens der vorliegenden Dissertation gesetzt.

Hinweis zur Vorveröffentlichung: Die im folgenden Abschnitt dargestellten und in diesem Modell enthaltenen Methoden und Vorgehensweisen sowie Ergebnisse beruhen in weiten Teilen auf einer Veröffentlichung zur CIRP Design Conference 2023, welche durch die Autorin publiziert wurde (vgl. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a).

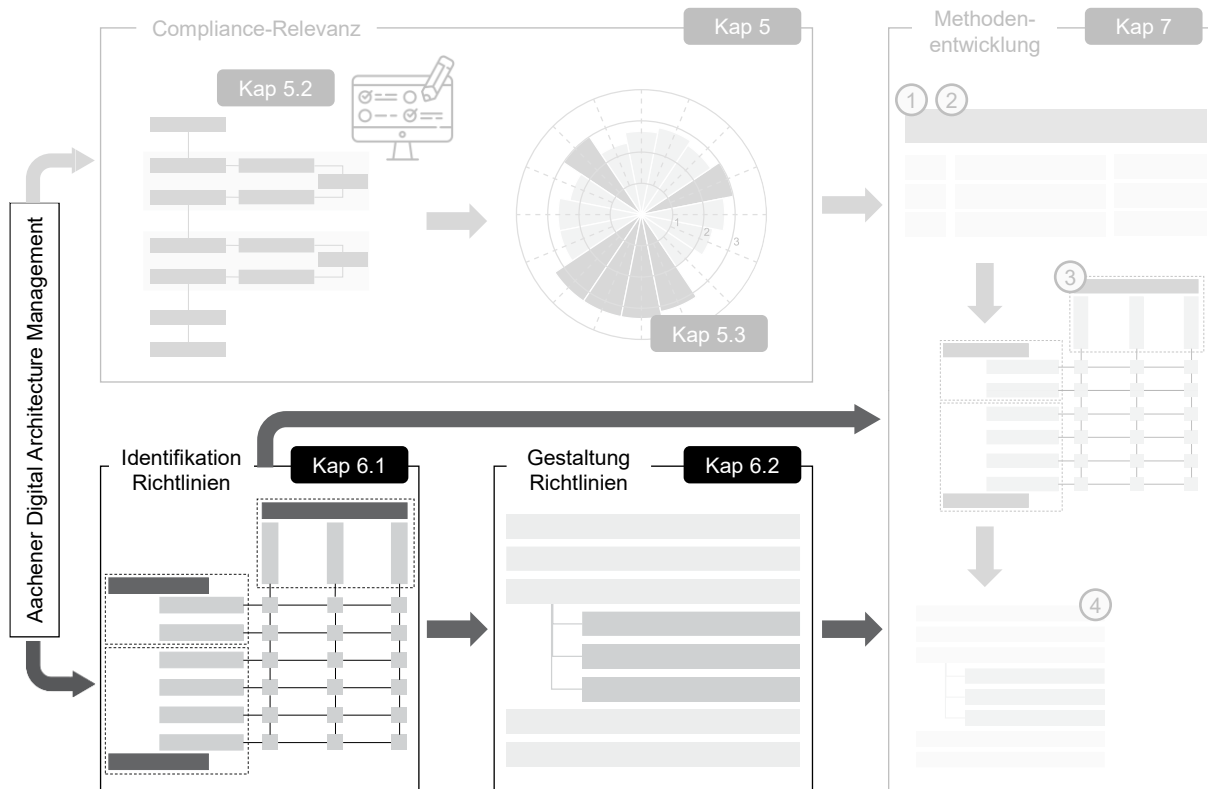


Abbildung 6-1: Übersicht über die Inhalte des Kapitels 6 im Zusammenhang mit dem Gesamtverfahren (eigene Darstellung)

## 6.1 Systematische Identifikation der compliance-relevanten Richtlinien für digitale Technologien

Das konzeptuelle Rahmenwerk, das in diesem Kapitel präsentiert wird, liefert die Antwort auf die zweite Unterfrage dieser Untersuchung: „Wie können die erforderlichen Richtlinien für die Technologiestructuren ausgewählt werden?“ (s. Kapitel 1.2). Das Ziel dieses Unterkapitels ist es, eine systematische Identifikation relevanter Compliance-Richtlinien für jede digitale Technologie zu ermöglichen. Initiale Erörterungen behandeln die Adaption eines bereits etablierten Rahmens zur Strukturierung des Themenfelds (s. Kapitel 6.1.1), während Kapitel 6.1.2 darauf aufbauend den Prozess zur Identifikation notwendiger Compliance-Richtlinien erläutert. Im Anschluss (s. Kapitel 6.1.3) erfolgt die konkrete Umsetzung des Vorgehens beispielhaft für die digitale Technologie 5G, woraufhin die hieraus resultierenden Erkenntnisse präsentiert werden. 5G wurde für die nachfolgenden Ausarbeitungen als beispielhafte digitale Technologie ausgewählt, da die RWTH Aachen mit dem 5G Industry Campus Europe über einmalige Expertise verfügt (s. KÖNIG U. KEHL 2022). Dadurch kann im Rahmen der Dissertation auf viele Anwendungsfälle und Experten direkt zugegriffen werden. Dies sichert eine hohe Qualität und Validität der Ergebnisse. Zu Beginn des Kapitels 6.1.3 wird 5G als digitale Technologie für den Leser eingeführt.

### **6.1.1 Auswahl eines Rahmenmodells**

Im vorherigen Kapitel 5.3 wurden bereits digitale Technologien auf ihre Compliance-Relevanz untersucht. Es konnten drei Technologiecluster mit insgesamt sechs digitalen Technologien identifiziert werden, welche durch die Expertengruppe der Delphi-Studie als mindestens hinreichend relevant für Compliance-Richtlinien eingeschätzt wurden. Um die notwendigen Compliance-Richtlinien zur Regulierung dieser Technologiecluster herzuleiten, gilt es einen systematischen und ganzheitlichen Ansatz zu erarbeiten. Um keinen technologischen Aspekt auszulassen und alle Unternehmensbereiche abzudecken, beabsichtigt die Autorin, ein bewährtes Rahmenwerk aus der Praxis zu benutzen. Hierbei ist zunächst die Auswahl dieses Rahmenwerks zu treffen. Es existiert eine Vielzahl an Rahmenwerken zu Industrie 4.0, Digitalisierung und Einführung von digitalen Technologien (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 105). Einige bekannte und etablierte Rahmenwerke wurden in Kapitel 3.4 kurz eingeführt. An dieser Stelle werden drei der aufgeführten Frameworks genauer betrachtet und verglichen, um eine begründete Auswahl für ein Framework zu treffen.

Aus vielen Gesprächen und Interviews, die zu Beginn des Dissertationsvorhabens geführt wurden, stellten sich insbesondere vier Anforderungen an ein Rahmenmodell heraus, um den späteren Einsatz in der Praxis sicherzustellen. Eine Anforderung ist die Betrachtung der IT eines Unternehmens, um den Einsatz digitaler Technologien in Systemen und Anwendungen abbilden zu können. Weiterhin soll auch die Geschäftsperspektive (Business) betrachtet werden, damit der Einsatz digitaler Technologien in internen Prozessen, sowie kundenseitig in Produkten, abgebildet werden kann. Zusammenfassend sollte das Framework das Unternehmen möglichst ganzheitlich abbilden können (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 106). Zudem gilt es, eine angemessene Komplexität zu erfüllen, um sowohl die individuellen Strukturen im Unternehmen ausreichend abzubilden als auch keine Überforderungen in der Anwendung hervorzurufen. Die vierte Anforderung ist die Zugänglichkeit für produzierende Unternehmen, im Speziellen auch kleinere und mittlere Unternehmen (KMU). (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 106)

Auf die vier genannten Anforderungen werden die drei Modelle neues St. Galler Management-Modell (SGMM), RAMI 4.0 und das Aachener Digital Architecture Management (ADAM) geprüft. Die Modelle wurden bereits in Kapitel 3.4 detailliert vorgestellt.

Das SGMM bietet einen umfassenden Blick auf Prozesse wie Geschäfts- und Managementprozesse, ermöglicht jedoch keinen detaillierten Einblick in den Aufbau der IT-Infrastruktur und der Systemlandschaft von Unternehmen. Dies ist für die Identifikation von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien allerdings nötig. Die Komplexität ist durch die Dreidimensionalität für die angestrebte Verwendung nicht optimal, dennoch ist die Zugänglichkeit durch die Wortwahl und bildliche Veranschaulichung gegeben. (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 106)

Das Referenzarchitekturmodell RAMI 4.0 bildet eine dreidimensionale Landkarte zur Bearbeitung von Projekten im Bereich Industrie 4.0. Dabei wird insbesondere die

Kommunikation zwischen allen Stakeholdern zentriert. Das Modell deckt detailliert die informationstechnischen Ebenen ab und geht auch oberflächlich auf die angrenzenden Funktionen in den verschiedenen Geschäfts- und Fachbereichen von Unternehmen ein. Aufgrund der Mehrdimensionalität und Kleinteiligkeit ist die Komplexität von RAMI 4.0 für das Vorhaben in der Dissertation allerdings zu hoch. Die Zugänglichkeit wird durch eine plastische und farbliche Grafik gewährleistet.

Das Aachener Digital Architecture Management (ADAM) Framework zur Gestaltung der Digitalisierung in Unternehmen stellt eine gesamtheitliche Betrachtung der Geschäftsentwicklung und der digitalen Infrastruktur bereit. ADAM erfüllt die Anforderung an Ganzheitlichkeit vollumfänglich. Die Geschäftsentwicklungsperspektive bildet alle Bereiche des Business von der Strategie bis zum Geschäftsprozess ab. Die Seite der digitalen Infrastruktur reicht von der Ressourcenebene bis zur Anwendungsebene. ADAM weist eine angemessene Komplexität mit zwei Dimensionen und einfacher Wortwahl auf. Für eine gute Zugänglichkeit sind in der grafischen Darstellung zusätzlich beispielhafte Erläuterungen zu finden. Zusammengefasst erfüllt ADAM alle Anforderungen vollumfänglich, die zuvor an das auszuwählende Rahmenwerk gestellt wurden. Alle Frameworks und ihre Bewertungen anhand der definierten Anforderungen sind in Abbildung 6-2 übersichtlich dargestellt. (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 106)

● Erfüllt ○ Teilweise erfüllt

Anforderungsmerkmal	SGMM	RAMI 4.0	ADAM
IT	○	●	●
Business	●	○	●
Komplexität	○	○	●
Zugänglichkeit	●	●	●

**Abbildung 6-2: Eignungsbewertung Frameworks zur Digitalisierung (eigene Darstellung)**

Die Autorin hat sich dazu entschieden, auf Basis der Eignungsbewertung das Rahmenwerk ADAM zu nutzen, um die zuvor beschriebenen Anforderungen in vollem Umfang zu adressieren (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 106). In Kapitel 3.4 wurde ADAM bereits näher vorgestellt, weshalb die Beschreibung hier auf die nötigsten Informationen beschränkt wird. Wie bereits beschrieben, setzt sich ADAM aus der Geschäftsentwicklung und der digitalen Infrastruktur zusammen. In der digitalen Infrastruktur werden nutzerzentrierte Anwendungen, innerbetriebliche Vernetzung, betriebliche Kernsysteme sowie Ressourcen beschrieben. In all diesen Bereichen können digitale Technologien genutzt werden und dementsprechend wird die gesamte digitale

Infrastruktur nach ADAM im weiteren Verlauf hinsichtlich der Bedarfsermittlung zur Erstellung von Compliance-Richtlinien genutzt (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 106). In der Geschäftsentwicklung thematisiert ADAM die Unternehmensstrategie, Geschäftsmodelle, Produkte und Services sowie Geschäftsprozesse. Da in der Unternehmensstrategie sowie in den Geschäftsmodellen die Verankerung und Motivation zur Einführung und Anwendung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien einzuordnen ist, werden diese im Folgenden nicht weiter betrachtet (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 106). Aufgrund der Tatsache, dass sowohl in internen Geschäftsprozessen als auch in Produkten und Services eines Unternehmens digitale Technologien zum Einsatz kommen können, werden diese in der folgenden Ausführung berücksichtigt. Neben diesen Ebenen enthält ADAM die Architektursichten Daten, Technologie und Organisation. Diese spannen zusammen mit den sechs ausgewählten Ebenen einen Rahmen, um den Regulierungsbedarf für digitale Technologien in Unternehmen ganzheitlich zu betrachten. Für die weitere Arbeit wurde eine übersichtlichere Darstellungsweise des ADAM-Modells in Form einer Matrix erarbeitet (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 106). Diese ist Abbildung 6-3 zu entnehmen und veranschaulicht die Ausführungen zu ADAM. Die entstandene Wirkungsmatrix wird im nachfolgenden Kapitel detailliert beschrieben.

**Wirkungsmatrix**

Legende:

■ Es besteht keine Wirkung

+ Es besteht eine Wirkung

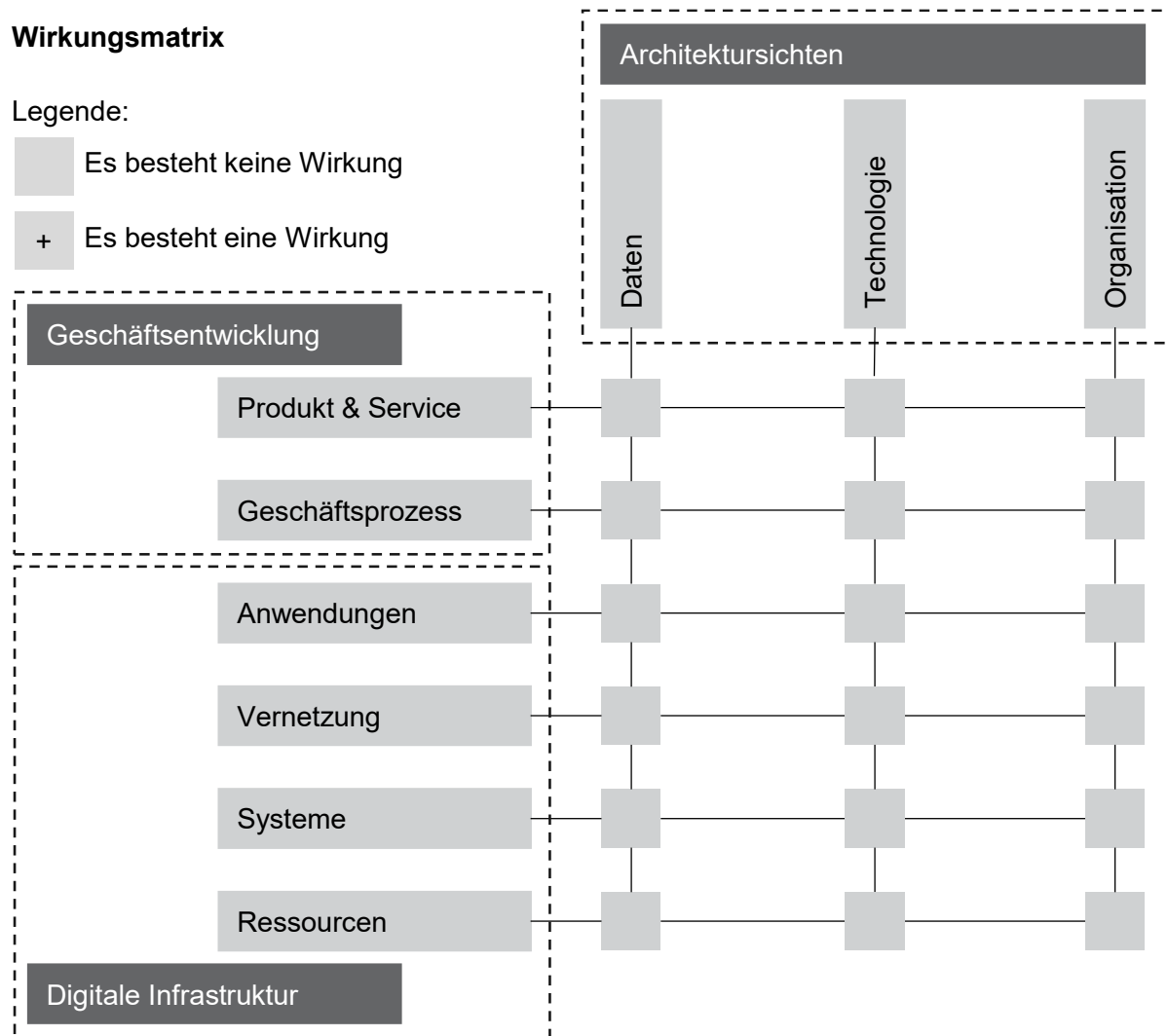


Abbildung 6-3: Template der Wirkungsmatrix (SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 106)

### 6.1.2 Vorgehensweise zur Identifikation der relevanten Compliance-Richtlinien mittels Ursache-Wirkzusammenhängen

Um Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen zu identifizieren, bedarf es für jede digitale Technologie eindeutig nachvollziehbarer Wirkzusammenhänge zwischen den potenziellen Einsatzorten (digitale Infrastruktur und Geschäftsentwicklung) und den Architektursichten (Organisation, Technologie und Daten). Die Bestimmung der Wirkungszusammenhänge erfolgt sachlogisch und basiert sowohl auf Experteninterviews als auch auf Literaturrecherchen (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 106–107). Die Ergebnisse werden textuell beschrieben und ergänzend in einer Matrix mit einer  $m \times n$ -Dimensionalität illustriert (s. Abbildung 6-3). Diese Illustrationen dienen einerseits dazu, die Ergebnisse transparent und klar abzubilden, und andererseits dazu, das Erklärte übersichtlich zusammenzufassen. Die Matrixspalten  $n = 3$  werden durch die Architektursichten Organisation, Daten und Technologie befüllt. Die Matrixzeilen  $m = 6$  sind durch die Einsatzorte von digitalen Technologien in produzierenden Unternehmen beschrieben. Die entstehenden

Elemente enthalten die Wirkungszusammenhänge bzw. Intensitäten der entsprechenden Matrixzeile und Matrixspalte.

Die Bestimmung dieser Wirkungszusammenhänge ist eine komplexe Aufgabe. Aufgrund dieses Umstands wird in der vorliegenden Dissertationsschrift von einer quantitativen Untersuchung der Intensität der Wirkungszusammenhänge abgesehen. Ergänzend ist anzuführen, dass die Beantwortung der zweiten Unterforschungsfrage keiner quantitativen Untersuchung bedarf.

Das Vorgehen zur Bestimmung der Wirkungszusammenhänge wird in Anlehnung an die Beschreibung von PROBST U. GOMEZ (s. 1991, S. 11–13) durchgeführt. Das dabei zum Einsatz kommende qualitative Bewertungsschema besteht aus zwei Intensitätsstufen (s. Tabelle 6-1). Diese Stufen orientieren sich an den Empfehlungen von PROBST U. GOMEZ.

**Tabelle 6-1: Intensitäten der Wirkzusammenhänge (eigene Tabelle)**

<b>Darstellung</b>	<b>Intensität</b>	<b>Beschreibung</b>
	Keine oder eine äußerst bis verschwindend geringe Intensität	Anhand des Einsatzortes kann keine erforderliche Compliance-Richtlinie abgeleitet werden. In den Architektursichten ist ebenfalls keine Compliance-Richtlinie erforderlich.
<b>+</b>	Normale Intensität	Anhand des Einsatzortes oder der Architektursichten können erforderliche Compliance-Richtlinien für die Architektursichten ausgemacht werden.

In der vorgeschlagenen Vorgehensweise wird zur Bestimmung der Wirkzusammenhänge als Erstes eine Literaturrecherche durchgeführt, welche stark an einen Structured Literatur Review (SLR) nach WEBSTER U. WATSON (2002) angelehnt ist. Um mögliche Lücken der Literatur zu schließen und die Sicht der Praxis einfließen zu lassen, werden als zweiter Schritt Experteninterviews durchgeführt, sodass die Ergebnisse der Literaturrecherche validiert und angereichert werden.

Die Literaturrecherche beinhaltet zunächst das Erstellen von passenden Searchstrings und anschließend die Suche nach diesen in Literaturdatenbanken wie beispielsweise Scopus. Danach wird eine erste Analyse auf Ebene der Titel durchgeführt. Hierauf aufbauend werden die verbleibenden Paper in einer Abstract-Analyse betrachtet. Abschließend werden die passenden Paper mithilfe einer In-Depth-Analyse untersucht. (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 106–107)

An die Literaturrecherche schließen sich semistrukturierte Experteninterviews an, um die digitale Technologie und ihren Regulierungsbedarf aus Sicht von Experten der Industrie und Wissenschaft zu beleuchten (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 106–107).

Die Ziele dabei sind:

- Aufnahme und Beschreibung der Erkenntnisse zum Einsatz der digitalen Technologie,
- implizite und passive Prüfung der bisherigen Ergebnisse aus der Literaturrecherche,
- Erweiterung des praktischen Hintergrundwissens des Interviewers.

Das Interview wird in Anlehnung an die Beschreibungen aus Kapitel 4.2.5 als nicht standardisiertes Interview (auch als Tiefeninterview bekannt) angelegt. Dem Interviewpartner werden zu Beginn des Gesprächs die Zielstellung und das angestrebte Ergebnis des Dissertationsvorhabens präsentiert. Nachdem etwaige Rückfragen beantwortet sind, werden spezifische Fragen zu der betrachteten Technologie gestellt. Um eine möglichst natürliche Gesprächssituation zu erzeugen, wird ein semistrukturierter Leitfaden für das Interview verwendet. Die Interviewergebnisse werden in der Nachbereitung zusammengefasst und transkribiert, sodass der Interviewpartner die Möglichkeit hat, etwaige Aussagen zu korrigieren oder vollständig zu streichen. Die Dokumentation der Interviewergebnisse erfolgt stichpunktartig.

### **6.1.3 Anwendung der Vorgehensweise**

Die in Kapitel 6.1.2 erarbeitete Vorgehensweise wird in diesem Kapitel auf die digitale Technologie 5G angewendet. Hierbei wurde initial eine umfassende Literaturrecherche und -analyse durchgeführt, gefolgt von der Durchführung von vier Experteninterviews.

Es folgt zunächst eine prägnante Einführung in die digitale Technologie, um das inhaltliche Verständnis für die nachstehende Erläuterung herzustellen. 5G ist ein Mobilfunkstandard und der Nachfolger von LTE (Long Term Evolution). Der Standard wird seit 2018 durch das 3rd Generation Partnership Project veröffentlicht und weiterentwickelt (vgl. 3GPP TR 21.915 V15.0.0)

Die Entwicklung von 5G wird durch verschiedene technologische Trends begründet. Hierbei spielen unter anderem die gesteigerte Bedeutung mobiler Endgeräte im täglichen Leben sowie die erhöhte Anzahl internetfähiger Endgeräte und der damit zunehmende Datenverkehr eine Rolle. Für 5G wurden insbesondere drei Anwendungsprofile vorgesehen. Als Erstes das Enhanced Mobile Broadband-Profil, welches die benutzerzentrierten Anwendungsfälle, wie beispielsweise Multi-Media Inhalte abdeckt, indem es mobile Datenübertragungen mit hoher Datenrate bereitstellt. Als Zweites das ultra-reliable and low latency communication-Profil, welche für die produzierende Industrie eine übergeordnete Rolle spielt, da es eine zügige und besonders zuverlässige drahtlose Kommunikation ermöglicht. Als Drittes das massive machine type communication-Profil, welches eine hohe Anzahl von untereinander kommunizierenden Geräten unterstützt und somit das Internet der Dinge fokussiert. (s. ITU M.2083-0, S. 11–12)

Die unterschiedlichen Anwendungsprofile zeigen auf, dass durch die digitale Technologie 5G unterschiedliche Leistungsschwerpunkte in der drahtlosen Kommunikation gesetzt werden können. Das heißt, es ist eine Balance zwischen den drei Größen Datenraten, Latenz und Zuverlässigkeit sowie Teilnehmeranzahl zu finden. Die Eigenschaften eines spezifischen 5G-Netzes sind abhängig von der jeweiligen Konfiguration und richten sich nach dem jeweiligen Anwendungsfall. (s. ITU M.2083-0, S. 12)

### **Durchführung der Literaturrecherche und -analyse**

Als Erstes wurden fünf verschiedene Searchstrings zur Identifikation der Wirkzusammenhänge formuliert. Das Ziel ist es, mittels der durch die Searchstrings aufgefundenen Literatur die bereits in Abbildung 6-3 vorgestellte Wirkungsmatrix für die Technologie 5G zu füllen. Die Searchstrings wurden in der Literaturdatenbank Scopus analysiert. Als Literaturdatenbank wurde Scopus gewählt, da darin eine Vielzahl an Unterdatabanken wie unter anderem ACM, Springer, IEE und Wiley enthalten sind. Zunächst wurden alle gefundenen Titel hinsichtlich ihrer Relevanz zum untersuchenden Thema geprüft (Titel-Analyse). Dieser Schritt wurde auf Ebene der Abstracts dann mit den verbleibenden Papern wiederholt. Die daraus resultierende Auswahl wurde nochmals im Rahmen einer In-Depth-Analyse, also mittels Lesen des gesamten Papers, untersucht. Daraus resultierten 28 passende Paper für den betrachteten Sachverhalt (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 106–107). Die gesamte Ergebnisübersicht ist Tabelle 6-2 zu entnehmen.

Tabelle 6-2: Ergebnis Literaturanalyse (i.A.a. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 107)

<b>Anzahl Paper Title Analysis</b>	<b>Anzahl Paper Abstract Analysis</b>	<b>Anzahl Paper In-Depth-Analysis</b>
<i>(TITLE(5g) AND TITLE(transmission) AND TITLE(data))</i>		
58	18	5
<i>(TITLE(5g) AND TITLE(technology) AND TITLE(challenges))</i>		
81	36	12
<i>(TITLE(5g) AND TITLE(acceptance))</i>		
8	6	2
<i>(TITLE(5g) AND TITLE(product) AND TITLE(business AND service))</i>		
22	9	5
<i>(TITLE(5g) AND TITLE(process))</i>		
90	9	4
<b>Summe</b>		
<b>259</b>	<b>78</b>	<b>28</b>

### Durchführung der Experteninterviews

Die initialen Schritte der Expertenauswahl für die Interviews wurden auf Grundlage eines etablierten Netzwerks am FIR an der RWTH Aachen unternommen. Insbesondere die aktive Beteiligung des Instituts an bedeutenden Initiativen wie dem Competence Center 5G.NRW ermöglichte den Zugriff auf eine breite Palette von Experten auf diesem Gebiet. Im Rahmen der Auswahlstrategie wurden zwei Experten aus dem industriellen Sektor sowie zwei aus dem wissenschaftlichen Umfeld selektiert. Einer der Experten aus dem industriellen Umfeld vertritt die Anwenderseite und bringt einen umfassenden Erfahrungsschatz aus dieser Perspektive mit. Der andere Experte hingegen agiert als Anbieter von 5G-Lösungen und kann somit umfassende Einblicke in die Technologieentwicklung und Implementierung bieten. Die beiden aus der Wissenschaft ausgewählten Experten haben maßgeblich zur Konzeption und Implementierung von 5G-Netzwerken für industrielle Anwendungen beigetragen. Ihre umfassenden Fachkenntnisse im Bereich 5G-Anwendungsfälle ermöglichen eine tiefgreifende Analyse des Themas.

Parallel zur Auswahl der Experten wurde der Leitfaden für die Gespräche vorbereitet. Da es sich um eine semistrukturierte Interviewsituation handelt, werden die Leitfragen bewusst offen formuliert, um eine natürliche Entwicklung der Diskussion zu ermöglichen. Die Interviews wurden sowohl online als auch in persönlicher Form durchgeführt. Während der Gespräche wurden die Antworten und Äußerungen in Stichpunkten

festgehalten und aufgezeichnet. Anschließend erfolgte eine umfassende Transkription in Form protokollarischer Mitschriften. Diese ausführlichen Mitschriften der Interviews sind im Anhang C zu finden und bieten vertiefende Einblicke in die Experteninterviews.

### **Identifikation der Wirkzusammenhänge**

Nun erfolgt die Identifikation der Wirkzusammenhänge basierend auf den gesammelten Informationen in den Experteninterviews und der Literatur. Hierfür wird zuerst die Wirkung in der Geschäftsentwicklung und anschließend die Wirkung in der digitalen Infrastruktur untersucht. Für jeden Bereich werden die Aspekte Daten, Technologie und Organisation untersucht.

### **Wirkungen in der Geschäftsentwicklung**

#### **Daten**

Sowohl in Geschäftsprozessen als auch in Produkten und Services von Unternehmen werden Daten verwendet. Diese Daten werden im Rahmen einer unternehmensweiten Datenlandschaft übertragen, empfangen und beispielsweise in Geschäftsprozessen verarbeitet (s. SCHUH ET AL. 2020b, S. 15–16). Es ist von Belang zu betonen, dass der Begriff „Daten“ in diesem Zusammenhang nicht auf eine bestimmte Subkategorie zu reduzieren ist, sondern vielmehr sämtliche Formen von Daten einschließt. Diese können sowohl Stammdaten als auch Bewegungsdaten umfassen, genauso wie personenbezogene Daten und Metadaten (s. Anhang C.4; vgl. Kapitel 2.2.2). Die Anwendung und Integration dieser Daten hat durch die Einflüsse der digitalen Technologie 5G keine fundamentalen Anpassungen erfahren (s. Anhang C.4). Indessen ist es wichtig hervorzuheben, dass sich lediglich die technologische Grundlage für den Modus der Datenübertragung verändert hat. Ein exemplarisches Szenario ist der Wandel von kabelgebundener zu kabelloser Übertragung oder die Transformation von bestimmten Eigenschaften wie der Latenz (s. Anhang C.1; s. KIESEL ET AL. 2021, S. 104). Diese Verschiebung ist nicht primär im Rahmen der architektonischen Konzeption von Daten zu verorten, sondern vielmehr in der Perspektive der technologischen Möglichkeiten. Hieraus folgt jedoch nicht zwingend eine Notwendigkeit zur Formulierung einer Compliance-Richtlinie, die den Aspekt der Datenintegration in den Bereichen von Produkten, Services und betrieblichen Prozessen reguliert.

#### **Technologie**

Im vorangegangenen Abschnitt wurde bereits dargelegt, dass die Einführung von 5G eine grundlegende Transformation der technologischen Grundlage für verschiedene Dienstleistungen, Produkte und betriebliche Abläufe bewirkt. Die Implementierung von 5G als fortschrittlicher Kommunikationstechnologie eröffnet eine Fülle neuer Anwendungsfelder und Möglichkeiten. So gibt es Use Cases im Bereich der innerbetrieblichen Logistik oder im Mining, sowie viele weitere (s. Anhang C.2; s. Anhang C.3; s. CHENG ET AL. 2022, S. 3–4). Diese technologische Entwicklung bringt eine grundlegende Verschiebung der Art und Weise, wie Produkte und Services sowie

Geschäftsprozesse entwickelt werden mit sich, wodurch die Gestaltung vollkommen neuer Geschäftsbereiche ermöglicht wird. In diesen neu entstandenen Sektoren können innovative Produkte und Dienstleistungen entstehen, die zuvor aufgrund technologischer Beschränkungen nicht denkbar waren (s. Anhang C.3; s. KIESEL ET AL. 2021, S. 104). Dieser Wandel bedingt jedoch auch die Ausarbeitung neuer betrieblicher Abläufe, die speziell darauf abzielen, die reibungslose Bereitstellung und optimale Unterstützung dieser neuartigen Produkte und Dienstleistungen zu gewährleisten. In Anbetracht dieser Entwicklung ergibt sich die Notwendigkeit zur Implementierung einer umfassenden Compliance-Richtlinie. Eine solche Richtlinie trägt dazu bei, die Integration der technologischen Aspekte von 5G in Produkten und Services sowie in Geschäftsprozessen zu regulieren. Dadurch wird sichergestellt, dass die Potenziale von 5G optimal genutzt werden, während gleichzeitig die Einhaltung von Standards und Vorschriften gewährleistet ist.

### **Organisation**

Die Aufbau- und Ablauforganisation erfährt in der Perspektive der Geschäftsentwicklung eine Verflechtung mit den komplexen Aspekten von Produkten, Dienstleistungen und betrieblichen Prozessen. Die Integration der fortschrittlichen 5G-Technologie in diese Unternehmensbereiche impliziert die unerlässliche Voraussetzung umfangreicher fachlicher Qualifikationen sowie einer soliden Informationsbasis seitens der involvierten Mitarbeiter (s. Anhang C.4). Einzig auf diese Weise kann beispielsweise ein kompetenter Prozessinhaber oder ein sachkundiger Produktverantwortlicher hinreichend instruiert sein, um die Implementierung von 5G zielgerichtet zu leiten und in Übereinstimmung mit den Unternehmenszielen zu fördern. (s. AL-MAROOF ET AL. 2021, S. 622–623)

Dementsprechend drängt sich die Schlussfolgerung auf, dass eine Compliance-Richtlinie für die strukturelle sowie prozessorientierte Organisation im weitreichenden Kontext von Produkten, Dienstleistungen und unternehmerischen Prozessen von Notwendigkeit ist.

### **Wirkungen in der digitalen Infrastruktur**

#### **Daten**

In der digitalen Infrastruktur eines produzierenden Unternehmens werden sowohl Anwendungen als auch Systeme eingesetzt, welche gegenwärtige Daten verarbeiten. Dennoch bleibt zu betonen, dass 5G keinen unmittelbaren Einfluss auf die Funktionalitäten der genannten Anwendungen und Systeme ausübt, da 5G primär für die Datenübertragung verantwortlich ist und keine direkte Verbindung zur Datenverarbeitung und -nutzung in diesen Systemen und Anwendungen aufweist (s. Anhang C.4). Die Vernetzungsebene bleibt weitestgehend unverändert, da bereits vor der Implementierung von 5G kabellose Kommunikationstechnologien existierten und die für die DSGVO geltenden Grundprinzipien nach wie vor auf 5G anwendbar sind (s. Anhang C.4). Im Kontrast dazu wird die Ressourcenebene durch 5G beeinflusst, indem

beispielsweise auf dem Shopfloor neue Datenquellen und -senken mittels 5G angebunden werden können (s. Anhang C.4). In dieser Hinsicht ergibt sich ein Bedarf an regulatorischen Maßnahmen, um eine verantwortungsbewusste Nutzung zu gewährleisten. Hierbei ist die Festlegung von Vorschriften zur Entstehung und Verarbeitung von Daten erforderlich.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass bei der Integration von 5G in die digitale Infrastruktur eines Unternehmens in Bezug auf Daten lediglich auf der Ressourcenebene ein Bedarf an regulativen Maßnahmen besteht. Die Ebenen der Anwendungen, Vernetzung und Systeme hingegen erfordern basierend auf den vorangegangenen Ausführungen keine Compliance-Richtlinien.

### **Technologie**

Die technologischen Aspekte, die durch die Einführung von 5G hervorgebracht werden, üben keinen direkten Einfluss auf die Funktionalität von Systemen und Anwendungen aus, da 5G als Kommunikationstechnologie nicht die internen Funktionsabläufe von Anwendungen und Systemen modifiziert (s. Anhang C.4). Dennoch ist zu konstatieren, dass die technologischen Effekte von 5G in Bezug auf die Vernetzung von Systemen und Anwendungen in Unternehmenskontexten nicht zu vernachlässigen sind. Die technischen Attribute der Zuverlässigkeit, des Durchsatzes und der Latenz bewirken eine drahtlose und leistungsstarke Vernetzung von Anwendungsfällen, die zuvor auf kabelgebundene Vernetzung angewiesen waren (s. CHENG ET AL. 2022, S. 2). Infolge dieser Entwicklung ergibt sich ein nachdrücklicher Bedarf für die Regulierung der Vernetzung sensibler Systeme und Anwendungen. Dabei sind auch Rückfallstrategien im Falle von Störungen oder Ausfällen im 5G-Netz zu berücksichtigen (s. Anhang C.1). Des Weiteren erfordert die Verwendung von Ressourcen wie Sensoren auf dem Shopfloor im Kontext eines 5G-Netzes deren Anpassungsfähigkeit an die 5G-Konnektivität (s. Anhang C.4). Aus diesem kausal verknüpften Zusammenhang ergibt sich deutlich das Erfordernis einer Compliance-Richtlinie.

Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass im Kontext der technologischen Evaluation von 5G in der digitalen Infrastruktur eine Compliance-Richtlinie für die Ebenen der Ressourcen und der Vernetzung benötigt wird.

### **Organisation**

Innerhalb der Ablauf- und Aufbaustruktur von Unternehmen agieren individuelle Mitarbeiter als Ressourcen, die oftmals in direktem Wechselspiel mit der Technologie 5G stehen. In dieser Hinsicht ist es notwendig, dass die menschliche Ressource mit anderen 5G-Ressourcen interagieren kann und fähig ist, modifizierte Produkte, Services und Geschäftsprozesse zu bedienen und auszuführen, die durch 5G beeinflusst wurden (s. Anhang C.4; s. AL-MAROOF ET AL. 2021, S. 622–623). Zusätzlich erfordert es eine gewährleistete Akzeptanz der 5G-Technologie bei den Mitarbeitern, um jeglicher absichtlicher oder unbeabsichtigter Hemmung der Nutzung im Unternehmenskontext

vorzubeugen (s. Anhang C.1; s. Anhang C.4). Insbesondere der bisher geringe Reifegrad ist hierbei zu beachten und zu adressieren (s. Anhang C.2). Daraus resultiert ein unmittelbarer Bedarf an regulatorischer Steuerung der Ressourcen auf organisatorischer Ebene. Dies ist für kleine und mittlere Unternehmen besonders zu betrachten, da hier häufig die Schwierigkeit besteht, entsprechende Fachkräfte einzustellen (s. CHENG ET AL. 2022, S. 2; s. Anhang C.4).

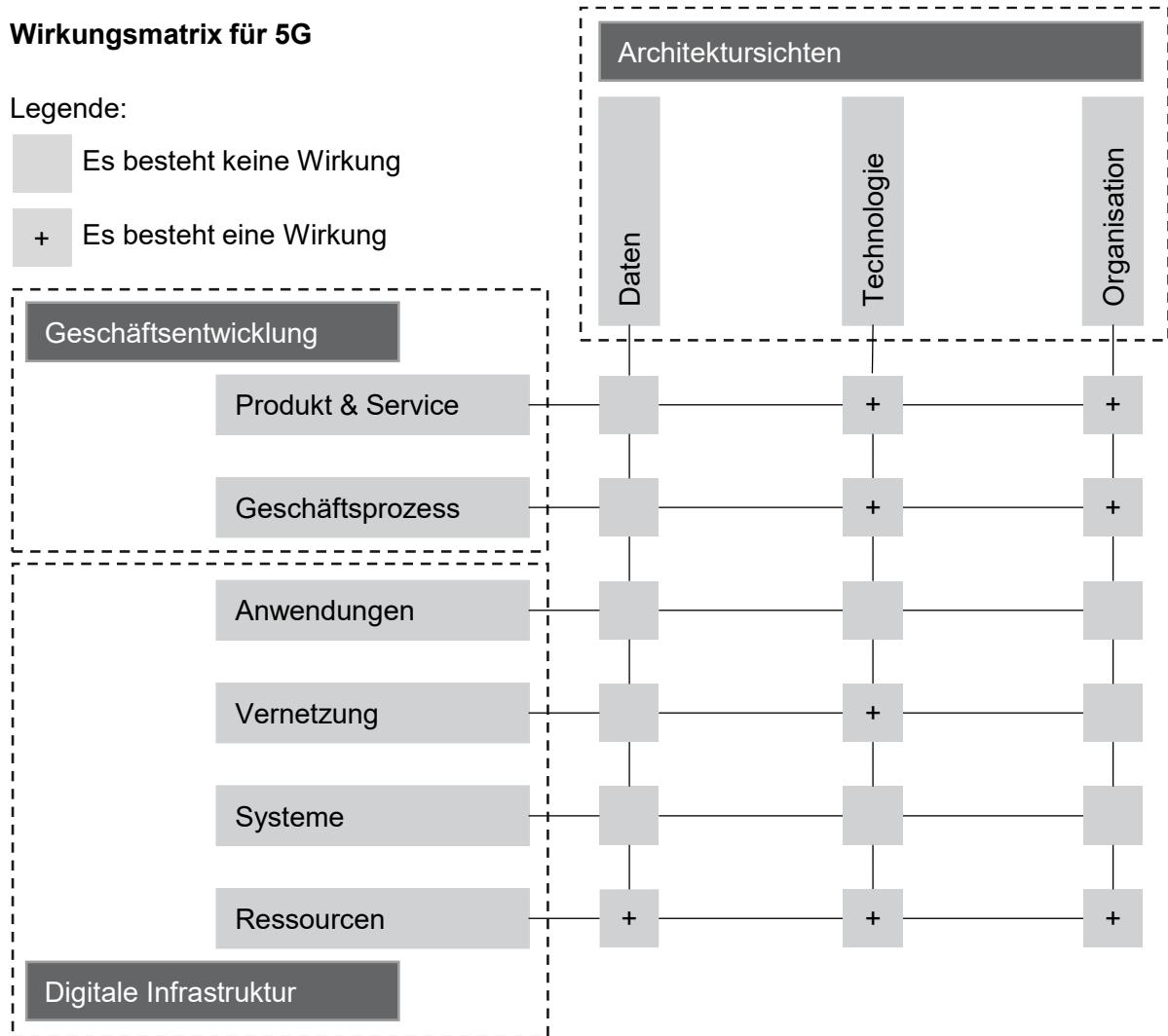
Indes beeinflusst 5G als Kommunikationstechnologie die organisatorischen Dimensionen von Systemen, Vernetzung und Anwendungen in Produktionsunternehmen nicht. Systeme und Anwendungen bleiben in den bisherigen Blickwinkeln unberührt von den Auswirkungen von 5G und bedürfen folglich keiner Neubewertung innerhalb der Ablauf- und Aufbauorganisation (s. Anhang C.4). Trotz der Einführung einer eigenständigen 5G-Netzwerkstruktur innerhalb des Unternehmens hat dies keinen Einfluss auf die etablierten Strukturen der Ablauf- und Aufbauorganisation. Auf die organisatorischen Gesichtspunkte eines Unternehmens fokussiert wird demnach lediglich im Kontext der Ressourcen ein Bedarf an einer Compliance-Richtlinie deutlich.

Die Abbildung 6-4 fasst die erläuterten Wirkzusammenhänge für 5G zusammen und stellt sie grafisch in der Wirkungsmatrix dar.

**Wirkungsmatrix für 5G**

Legende:

- Es besteht keine Wirkung
- + Es besteht eine Wirkung



**Abbildung 6-4: Wirkungsmatrix für 5G (eigene Darstellung)**

Zusammenfassend konnte die Frage beantwortet werden, wie Compliance-Richtlinien für digitale Technologien ausgewählt werden können. Hierzu wurde eine Wirkungsmatrix entwickelt. Diese wurde systematisch auf Basis von Wissen aus der Literatur sowie von Experten mit Wirkzusammenhängen befüllt.

## 6.2 Gestaltung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien

Das Ziel dieses Kapitels ist die Beantwortung der dritten Forschungsfrage „Wie können die Richtlinien einer Compliance für digitale Technologien beschrieben werden?“ Hierfür wird als Erstes die inhaltliche Strukturierung einer Compliance-Richtlinie hergeleitet und beschrieben (s. Kapitel 6.2.1). Anschließend wird die Thematik des Sprachstils für die Verfassung von Richtlinien erörtert und für die vorliegende Arbeit angewendet (s. Kapitel 6.2.2). Für die nachfolgenden Ausarbeitungen werden die Ergebnisse der Kapitel 5 und 6.1 verwendet.

### 6.2.1 Inhaltliche Gestaltungselemente einer Compliance-Richtlinie für digitale Technologien

Das Ziel dieses Kapitels besteht darin, eine standardisierte Struktur für umfassende Compliance-Richtlinien im Bereich digitaler Technologien für produzierende Unternehmen zu entwickeln. Diese Compliance-Richtlinie soll innerhalb eines Unternehmens sämtliche digitale Technologien, die für die Einhaltung von Vorschriften relevant sind, abdecken und deren erforderliche Richtlinien beinhalten.

Die Vorarbeiten aus Kapitel 3.2 zeigen, dass es verschiedene Instrumente zu Kommunikation und Darstellung von Compliance-Richtlinien gibt. In allen war die Formulierung eines Regelwerkes zentrales Werkzeug zur Kommunikation von Compliance Inhalten. Häufig wird dies auch als Code of Conduct bezeichnet. In diesem Kapitel werden die Gestaltungselemente sowie die Struktur eines Regelwerkes zur Kommunikation von Compliance-Richtlinien erarbeitet.

Zur Gestaltung der Compliance-Richtlinien werden die Ergebnisse, die im vorherigen Kapiteln 5 und 6.1 erarbeitet wurden, erneut aufgegriffen und in einem Dokument zur Richtlinienggebung verwendet. Ziel ist die standardisierte Aufbereitung der bisherigen gewonnenen Erkenntnisse. Kapitel 5 liefert durch die Ermittlung der Compliance-Relevanz die Information, welche digitalen Technologien in diesem Kapitel bei der Gestaltung von Compliance-Richtlinien berücksichtigt werden. Die Identifikation der Compliance-Relevanz erfolgte in Kapitel 5 mittels einer Delphi-Studie. Dabei wurde zur Aufbereitung der Fragestellung das ADAM Framework herangezogen. Dies umfasst die Strukturierung der Bewertung der Compliance-Relevanz je digitaler Technologie in Organisations-, Technologie- und Datensicht. Diese Strukturierung anhand von ADAM wird in diesem Kapitel erneut aufgegriffen.

Weiterhin ergänzt Kapitel 6.1 die Informationen aus Kapitel 5 um die Compliance relevanten Bereiche je digitaler Technologie. Hier werden aus ADAM die Gestaltungsebenen Ressourcen, Systeme, Vernetzung und Anwendung sowie die Entwicklungsfelder Geschäftsprozesse und Produkte & Services zu den Sichten hinzugenommen. So entsteht die in Kapitel 6.1 erarbeitete Matrix, welche durch Ursache Wirkzusammenhänge je digitaler Technologie bewertet wird. Die Ergebnisse des Kapitels 6.1 bilden die Grundlage für die inhaltliche Ausgestaltung der Compliance-Richtlinie, welche in diesem Kapitel vorgenommen wird. Es ist festzuhalten, dass ADAM als wiederkehrendes Strukturierungselement dient und somit eine nahtlose Einbindung der bisherigen Ergebnisse ermöglicht.

Aufgrund der Individualität des Einsatzes digitaler Technologien in Unternehmen ist es erforderlich, zunächst allgemeingültige Gestaltungselemente von Compliance-Richtlinien zu entwickeln. Das heißt, diese Gestaltungselemente sollen unabhängig von der Struktur und Art des anwendenden Unternehmens genutzt werden können. Die Erstellung detaillierter Gestaltungselemente ist zu diesem Zeitpunkt im Sinne der Wiederverwendbarkeit nicht zielführend. Dafür wird in Kapitel 7 eine angemessene Methode vorgestellt, die es Unternehmen ermöglicht, ihre individuellen und detaillierten

Ergebnisse zu erarbeiten. Um dieses Kapitel dennoch anschaulich zu gestalten, werden fiktive Beispiele in die Vorstellung der Gestaltungselemente eingeflochten. Diese sind durch kursive Schrift kenntlich gemacht.

Die Recherche nach Referenzen für die Strukturierung ergab, dass sowohl der VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. (VDI) als auch Normungsinstitutionen Standards für die Erstellung von normativen Dokumenten bereitstellen. Der Begriff „normative Dokumente“ umfasst Normen, technische Spezifikationen, praxisbezogene Anleitungen und Vorschriften. Deshalb kann dieses Konzept auf die vorliegende Dissertation zur Erstellung einer Compliance-Richtlinie angewendet werden, wie bereits in Kapitel 4.2.7 ausgeführt wurde. Im weiteren Verlauf dieser Dissertation wird eine Struktur entwickelt, die auf der thematischen Gliederung gemäß DIN ISO/IEC 820-2 und den Empfehlungen des VDI basiert. Diese Struktur umfasst folgende Bestandteile, welche im Folgenden einzeln erläutert werden:

- Titel
- Inhaltsverzeichnis
- Vorwort
- Einleitung
- Anwendungsbereich
- Normative Verweisungen
- Begriffe
- Symbole und Abkürzungen
- Richtlinieninhalt
- Anhänge
- Literaturhinweise
- Stichwortverzeichnisse

### **Titel**

Bei der Wahl des Titels ist es wichtig, dass dieser kurz und deutlich den Inhalt des Dokuments wiedergibt. Der Titel sollte auch dafür sorgen, dass man das Dokument leicht von anderen unterscheiden kann, ohne jedoch zu viele Einzelheiten preiszugeben (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 98–102). In der vorliegenden Dissertation könnte der Titel folgendermaßen gestaltet werden: *„Compliance-Richtlinien für die Nutzung von digitalen Technologien bei Max Musterman GmbH“*. Dabei wurde besonders darauf geachtet, dass sich diese Richtlinien von der allgemeinen Unternehmens-Compliance abheben, ebenso wie von den verwandten Themen Governance und Risikomanagement. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf digitalen Technologien. Zusammenfassend erfüllt dieses Beispiel die Anforderungen an Klarheit, Kürze und Abgrenzung.

### **Inhaltsverzeichnis(se)**

Die Erstellung eines Inhaltsverzeichnisses ist optional (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 66). Bei umfangreichen sowie komplexen und unübersichtlichen Dokumenten empfiehlt es

sich, ein oder mehrere Inhaltsverzeichnisse anzufertigen. Das Inhaltsverzeichnis stellt ein Abbild der in diesem Kapitel vorgestellten Struktur dar. Eine beispielhafte Struktur kann der Abbildung 6-6 in der Zusammenfassung am Ende dieses Unterkapitels entnommen werden.

### **Vorwort**

Im Vorwort wird die für das Dokument verantwortliche Einheit oder Person im Unternehmen genannt und zudem die Methode erwähnt, mithilfe derer das Dokument erarbeitet wurde. Sollte das Dokument in Beziehung zu anderen Dokumenten im Unternehmen stehen, können diese hier genannt werden. Wichtig ist zu beachten, dass im Vorwort lediglich Informationen vermittelt und keine zu erfüllenden Anforderungen, Empfehlungen oder Ähnliches mit normativem Charakter verwendet werden (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 102–105; s. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. 2020, S. 12; 2023, S. 8). Das Vorwort trägt maßgeblich zur Einordnung des Sachverhalts beim Lesenden bei. Im Rahmen von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien könnte ein Vorwort wie folgt formuliert werden:

*„Dieses Dokument wurde von dem CDO gemeinsam mit dem Compliance-Officer erarbeitet. Es gilt in Ergänzung zu der bestehenden Daten-Governance. Das Dokument wurde anhand der Vorgehensweisen in der Dissertation Johanning, der DIN 820 und des VDI erstellt.“*

In dem vorgestellten Beispiel wurde der informative Charakter gewahrt und auf angrenzende Dokumente verwiesen. Zudem sind die Verantwortlichen der Richtlinie sowie das verwendete Vorgehen transparent gemacht. Für den Themenbereich Compliance digitaler Technologien ist das Vorwort ein wichtiger Bestandteil, da es sich um ein neuartiges Thema handelt und die Lesenden noch keine Vorkenntnisse haben. Die genannten Ansprechpartner sind insbesondere für Rückfragen relevant.

### **Einleitung**

Die Einleitung enthält Informationen sowie Anmerkungen, die den inhaltlichen Teil der Richtlinie betreffen und ist obligatorisch. Hier sind wie im Vorwort keine Anforderungen zu formulieren, sondern Informationen zu überbringen. Das Ziel ist es, in das Thema einzuführen, indem etwa die Historie des Dokuments dargestellt werden kann und die Gründe für das Verfassen aufgeführt werden (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 106; s. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. 2020, S. 12; 2023, S. 8).

Für das Thema Compliance-Richtlinien digitaler Technologien ist eine Einleitung von besonderer Relevanz, da die Einordnung der Inhalte aufgrund der Neuartigkeit für Mitarbeitende in produzierenden Unternehmen notwendig ist. Eine mögliche Einleitung für ein Dokument, welches Richtlinien für digitale Technologien enthält, lautet:

*„Der vermehrte Einsatz von digitalen Technologien in unserem Unternehmen ermöglicht es uns, mit dem nationalen und internationalen Wettbewerb mithalten. Die verwendeten digitalen Technologien erstrecken sich in vielen Unternehmensbereichen und sind zunehmend komplex. Es wurde erkannt, dass die Risiken, die von digitalen*

*Technologien ausgehen, zunehmen und der Bedarf an einer Regulierung für die Mu-  
stermann GmbH vorhanden ist. Diese Richtlinie dient der Festlegung von Compliance-  
Richtlinien für die eingesetzten digitalen Technologien.“*

Die vorgeschlagene Einleitung ist ausschließlich informativ formuliert und führt den Lesenden in das Themengebiet Compliance für digitale Technologien ein. Zudem wird auf die Gründe für das Verfassen eingegangen. Damit erfüllt die beispielhafte Einleitung alle zuvor genannten Kriterien.

### **Anwendungsbereich**

Der Abschnitt zum Anwendungsbereich behandelt das Thema des Dokuments sowie die betrachteten Aspekte. Zudem sind die Grenzen aufzuzeigen und gegebenenfalls Anwendungsbereiche auszuschließen (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 107–108; s. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. 2020, S. 12–13; 2023, S. 9)

Bei der Betrachtung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien ist dieser Abschnitt für jede einzelne digitale Technologie separat zu erstellen, da sich die Anwendungsbereiche von digitalen Technologien in Unternehmen unterscheiden können. Das bedeutet, dass dieser Abschnitt im Gesamtdokument mehrfach vorhanden ist, wobei differenziert der jeweilige Anwendungsbereich der digitalen Technologien im Unternehmen beschrieben wird. Die vollständige Struktur für Compliance-Richtlinien für 5G wird am Ende dieses Unterkapitels in Abbildung 6-6 dargestellt. Hierbei sind auch die einzelnen Teile erkennbar, die sich auf verschiedene digitale Technologien beziehen.

Beim Verfassen der jeweiligen Anwendungsbereiche ist es hilfreich, die in Kapitel 6.1 erarbeitete Matrix zu verwenden, um zu bestimmen, in welchen Bereichen des Unternehmens Compliance-Richtlinien erforderlich sind. Die Matrix gibt bereits Auskunft darüber, in welchen Bereichen der Geschäftsentwicklung und der digitalen Infrastruktur die digitale Technologie aus Sicht der Compliance-Auflagen Auswirkungen auf das Unternehmen hat. Dadurch lassen sich die Anwendungsbereiche ableiten. Im Fall von 5G könnte dies zu dem folgenden beispielhaften Textabschnitt führen:

*„Dieses Dokument legt die Richtlinien für die Nutzung von 5G fest. Diese Richtlinien sind anwendbar für die Bereiche Produkte und Services sowie für Geschäftsprozesse. Weiterhin gelten sie für die Vernetzung von Systemen und Anwendungen sowie für die Ressourcen auf dem Shopfloor. Sie sind explizit nicht anwendbar auf den Bereich der Systeme und nutzerzentrierten Anwendungen.“*

### **Normative Verweisungen**

Der Abschnitt „normative Verweisungen“ beinhaltet Gesetze, Verordnungen, Normen oder technische Regeln, auf die im Text verwiesen oder Bezug genommen wird (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 109–111; s. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. 2020, S. 13; 2023, S. 9).

Es ist möglich, dass in dem Dokument auf keine anderen Inhalte verwiesen wird, dann kann ein beispielhafter Satz lauten: „*Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument*“. Sollte jedoch auf Dokumente im Text verwiesen werden, ist eine Auflistung dieser Dokumente an dieser Stelle zu erstellen.

### **Begriffe**

Werden Begriffe verwendet, die für den Adressatenkreis potenziell erklärungsbedürftig sind, müssen diese in dem Abschnitt Begriffe benannt und definiert werden (s. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. 2020, S. 13).

Beispielhaft kann dieser Text wie folgt für die digitale Technologie 5G aussehen:

*„Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe:*

<i>Compliance</i>	<i>Regeltreue von Unternehmen</i>
<i>Digitale Technologien</i>	<i>Digitale Geräte, Systeme und Ressourcen, die bei der Erstellung, Speicherung und Verwaltung von Daten helfen“</i>
<i>5G</i>	<i>Mobilfunk Standard der 5. Generation</i>
<i>Latenz</i>	<i>Signallaufzeit oder Verzögerung eines Signals</i>
<i>3GPP</i>	<i>Weltweite Kooperation von Standardisierungsgremien für die Standardisierung im Mobilfunk</i>
<i>5G FTS</i>	<i>Fahrerloses Transportsystem mit Datenaustausch auf Basis von 5G</i>
<i>...</i>	<i>...“</i>

### **Symbole und Abkürzungen**

Hier werden die im Dokument verwendeten Symbole und Abkürzungen eingeführt. Es ist zu empfehlen, diese alphabetisch zu sortieren und zu prüfen, dass nur enthaltene Abkürzungen und Symbole aufgeführt werden.

### **Richtlinieninhalt**

Dieser Abschnitt umfasst die eigentlichen Inhalte der Richtlinie, die erstellt wird (vgl. DIN ISO/IEC 820-2, S. 66; vgl. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. 2020, S. 12).

Das heißt, dass für die vorliegende Dissertation in diesem Abschnitt die Compliance-Richtlinien für digitale Technologien festgehalten werden. Sollte es der Fall sein, dass in der gesamtheitlichen Richtlinie mehrere digitale Technologien Beachtung finden können, ist dieser Abschnitt in mehrere Teile zu unterteilen. Genauso wie beim Anwendungsbereich wird dann für jede digitale Technologie ein separater Unterabschnitt erstellt, in dem die entsprechenden Compliance-Richtlinien zu finden sind. Im Folgenden ist das Ziel, den Unterabschnitt weiter zu strukturieren, sodass dieser eine möglichst genaue Vorlage darstellt und es Unternehmen leichtfällt, ihre individuellen Richtlinien je digitaler Technologie herzuleiten. Hierfür wird die in Kapitel 6.1 erstellte Matrix herangezogen. Ihr kann entnommen werden, in welchen Teilen des Unternehmens

(Geschäftsentwicklung und digitale Infrastruktur) und aus welchen Architektursichten (Daten, Organisation, Technologie) eine Compliance-Richtlinie erforderlich ist. Wie Abbildung 6-5 zeigt, gliedert sich das Kapitel des Richtlinieninhalts in mehrere Ebenen. Als Erstes werden die Richtlinien durch die Architektursichten in drei Strukturierungselemente aufgeteilt. Diese Strukturierungselemente umfassen jeweils Richtlinien mit Bezug zu Daten, Technologie und Organisation. Als Nächstes werden die einzelnen Strukturierungselemente weiter untergliedert. Dafür werden die jeweils identifizierten Wirkzusammenhänge als Gliederungspunkte verwendet. In diesen Gliederungspunkten werden die entsprechenden Richtlinien einsortiert. Der gesamte Aufbau des Richtlinieninhalts kann beispielhaft an der digitalen Technologie 5G der Abbildung 6-5 entnommen werden.

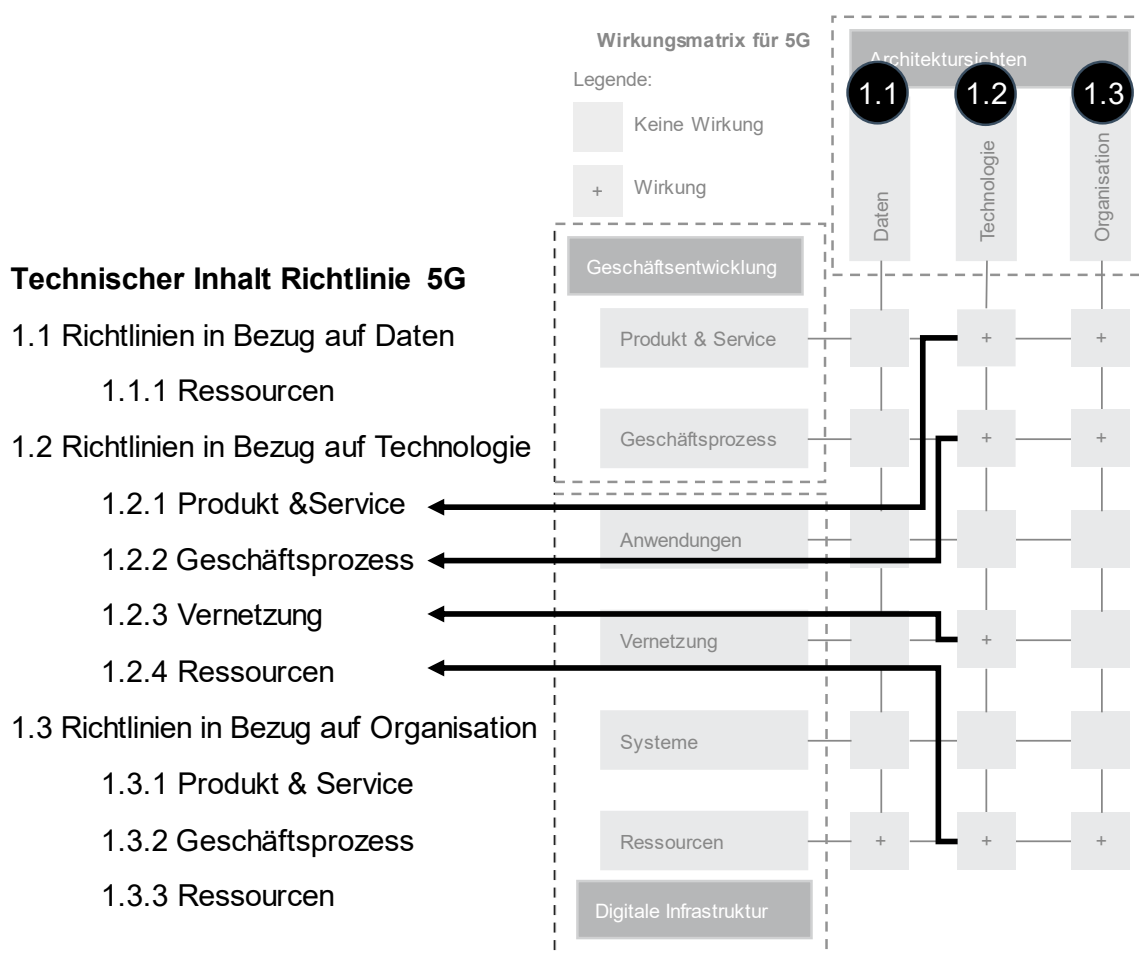


Abbildung 6-5 Strukturierung des technischen Richtlinieninhalts (eigene Darstellung)

Auf Basis dieser Struktur kann nun im weiteren Schritt die entsprechende Richtlinie formuliert werden. Bei der Formulierung ist der Sprachstil zu beachten, um die richtige Verbindlichkeit zu vermitteln. Dies wird im nachfolgenden Kapitel 6.2.2 erläutert. Richtlinien für 5G lauten beispielhaft:

1. Für 5G-Netze in betriebskritischen Prozessen muss ein redundantes Netz einer anderen Technologie verfügbar sein.

2. 5G sollte nicht in Produkten verbaut werden, die an Betreiber kritischer Infrastruktur verkauft werden.
3. Mitarbeitende, die mit der digitalen Technologie 5G in Kontakt kommen, können hinsichtlich der Funktionsweise und Risiken der Technologie geschult werden, um die Akzeptanz zu erhöhen.

Beim ersten Beispiel handelt es sich um eine Anforderung, die verbindlich zu erfüllen ist. Beim zweiten Beispiel hingegen ist die Verbindlichkeit nicht so stark gegeben, denn es liegt lediglich eine Empfehlung vor. Das dritte Beispiel stellt eine Möglichkeit dar und ist vom Aspekt der Verbindlichkeit her am schwächsten.

## **Anhänge**

Sollen zusätzliche Informationen zum Hauptteil des Dokuments mitgegeben werden, erfolgt dies durch die Anhänge. Hierfür infrage kommen besonders umfangreiche Inhalte, wie etwa Tabellen. Im Dokument wird dann auf die Anhänge verwiesen (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 137–139; s. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. 2020, S. 18; 2023, S. 9). *Ein Beispiel für einen Anhang kann die Spezifikation von 5G nach dem Release 17 der Initiative 3GPP sein. Diese weist einen hohen Detailgrad und Umfang auf, weshalb eine Aufnahme in den Hauptteil vom Wesentlichen ablenken würde. Dennoch ist diese Information nötig, um den technischen Inhalt der Richtlinien zu verstehen.*

## **Literaturhinweise**

Im Literaturverzeichnis ist eine Auflistung von Informationsmaterial und der im Dokument zitierten Quellen zu finden. Ebenfalls werden hier Unterlagen aufgeführt, die für die Erarbeitung des Dokuments verwendet wurden (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 139).

Beispielhaft kann dieser Abschnitt mit dem Satz eingeführt werden: *„Für die Erarbeitung der vorliegenden Compliance-Richtlinien für digitale Technologien wurden die nachfolgenden Quellen verwendet.“* Daran schließt sich eine vollständige Auflistung in Form eines Literaturverzeichnisses an.

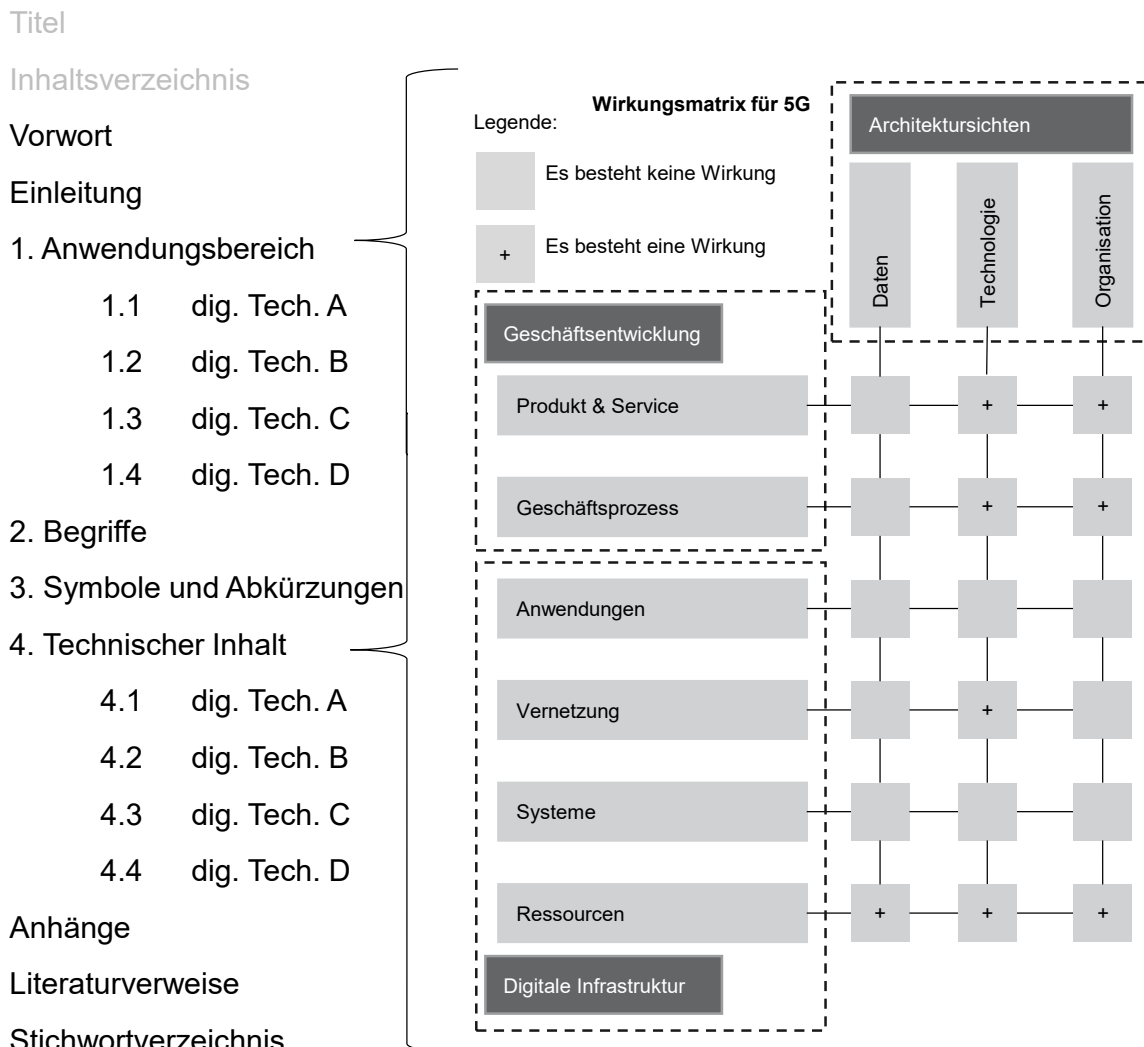
## **Stichwortverzeichnisse**

Es ist möglich, bei einem besonders umfangreichen Dokument ein Stichwortverzeichnis hinzuzufügen. Hierin sind ausgewählte, besonders relevante Begriffe aus dem Dokument mit Seitenangabe zu nennen.

## **Zusammenfassung**

Zusammenfassend konnte eine Struktur für die Formulierung der Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in Unternehmen gestaltet werden. Hierzu wurden Strukturierungsansätze aus dem Bereich normativer Dokumente als Grundlage verwendet. Die hergeleitete Struktur besteht aus vier Abschnitten und ist in nummerierter Form der Abbildung 6-6 zu entnehmen. Die Abschnitte, Anwendungsbereiche und der technische Inhalt werden je digitaler Technologie ausgefüllt und orientieren sich dabei an der Wirkungsmatrix (s. Kapitel 6.1.2). Das heißt, diese beiden Abschnitte können weitere Unterabschnitte beinhalten, die entsprechend nummeriert werden. Diese

Strukturierung stellt eine Referenz dar, an der sich Unternehmen bei der Erstellung der Compliance-Richtlinie für digitale Technologien orientieren sollten. Jeder Abschnitt sollte unternehmensindividuell und unter Berücksichtigung der Beispiele und Hinweise aus Kapitel 6.2.1 und 6.2.2 gestaltet werden.



**Abbildung 6-6: Strukturierung der Compliance-Richtlinie für digitale Technologien (eigene Darstellung)**

### 6.2.2 Sprachliche Gestaltungshinweise für die Compliance-Richtlinie digitaler Technologien

Die Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien erfordert nicht nur eine klare inhaltliche Struktur, sondern auch eine präzise und verständliche sprachliche Ausgestaltung. Die nachfolgend genutzten Quellen zur sprachlichen Gestaltung von Compliance-Richtlinien stammen aus dem Bereich der klassischen Compliance und den damit verbundenen Verhaltenskodizes (Code of Conduct), sowie aus dem Bereich normativer Dokumente wie technische Leitlinien. Da es sich bei Richtlinien für digitale Technologien um ein gänzlich neues Feld handelt, hat die Autorin als Expertin

auf dem Gebiet aus ihrer Erfahrung relevante sprachliche Gestaltungshinweise aus den bestehenden Quellen zusammengetragen. Eine Übersicht der zentralen Gestaltungshinweise ist Tabelle 6-3 zu entnehmen.

**Tabelle 6-3 Gestaltungshinweise für eine Compliance digitaler Technologien (eigene Tabelle)**

Nr.	Gestaltungshinweis
I.	Oberste Priorität hat die Verständlichkeit für den Leser
II.	Es ist ein einfacher Sprachstil anzuwenden
III.	Es sind präzise Formulierungen zu wählen
IV.	Die Wahl der Verbform muss sorgfältig und korrekt getroffen werden <ul style="list-style-type: none"><li>a. „Muss“ weist auf eine Beschränkung hin</li><li>b. „Sollte“ signalisiert eine Empfehlung</li><li>c. „Darf“ zeigt eine Zulässigkeit oder Erlaubnis an</li><li>d. „Kann“ bringt eine Möglichkeit zum Ausdruck</li></ul> Alle Verbformen können mit Hilfe des Wortes „nicht“ negiert werden.

---

Die Verständlichkeit steht bei der Erstellung von Compliance-Richtlinien absolut im Fokus (s. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. 2023, S. 4). Das Ziel ist es, den anwendenden Personen das Verständnis für den Inhalt zu erleichtern und eine korrekte Anwendung der Richtlinien zu ermöglichen. Hierfür ist ein einfacher und treffender Sprachstil von essenzieller Bedeutung (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 77). Diejenige Person, die mit der Compliance-Richtlinie arbeitet, muss in der Lage sein, die darin enthaltenen Anforderungen zu erkennen und entsprechend umzusetzen. Um dieses Ziel zu erreichen, ist eine präzise Formulierung unerlässlich. Insbesondere hinsichtlich der Verbformen ist äußerste Sorgfalt geboten. Die Regeln für die Anwendung der Verbformen müssen strikt eingehalten werden, um eine klare Unterscheidung zwischen Anforderungen, Empfehlungen, Zulässigkeiten und Möglichkeiten zu gewährleisten. Diese präzise Unterscheidung ist von großer Bedeutung, um potenzielle Fehlinterpretationen zu vermeiden. (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 69)

Bei der Wahl der bevorzugten Verbformen in den Richtlinien kristallisieren sich „sollte“, „darf“, „kann“ und „muss“ als besonders geeignet heraus (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 70–74; s. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. 2023, S. 4). Diese Verbformen bieten eine klare Abstufung in der Verbindlichkeit der Anweisungen. „Muss“ zeigt Beschränkungen von außen an (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 74) und kann zusätzlich genauso wie „darf nicht“ zur Formulierung von Anforderungen verwendet werden (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 70; s. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. 2020, S. 37). „Sollte“ und „sollte nicht“ weisen auf Empfehlungen hin, während „darf“ und „braucht nicht“ auf eine Zulässigkeit oder Erlaubnis hinweisen (s. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. 2020, S. 37–38; s.

DIN ISO/IEC 820-2, S. 71–72). Weiterhin werden Möglichkeiten durch die Verben „kann“ und „kann nicht“ zum Ausdruck gebracht (s. DIN ISO/IEC 820-2, S. 73; s. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V. 2020, S. 38). Diese feine Nuance ermöglicht es den Anwendern, zwischen dringend empfohlenen Handlungen, verpflichtenden Anforderungen und optionalen Vorgehensweisen zu unterscheiden.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die sprachliche Ausgestaltung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien wichtig ist, da sie einen bedeutenden Einfluss auf die Verständlichkeit und Anwendbarkeit der Richtlinie hat. Dies ist besonders wichtig, falls in einem Unternehmen wenige Erfahrungen mit solchen Richtlinien vorhanden und handelnde Personen damit nicht vertraut sind. Weiterhin tragen ein klarer und treffender Sprachstil sowie die Einhaltung der Verbformregeln dazu bei, dass Anforderungen klar erkannt werden und eine korrekte Umsetzung gewährleistet ist. Ein geeigneter Sprachstil kann somit zur effektiven Einhaltung von Compliance-Vorgaben im Bereich digitaler Technologien beitragen.

### **6.3 Zusammenfassung und Ergebnisreflexion**

In diesem Kapitel erfolgte die Identifikation und Ausgestaltung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien. Als Erstes wurde die systematische Identifikation der erforderlichen Richtlinien für compliance-relevante digitale Technologien adressiert. Um Vollständigkeit und eine effektive Suche nach erforderlichen Richtlinien zu ermöglichen, wurde das Aachener Digital Architecture Management (ADAM) als Rahmenwerk ausgewählt (s. Kapitel 6.1.1). Nachdem der inhaltliche Rahmen mittels ADAM aufgestellt wurde, wurde die Vorgehensweise zur Ermittlung der erforderlichen Richtlinien erläutert. Diese beruht auf Ursache-Wirkungszusammenhängen, die mittels Experteninterviews und Literaturrecherche ermittelt werden (s. Kapitel 6.1.2). Diese Vorgehensweise wurde exemplarisch für die digitale Technologie 5G erfolgreich angewendet (s. Kapitel 6.1.3). Im Rahmen der exemplarischen Anwendung hat die Autorin erkannt, dass sich die beiden Methoden Experteninterviews und Literaturrecherche gut ergänzen (s. SCHUH, STROH, JOHANNING 2023a, S. 107). Empfohlen wird deshalb, beides zu nutzen, sodass die digitale Technologie möglichst aus der wissenschaftlichen Sicht und auch aus der Sicht der Anwender untersucht wird. Es ist anzumerken, dass bei digitalen Technologien mit einem geringen TRL die Herausforderung besteht, genügend Informationen aus Literatur und Erfahrung bei Experten zu sammeln, um valide Aussagen zu generieren. Zusammengefasst konnte die zweite Forschungsfrage „Wie können die erforderlichen Richtlinien für die Technologiecluster ausgewählt werden?“ beantwortet werden. Die praktikable Anwendung dieser Erkenntnisse in Unternehmen wird durch die in Kapitel 7 erarbeitete Methode sichergestellt.

Nachdem die erforderlichen Richtlinien identifiziert wurden, erfolgte die Gestaltung der Compliance-Richtlinien in Kapitel 6.2. Dieser Schritt unterteilt sich in die inhaltliche und die sprachliche Ausgestaltung. Die inhaltlichen Gestaltungselemente wurden in eine

Referenzgliederung für Compliance-Richtlinien digitaler Technologien zusammengefasst. Dabei wurden auch beispielhafte Textbausteine erstellt, wobei auf die Erfahrung mit normativen Dokumenten zurückgegriffen wurde (s. Kapitel 6.2.1). Weiterhin wurden der Sprachstil und die „Dos“ und „Don'ts“ bei der Formulierung erarbeitet, um sicherzustellen, dass die Inhalte während des Lesens der Richtlinien korrekt aufgefasst werden. Besonderes Augenmerk wurde auf die Formulierung der Verbindlichkeit durch Verbformen gelegt (s. Kapitel 6.2.2). Damit wurde die dritte Forschungsfrage „Wie können die Richtlinien einer Compliance für digitale Technologien beschrieben werden?“ beantwortet.

Im Rahmen der Ausarbeitung der vorliegenden Dissertation ist die Autorin zu der Erkenntnis gekommen, dass die Erstellung einer Bibliothek mit Beispielen zu Compliance-Richtlinien die intuitive Umsetzung in Unternehmen verbessern kann. Die Erstellung einer solchen Bibliothek kann beispielsweise im Rahmen von Use Cases spezifisch für einzelne digitale Technologien erfolgen. Dies kann Teil der zukünftigen Arbeiten auf dem Themengebiete Compliance digitaler Technologien sein.

## 7 Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien

In diesem Kapitel wird die vierte und letzte Unterforschungsfrage „Wie kann eine Methode zur Erstellung der Compliance für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen gestaltet sein?“ beantwortet (siehe Kapitel 1.2). Dafür wird im ersten Unterkapitel 7.1 die Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien vorgestellt. Dabei werden die vorgenommenen Schritte detailliert beschrieben. Danach wird die gestaltete Methode zusammengefasst und eine Ergebnisreflexion vorgenommen (siehe Kapitel 7.2). Abbildung 7-1 stellt die Inhalte dieses Kapitels im Zusammenhang mit dem Gesamtvorhaben der Dissertation dar.

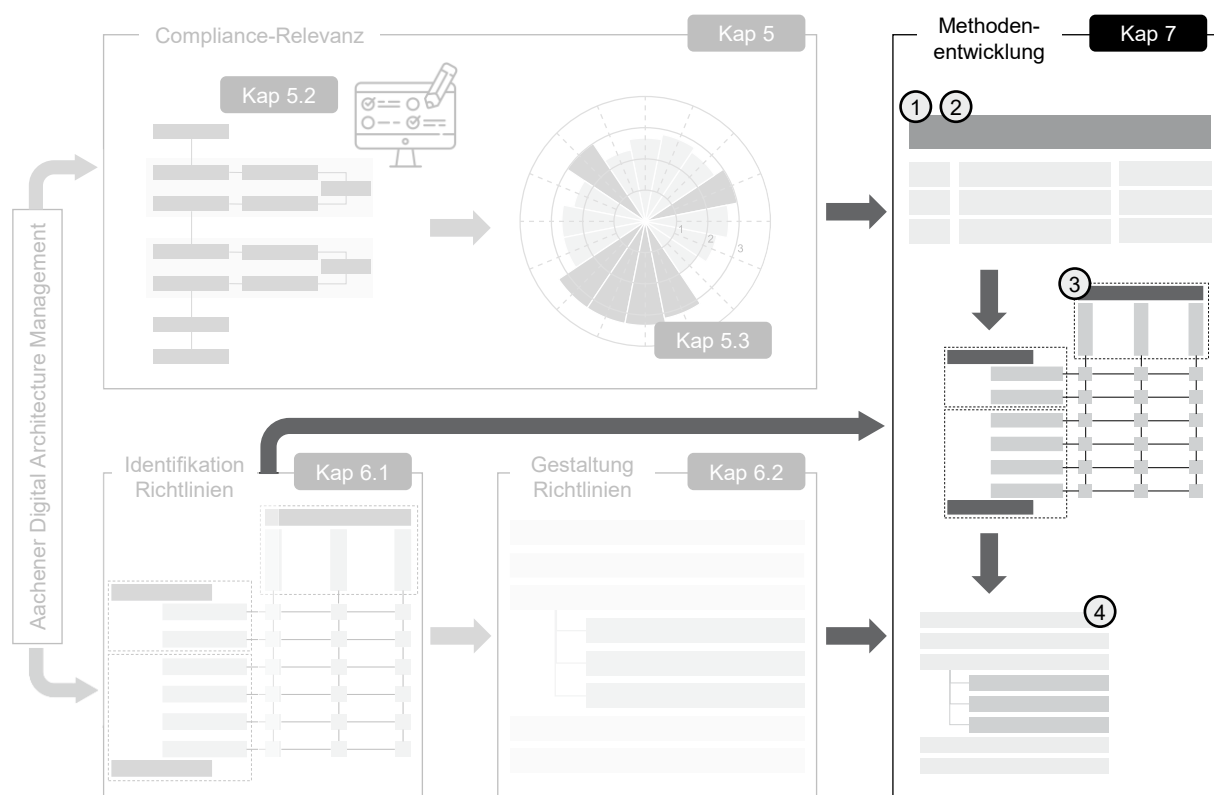


Abbildung 7-1: Übersicht über die Inhalte des Kapitels 7 im Zusammenhang des Gesamtvorgehens (eigene Darstellung)

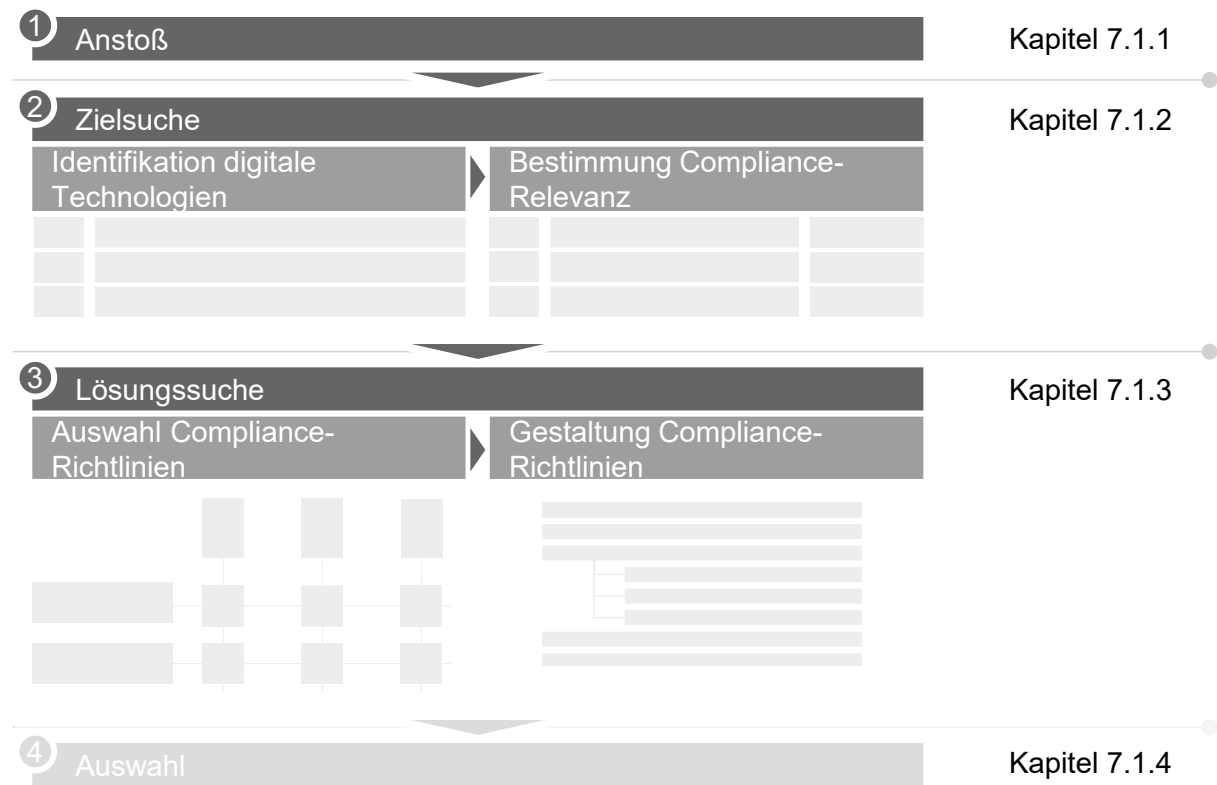
### 7.1 Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien

In diesem Kapitel wird eine Methode beschrieben, die produzierende Unternehmen befähigt, Compliance-Richtlinien für digitale Technologien zu erstellen. Sie hat zum Ziel, Unternehmen zu unterstützen, die zunehmenden Risiken zu adressieren, die von der Nutzung digitaler Technologien ausgehen (s. BRÄUTIGAM ET AL. 2021, S. 14) und sich auf gesetzliche Bestimmungen vorzubereiten, die in Zukunft kommen werden, wie den AI Act (vgl. EUROPÄISCHE KOMMISSION 2021). Mit der in dieser Dissertation

entwickelten Methode wird erstmalig ein Werkzeug für Unternehmen bereitgestellt, welches die Regulierung der Nutzung digitaler Technologien aufbereitet. Insbesondere produzierende Unternehmen nutzen im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung digitale Technologien. Für einen verantwortungsvollen Einsatz der digitalen Technologien ist eine konkrete Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen von besonderer Bedeutung.

Die im Rahmen dieser Arbeit erarbeitete Methode ist in Abbildung 7-2 dargestellt und wurde in Anlehnung an den Problemlösungszyklus nach HABERFELLNER ET AL. entwickelt (s. Kapitel 4.2.1, s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 70). Die Ebenen „Anstoß“, „Zielsuche“, „Lösungssuche“ und „Auswahl“ dienen als Strukturierungsebenen. Verständnisfördernd sind die folgenden Hinweise:

- Der Anstoß ist als Auslöser für die nachfolgenden Schritte im Problemlösungszyklus zu verstehen.
- Die Zielsuche umfasst die Ermittlung der Compliance-Relevanz und entspricht nicht der Suche nach Unternehmenszielen.
- In der Lösungssuche wird keine technische Lösung für die regelkonforme Nutzung von digitalen Technologien angestrebt, sondern passend zur Zielsuche werden für die compliance-relevanten digitalen Technologien die erforderlichen Richtlinien ausgewählt und gestaltet.
- Der Auswahlschritt beinhaltet nicht die Auswahl von Compliance-Richtlinien, sondern eine unternehmensindividuelle Priorisierung der erstellten Richtlinien für die Umsetzung. Dies ist nicht Teil der vorliegenden Arbeit.



**Abbildung 7-2: Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen (eigene Darstellung)**

Die nachfolgenden Kapitel strukturieren sich nach dem Vorgehen in Abbildung 7-2. Die entsprechenden Kapitelnummern sind der Abbildung 7-2 ebenfalls zu entnehmen.

### 7.1.1 Problembewusstsein und Anstoß

Der Problemlösungszyklus nach HABERFELLNER ET AL. startet im ersten Schritt mit dem Ereignis, welches als Anstoß bezeichnet wird. Dieser Anstoß im Problemlösungszyklus kann auch als Auslöser verstanden werden, der die Ursache für die weiteren Schritte ist. Der Anstoß kann auch als konkreter Auftrag, z. B. von der Geschäftsführung kommen. (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 71). Im Kontext der zu gestaltenden Methode für die Erstellung von Compliance-Richtlinie für digitale Technologien kann der Anstoß beispielsweise erfolgen, indem ein Unternehmen die Regulierung von digitalen Technologien erwägt. Ursachen für solch einen Anstoß können etwa erlebte Compliance-Vorfälle beim Einsatz digitaler Technologien sein. Damit geht ein höheres Risikobewusstsein einher und die Notwendigkeit von Regulierung wird wahrgenommen. Ebenso kann das Bewusstsein über den vermehrten Einsatz digitaler Technologien und den damit einhergehenden Pflichten zu einem Anstoß führen.

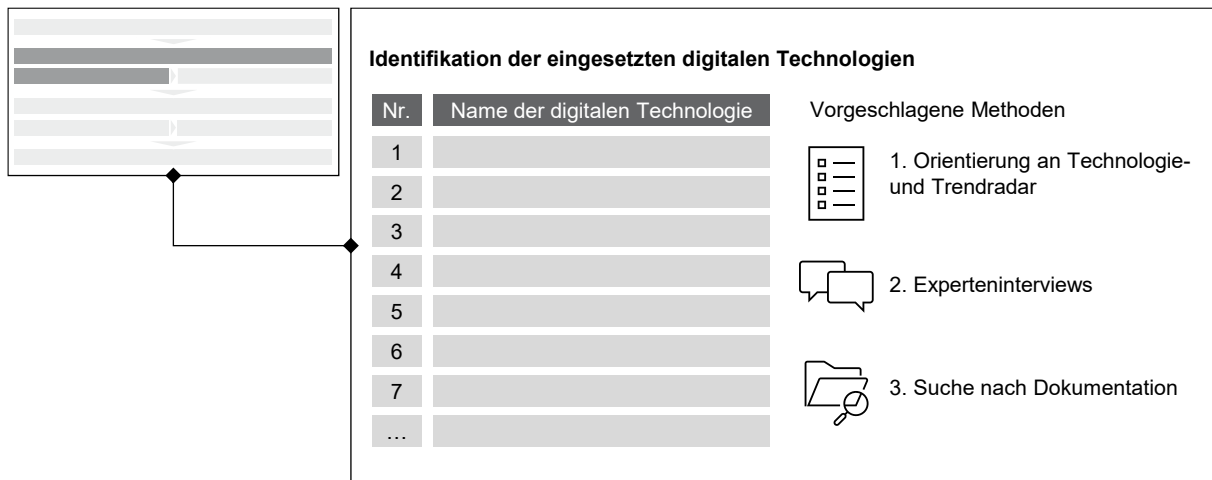
### 7.1.2 Zielsuche: Situationsanalyse und Zielformulierung




Die Analyse der aktuellen Situation und die Festlegung von Zielen erfolgen nacheinander. Die beiden Schritte können zum Schritt der Zielsuche zusammengefasst

werden. Zu Beginn erfolgt eine ausführliche Situationsanalyse, auf deren Grundlage die Zielformulierungen abgeleitet werden. (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 73)

Die Situationsanalyse befasst sich mit dem aktuellen Zustand im Unternehmen (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 71–73). Um eine Methode für die Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien zu gestalten, sollte in der Situationsanalyse die Leitfrage: „Welche digitalen Technologien werden im Unternehmen verwendet?“ beantwortet werden. Für die anschließende Zielsuche ist die Compliance-Relevanz der eingesetzten digitalen Technologien zu bestimmen, um daraus die zu regulierenden Technologien abzuleiten.

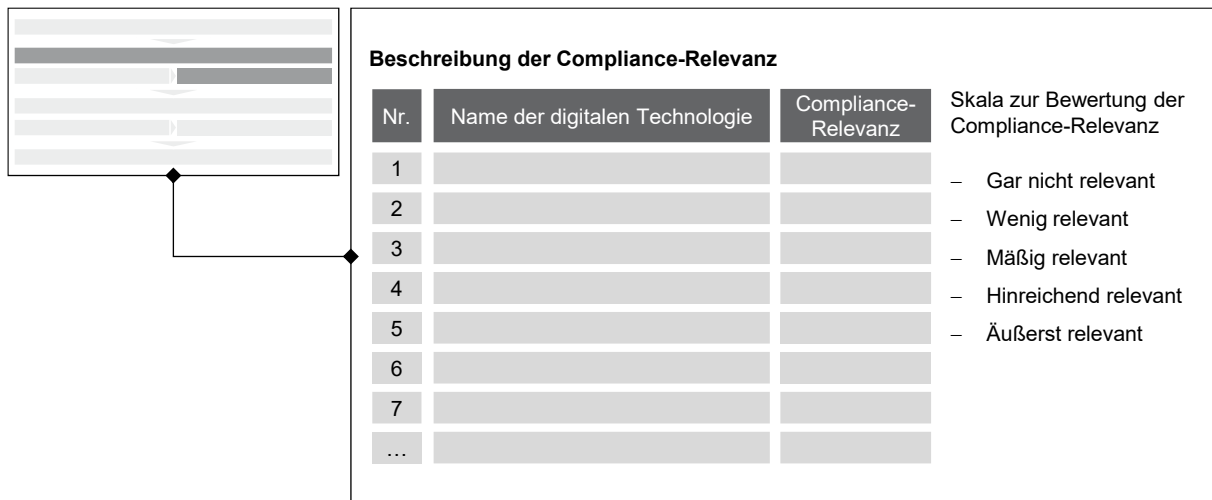
Für die Untersuchung dieser Fragestellungen kann auf die Modelle der vorliegenden Dissertationen zurückgegriffen werden. Das Kapitel 5 liefert ein Beschreibungsmodell für die Compliance-Relevanz von aktuell verfügbaren digitalen Technologien. Die Compliance-Relevanz wurde für diese digitalen Technologien anhand einer Delphi-Studie hergeleitet (siehe Kapitel 5.3). Im Rahmen der in diesem Kapitel zu entwickelnden Methode müssen vor der Bewertung der Compliance-Relevanz alle genutzten digitalen Technologien im Unternehmen identifiziert werden (s. Abbildung 7-3). Im Rahmen des Kapitels 5.2 wurden als Grundlage für die Bewertung der Compliance-Relevanz die aktuellen digitalen Technologien des Technologie- und Trendradars des BMWK verwendet. Um die zuvor erstgenannte Frage der Situationsanalyse zu beantworten und die verwendeten digitalen Technologien in Unternehmen zu ermitteln, ist ein modifizierter und auf die Unternehmensrealität angepasster Ansatz notwendig. Dies ist dadurch zu begründen, da mithilfe dieser Methode nur die im Unternehmen auch tatsächlich verwendeten digitalen Technologien ermittelt werden sollen. Ein Technologie- und Trendradar wiederum gibt eine Übersicht über aktuelle und potenziell zukünftige Technologien, die nicht unbedingt bereits in produzierenden Unternehmen eingesetzt werden. Dementsprechend muss die Wissenschaftlichkeit zugunsten der praktischen Anwendbarkeit aufgeweicht werden. Um bei der Auflistung aller im Unternehmen verwendeten digitalen Technologien dennoch möglichst vollständig zu arbeiten, sind mehrere Werkzeuge sinnvoll miteinander zu kombinieren. Als Ausgangspunkt kann, wie in Kapitel 6.1.1, der Technologie- und Trendradar des BMWK als Orientierung dienen, welcher unternehmensspezifisch zu modifizieren ist. Es empfiehlt sich zu prüfen, ob die dort aufgeführten Technologien im eigenen Unternehmen Verwendung finden. Da dies jedoch nicht sicherstellt, dass alle genutzten Technologien erfasst werden, sollten ergänzend Experten mit Überblick über das Technologieportfolio des Unternehmens konsultiert werden. Außerdem sollte nach vorhandener Dokumentation zu den genutzten digitalen Technologien gesucht werden.



Identifikation der eingesetzten digitalen Technologien		
Nr.	Name der digitalen Technologie	Vorgeschlagene Methoden
1		 1. Orientierung an Technologie- und Trendradar
2		 2. Experteninterviews
3		 3. Suche nach Dokumentation
4		
5		
6		
7		
...		

**Abbildung 7-3: Übersicht eingesetzter digitaler Technologien (eigene Darstellung)**

Nachdem eine möglichst vollständige Übersicht über die verwendeten digitalen Technologien erstellt wurde, wird für die Zielformulierung die Frage des Regulierungsaspekts betrachtet (s. Abbildung 7-4). Um die Compliance-Relevanz der eingesetzten digitalen Technologien zu bestimmen, können die Ergebnisse der Delphi-Studie aus Kapitel 5.3 als Indiz herangezogen werden. Diese Studie bewertet die Compliance-Relevanz aller digitalen Technologien aus dem BMWK-Trend- und Technologieradar anhand der Einschätzungen von ausgewählten Experten. Diese Bewertung muss an die individuelle Unternehmenssituation angepasst werden. Hierfür empfiehlt es sich, mit den entsprechenden Technologieexperten zu sprechen und die unternehmensindividuellen Compliance-Risiken zu beleuchten, die durch die verwendeten digitalen Technologien entstehen. Um die Gespräche mit den Technologieexperten zu strukturieren, kann der zur Strukturierung des Fragebogens der Delphi-Studie genutzte Abbildungssatz verwendet werden (s. Kapitel 5.2.2). Damit wird sichergestellt, dass keine wichtigen Aspekte vergessen und alle Unternehmensbereiche berücksichtigt werden. Dieses Vorgehen kann sowohl für die unternehmensindividuelle Bewertung von digitalen Technologien genutzt werden, die bereits durch die Delphi-Studie bewertet wurden, als auch für alle digitalen Technologien, die im Rahmen dieser Arbeit nicht betrachtet wurden und dennoch im Unternehmen eingesetzt werden.



**Beschreibung der Compliance-Relevanz**

Nr.	Name der digitalen Technologie	Compliance-Relevanz	Skala zur Bewertung der Compliance-Relevanz
1			– Gar nicht relevant
2			– Wenig relevant
3			– Mäßig relevant
4			– Hinreichend relevant
5			– Äußerst relevant
6			
7			
...			

**Abbildung 7-4: Beschreibung der Compliance-Relevanz (eigene Darstellung)**

Zusammenfassend vermittelt das Ergebnis der Situationsanalyse ein Bild davon, welche digitalen Technologien im Unternehmen verwendet werden. In der Zielformulierung wird die Compliance-Relevanz ermittelt, aus der sich die zu regulierenden Technologien ableiten.

Die erfolgte Zielformulierung detailliert die initialen Gedanken und Absichten des Anstoßes (siehe Kapitel 7.1.1) genauer, unter Nutzung der Ergebnisse der Situationsanalyse (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 73–74). In der Zielformulierung erhalten Unternehmen als Ergebnis ihre compliance-relevanten digitalen Technologien, die es durch Richtlinien zu regulieren gilt.

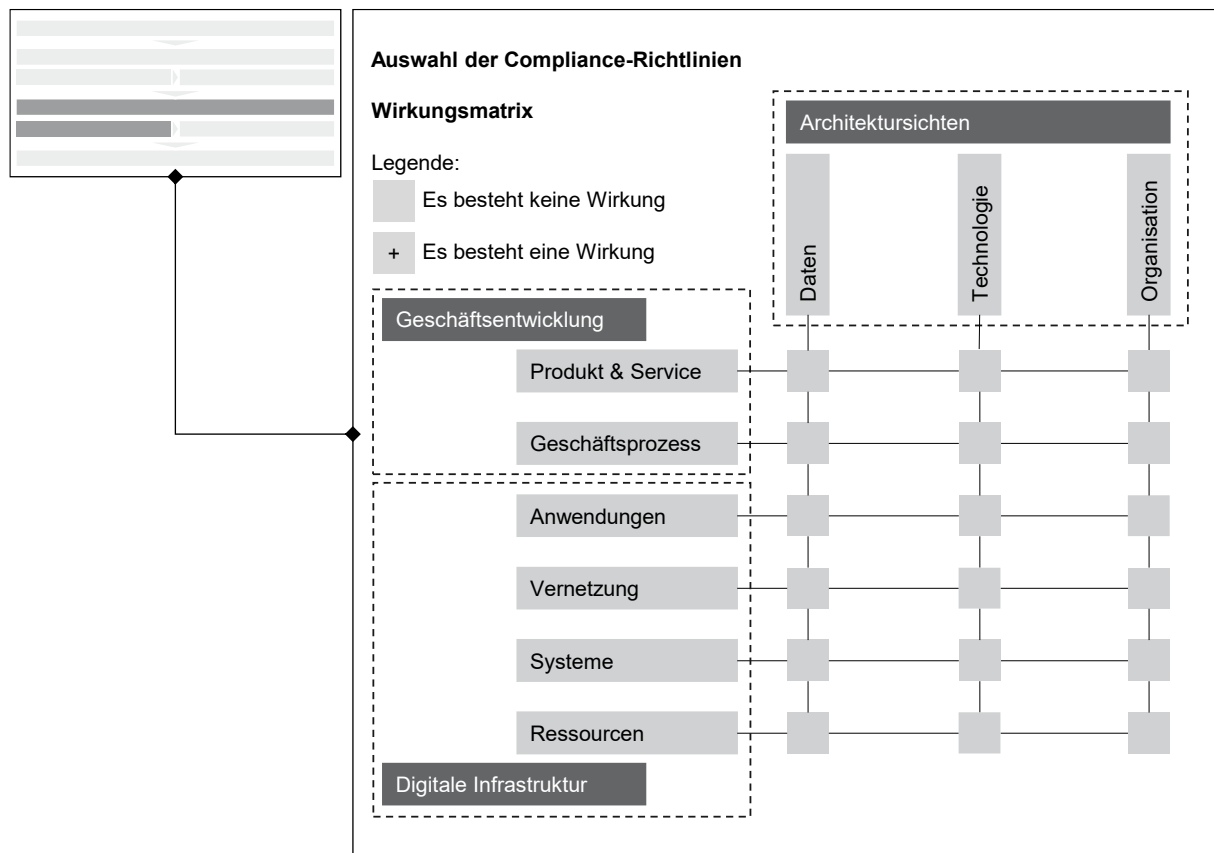
Diese übergeordneten Ziele können durch weitere unternehmensindividuelle Ziele angereichert und beeinflusst werden. Häufig können diese aus der Unternehmensstrategie abgeleitet werden (s. HABERFELLNER ET AL. 2018, S. 73). Durch die Zielformulierung wird sichergestellt, dass die Absichten für die folgende Lösungssuche klar herausgearbeitet sind.

### 7.1.3 Lösungssuche: Synthese und Analyse von Lösungen

In Kapitel 7.1.2 wurde die Ausgangssituation eingehend beschrieben und die Ziele für die Lösungssuche formuliert. Der nächste Schritt umfasst nun die Lösungssuche, welche aus den Schritten der Synthese und Analyse besteht, die sequenziell ablaufen.

Als Erstes steht die Synthese von Lösungsvarianten, basierend auf der vorherigen Situationsanalyse, im Fokus. Zur Auflösung der Problematik, die in der Situationsanalyse beschrieben wurde, und zur Erreichung der formulierten Ziele müssen zuerst die erforderlichen Compliance-Richtlinien je digitaler Technologie ermittelt werden. Hierbei werden die Erkenntnisse aus Kapitel 6.1 genutzt. Dieses Modell stellt Ursache-Wirkungszusammenhänge her und identifiziert damit die notwendigen Compliance-Richtlinien für digitale Technologien. Dabei werden alle Unternehmensebenen von Produkten über Geschäftsprozesse bis hin zur digitalen Infrastruktur berücksichtigt, wie Systeme und Ressourcen auf dem Shopfloor (s. Kapitel 3.5). Zusätzlich fließen die drei

Betrachtungsaspekte (Daten, Technologie und Organisation) ein, um ein umfassendes Bild zu erhalten. Dies führt zur Entwicklung einer  $6 \times 3$ -Matrix, die der Abbildung 7-5 entnommen werden kann.



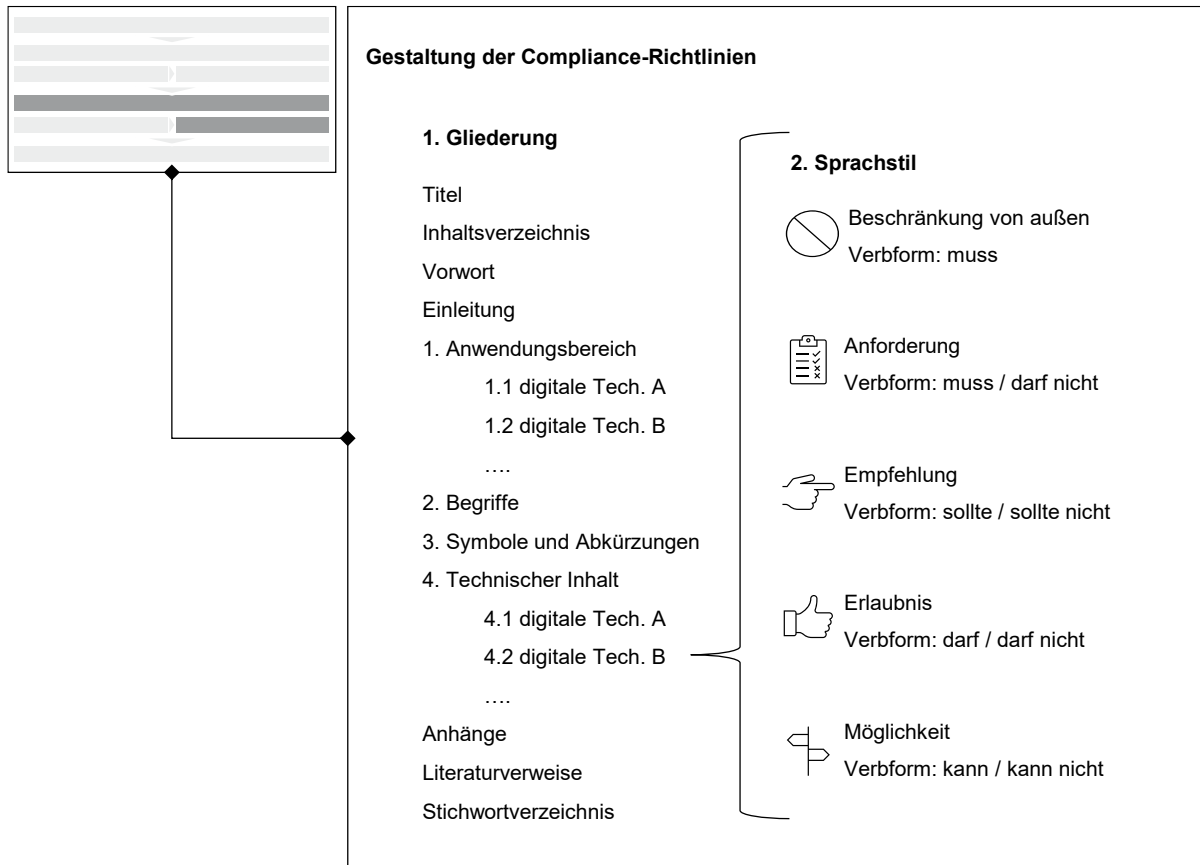
**Abbildung 7-5: Ermittlung der erforderlichen Compliance-Richtlinien (eigene Darstellung)**

Die Matrix dient als Werkzeug zur Sicherstellung, dass das Unternehmen beim Erstellen von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien gezielt alle relevanten Punkte für die Notwendigkeit von Compliance-Richtlinien überprüft. Die Matrix schränkt somit den Lösungsraum ein, um Unternehmen zu befähigen, effizient die erforderlichen Compliance-Richtlinien zu finden und Vollständigkeit zu sichern. Die Untersuchung der Ursache-Wirkzusammenhänge für die Elemente der Matrix kann mit unterschiedlichen Methoden erfolgen (s. Kapitel 6.1.2). Als mögliche Methoden sind die Literaturrecherche und Experteninterviews sowie auch eine Kombination beider Ansätze anwendbar, um eine umfassende Datenbasis zu schaffen.

Nach der Identifikation der Compliance-Richtlinien ist anschließend im Rahmen der Lösungsanalyse die Ausgestaltung der Compliance-Richtlinien durchzuführen. Kapitel 6.2.1 hat gezeigt, dass für normative Dokumente, zu denen auch technische Leitfäden wie Compliance-Richtlinien gehören, Ansätze zur Gestaltung bestehen. Die Autorin hat dies für die Erstellung von Compliance-Richtlinien digitaler Technologien adaptiert und die Gestaltung einer gesamtheitlichen Compliance-Richtlinie beschrieben (siehe Kapitel 6.2). Dabei wird zum einen die inhaltliche Strukturierung und zum anderen die sprachliche Gestaltung berücksichtigt. Für die inhaltliche Strukturierung wurde eine

Vorlage für die Gestaltung der Gliederung einer Compliance-Richtlinie entwickelt. Hieraus sind die unternehmensindividuell relevanten Abschnitte zu wählen.

Anschließend wird im inhaltlichen Abschnitt der Compliance-Richtlinie mithilfe der Wirkungsmatrix eine Struktur zur Formulierung von Compliance-Richtlinien aufgebaut. Das Formulieren der eigentlichen Compliance-Richtlinien erfolgt basierend auf den Gestaltungshinweisen in Kapitel 6.2.2. Hierbei sollten Unternehmen besonders auf die verwendeten Operatoren achten, denn diese führen zu unterschiedlichen Verbindlichkeiten. Im Detail sind dieser der Abbildung 7-6 zu entnehmen.



**Abbildung 7-6: Gestaltung der Compliance-Richtlinien (eigene Darstellung)**

#### 7.1.4 Auswahl: Bewertung und Entscheidung

Im Anschluss an die Identifikation der erforderlichen Richtlinien und die Gestaltung dieser müssen diese nach HABERFELLNER ET AL. bewertet werden, um für die Umsetzung priorisieren zu können. Eine solche Bewertung erfolgt auf Basis unternehmensindividueller Rahmenparameter und liegt nicht im Fokus der vorliegenden Arbeit. Ein erster Vorschlag der Autorin umfasst die Nutzung einer Risikobetrachtung zur Priorisierung. Dies begründet sich aus dem Zusammenhang von Compliance, Governance und Risikomanagement, wie im GRC-Model in Kapitel 2.1.4 beschrieben. Das heißt, je höher die Eintrittswahrscheinlichkeit und je größer die Auswirkung des Risikos sind, desto höher ist die Notwendigkeit einer Compliance-Richtlinie sowie die Umsetzung

der Compliance in Form einer Governance. Mithilfe dieser Methodik kann eine Priorisierung zur Umsetzung der Compliance-Richtlinien erfolgen.

## **7.2 Zusammenfassung und Ergebnisreflexion**

In diesem Kapitel wurde eine Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen entwickelt. Damit wurde die vierte Forschungsfrage: „Wie kann eine Methode zur Erstellung der Compliance für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen gestaltet sein“ beantwortet. Das Vorgehen gliedert sich in sequenziell ablaufende Schritte und orientiert sich an dem Problemlösungszyklus nach HABERFELLNER ET AL..

Der erste Schritt umfasst den Anstoß, welcher das Bewusstsein für die Notwendigkeit einer Compliance-Richtlinie für eingesetzte digitale Technologien schafft (s. Kapitel 7.1.1). Im darauffolgenden Schritt erfolgt die Zielsuche. Hierfür werden zunächst die Situationsanalyse und die Zielformulierung durchgeführt (s. Kapitel 7.1.2). Im Kontext der Dissertation umfasst dies die Erfassung der verwendeten digitalen Technologien sowie deren Bewertung hinsichtlich ihrer Compliance-Relevanz. Dafür wurden die Erkenntnisse aus Kapitel 5 berücksichtigt. Im nächsten Schritt erfolgt die Lösungssuche, welche die Identifikation der erforderlichen Richtlinien genauso wie deren Ausgestaltung umfasst (s. Kapitel 7.1.3).

Es ist festzuhalten, dass die in diesem Kapitel vorgestellte Vorgehensweise Unternehmen in der Praxis dabei unterstützt, Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in einer wissenschaftlich fundierten, ganzheitlichen und effizienten Art und Weise zu erstellen. Das entwickelte Vorgehen wird im nächsten Kapitel einer Evaluation anhand von Fallstudien unterzogen.



## 8 Evaluation

Dieses Kapitel beinhaltet die Evaluation der im Rahmen dieser Dissertation entwickelten Methode. Im Prozess der angewandten Forschung nach ULRICH U. HILL bildet die Evaluation den Abschluss. Eine Evaluation verfolgt das Ziel, den Evaluationsgegenstand (auch Evaluandum genannt (s. DÖRING U. BORTZ 2016, S. 979)) wissenschaftlich fundiert zu bewerten (s. DÖRING U. BORTZ 2016, S. 983). Nach ULRICH U. HILL ist der Evaluationsgegenstand so lange als wahr anzusehen, bis er widerlegt wird, also eine Falsifizierung erfolgt. Die Falsifizierung erfolgt durch eine Einzelbeobachtung. (s. ULRICH U. HILL 1976b, S. 346)

In dieser Arbeit umfasst das Evaluandum die Hypothese, dass die entwickelte Methode (s. Kapitel 7) direkt bei Unternehmen in der Praxis angewendet werden kann und nützlich ist. (s. HESS ET AL. 2014, S. 132; ULRICH 1984, S. 193) In Kapitel 4.1 wurden die heranzuziehenden Evaluationskriterien erarbeitet. Diese gliedern sich in inhaltliche und formale Anforderungen. Im Folgenden erfolgt die Bewertung der Hypothese in Form einer summativen Evaluation, also einer zusammenfassenden Bewertung (s. DÖRING U. BORTZ 2016, S. 990).

Zur Evaluation der Ergebnisse dieser Dissertation wurden zwei qualitative Fallstudien durchgeführt. Qualitative Fallstudien sind für die Evaluation des hier betrachteten Evaluandum eine geeignete Methode, da komplexe Zusammenhänge vorliegen. Quantitative Wirkindikatoren könnten bei der vorliegenden Komplexität nur verkürzt die auftretenden Effekte darstellen. (s. BORTZ U. DÖRING 2016, S. 110)

Als Erstes wird in diesem Kapitel die Auswahl der beiden Fallstudien beschrieben (s. Kapitel 8.1). Daran anschließend werden die Fallstudien in den Kapiteln 8.2 und 8.3 einzeln vorgestellt. Dies beinhaltet eine Unternehmens- und Problembeschreibung sowie die sequenzielle Anwendung der Methode. Eine zusammenfassende integrierte Bewertung (s. Kapitel 8.4) schließt dieses Kapitel ab und greift als Evaluationskriterien auf die formalen und inhaltlichen Anforderungen aus Kapitel 4.1 auf.

Durch die in diesem Kapitel durchgeführte Evaluation wird die Methode zu Beantwortung der Forschungsfrage „Wie kann eine Methode zur Erstellung der Compliance für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen gestaltet sein?“ überprüft.

### 8.1 Selektion der Fallstudien

Die in Kapitel 7 erarbeitete Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen wird in beiden Fallstudien identisch, schrittweise und in sequenzieller Reihenfolge angewendet. Nach einer eingehenden Vorstellung des Unternehmens und der dort vorliegenden Problemstellung folgt mit der Zielsuche der erste Schritt der Methode. Hierbei wird als Erstes mithilfe einer Situationsanalyse untersucht, welche digitalen Technologien in dem Unternehmen verwendet werden. Anschließend wird die Compliance-Relevanz der

verwendeten digitalen Technologien bestimmt. Daraus folgen die in dem Unternehmen zu regulierenden digitalen Technologien. Im zweiten Schritt, der Lösungssuche, erfolgt zunächst die Auswahl einer compliance-relevanten digitalen Technologie. Diese digitale Technologie wird hinsichtlich ihres Einsatzgebiets sowie den daraus resultierenden relevanten Compliance-Richtlinien untersucht. Daran anschließend wird die Ausgestaltung der erforderlichen Compliance-Richtlinien vorgenommen. Im dritten Schritt erfolgt bei Bedarf eine Priorisierung der umzusetzenden Richtlinien, um die Nutzung in der Operative zu initiieren.

Das Kapitel 8.2 umfasst die Fallstudie mit der WAGO GmbH & Co. KG. Die Fallstudie mit der Miele & Cie. KG wird in Kapitel 8.3 dargestellt. Beide Fallstudien wurden im Rahmen verschiedener Workshops erstellt. Die detaillierten Ergebnisse sind den nachfolgenden Kapiteln zu entnehmen.

## **8.2 Fallstudie 1: WAGO GmbH & Co. KG**

### **8.2.1 Unternehmens- und Problembeschreibung**

WAGO ist ein mittelständisches Familienunternehmen, welches Automatisierungs- und Verbindungstechnik entwickelt, produziert sowie vertreibt. Vor über 70 Jahren fand die Gründung des Unternehmens fußend auf dem Ur-Patent, der Federklemmtechnik, statt. WAGO steht in den letzten Jahren der Herausforderung gegenüber, die eigenen Kunden stetig mit Produkten auf dem aktuellsten Stand der Technik zu versorgen. Dabei stehen hohe Innovationskraft und kompromisslose Präzision für das Unternehmen im Fokus. Dazu versucht WAGO wie viele andere Unternehmen auch, die möglichen Vorteile der Digitalisierung auszunutzen und durchläuft eine digitale Transformation. Aus dieser Position heraus wird WAGO aus zwei unterschiedlichen Perspektiven mit neuen digitalen Technologien konfrontiert. Zum einen als Anbieter von Produkten, welche neue digitale Technologien enthalten und zum anderen als Anwender digitaler Technologien im eigenen Unternehmen. Somit hat WAGO viele Berührungspunkte mit digitalen Technologien und steht in erster Linie als Anbieter eigener Produkte in der Verantwortung, diese Technologien verantwortungsbewusst einzusetzen. Dies führt dazu, dass WAGO mit externen und internen Anforderungen für die Nutzung neuer digitaler Technologien in Kontakt kommt.

Deutlich wird dies durch den im Jahr 2024 verabschiedeten AI Act (KI-Gesetz) der Europäischen Union (vgl. EUROPÄISCHES PARLAMENT UND EUROPÄISCHER RAT 2024), welcher bei WAGO unmittelbar auf Anwendbarkeit und Handlungsbedarf untersucht wird. Zunächst wird dies maßgeblich durch die Rechtsabteilung begleitet. Weiterhin wurde ein Exzellenzcluster (AI Center of Excellence) gegründet, welches sich mit der Nutzung und Einführung KI-basierter Technologiebausteine beschäftigt. WAGO hat daraufhin eine unternehmensinterne Richtlinie zur Nutzung KI-basierter Technologiebausteine erarbeitet. Diese Richtlinie soll den Mitarbeitenden des Unternehmens Leitplanken an die Hand geben, um diese digitalen Technologien sicher einzusetzen.

Beispielsweise entwickelt WAGO zurzeit eine unternehmenseigene Version von Chat-GPT, also einen Chatbot, welche künstliche Intelligenz nutzt, um mit seinen Nutzern über textbasierte Nachrichten und Bilder zu kommunizieren. Die Nutzung dieser KI-basierten Anwendung wird im Rahmen des beschriebenen Exzellenzclusters betrachtet und soll zukünftig in Form einer Richtlinie reguliert werden. Die beschriebenen Regulierungsaktivitäten im Bereich KI sind für WAGO die ersten Aktivitäten in dem Bereich Compliance für digitale Technologien. Für die weiteren Arbeiten in diesem Bereich sind für das Unternehmen Strukturierungs- sowie Formulierungshilfen für Richtlinien, die digitalen Technologien adressieren, hilfreich. Dies wird insbesondere bei der Anwendung der Methode fokussiert.

### **8.2.2 Sequenzielle Anwendung der Methode**

Die Anwendung der Methode erfolgt zum einen, um WAGO bei der Anpassung an den AI Act strukturiert zu unterstützen und zum anderen, um die entwickelten Modelle der vorliegenden Dissertation und die in Kapitel 7 entwickelte Methode zu evaluieren. Die Methode wird in Workshops mit zwei Experten durchgeführt. Ein Experte ist für die IT-Governance bei WAGO verantwortlich und der andere Experte fungiert sowohl als IT-Architekt im Bereich der digitalen Technologien sowie als Teilnehmer des Arbeitskreises AI Center of Excellence. Die einzelnen Schritte der Methode, wie in Kapitel 7.1 beschrieben, wurden gemeinsam mit den Experten im Workshopmodus durchlaufen.

Ziel dieser Evaluation ist der Nachweis der Durchführbarkeit der Methode bei einem Unternehmen. Hierfür werden im Folgenden einzelne Technologien und Anwendungsfälle beispielhaft diskutiert. Eine umfassende und vollständige Aufarbeitung aller potenziell durch WAGO eingesetzten digitalen Technologien kann durch das Unternehmen im Anschluss an die Workshops selbst verfolgt werden.

#### **Identifikation der eingesetzten digitalen Technologien**

Zur Identifikation der eingesetzten digitalen Technologien wurden in Kapitel 7.1.2 drei unterschiedliche Methoden vorgestellt. Dies sind die Befragung von Experten im Unternehmen, die Auswertung von Dokumentationen über eingesetzte digitale Technologien und die Orientierung an generischen Technologielisten, wie dem Technologie- und Trendradar des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (STICH ET AL. 2021).

Der Technologie- und Trendradar fand in Kapitel 5.2.1 bei der wissenschaftlichen Herleitung der Compliance-Relevanz Anwendung. Dieser eignet sich im wissenschaftlichen Umfeld besonders gut aufgrund seiner umfassenden Technologieliste. Für die Evaluation bei einem produzierenden Unternehmen wie WAGO, welches bereits individuell ausgewählte digitale Technologien einsetzt, ist dieser Ansatz zu generisch. Für unternehmensspezifische Ergebnisse eignen sich in dieser Fallstudie, insbesondere Experten-Interviews und die Sichtung von Dokumentationen. Die Dokumentation der digitalen Technologien liegt bei WAGO in Form einer Technologiedatenbank vor. Diese wird vornehmlich im Zuge der Produktentwicklung gepflegt und zeigt die

Relevanz einzelner digitaler Technologien für den Einsatz in den Produkten, die WAGO herstellt. Weiterhin werden die Verbindungen der Technologien untereinander aufgezeigt. Um die Dokumentation anzureichern und die richtige Interpretation zu gewährleisten, wurden die gewonnenen Informationen durch ein Experten-Interview mit dem IT-Architekten von WAGO besprochen. Die zusammengetragenen digitalen Technologien waren unter anderem Virtualisierung mithilfe von Containern, generative Künstliche Intelligenz in unterschiedlichen Anwendungsfällen sowie Low-Code Entwicklungsumgebungen.

Aufgrund der hierdurch entstandenen unternehmensspezifischen Informationslage wurde die Orientierung an einem generischen Technologie- und Trendradar nicht benötigt. Es ist festzuhalten, dass die vorgeschlagenen Methoden zur Identifikation der eingesetzten digitalen Technologien in der vorliegenden Fallstudie teilweise erfolgreich eingesetzt werden konnten. Im Folgenden konzentriert sich die Fallstudie auf eine beispielhaft angeführte digitale Technologie. Aufgrund des Know-hows der anwesenden Experten sowie der aktuell hohen Relevanz wurde in der weiteren Anwendung der Methode, die generative KI mit ihren unterschiedlichen Anwendungsfällen bei WAGO als digitale Technologie ausgewählt und diskutiert. WAGO nutzt generative KI beispielsweise in der Generierung von Texten und Bildern für die Außendarstellung sowie zur Erstellung und Pflege von Quellcode.

### **Bestimmung der Compliance-Relevanz**

Im Folgenden wird die Compliance-Relevanz für generative KI-Anwendungen bei WAGO durch die beiden Experten gemeinsam bewertet. Die Bestimmung der Compliance-Relevanz einer digitalen Technologie wurde in Kapitel 5 beschrieben. Hierbei wird mithilfe eines Mapping-Sentence, aus der Facettentheorie nach BORG, je digitaler Technologie deren Relevanz aus den drei Sichten Daten, Technologie und Organisation heraus bewertet. In dieser Arbeit wurde eine solche Bewertung in Kapitel 5.2 mithilfe einer Delphi-Studie für die Technologien des BMWK Technologie- und Trendradars durchgeführt. Wie bereits in Kapitel 7.1.2 erläutert, können diese Ergebnisse zur Orientierung herangezogen werden. Unter anderem wurde im Zuge der Delphi-Studie eine fünfstufige Skala entwickelt, mit deren Hilfe die Compliance-Relevanz bestimmt werden kann. Diese lautet:

- Gar nicht relevant {0}
- Wenig relevant {1}
- Mäßig relevant {2}
- Hinreichend relevant {3}
- Äußert relevant {4}

Außerdem wurden Anwendungen künstlicher Intelligenz dort bereits durch Experten aus Forschung und Wirtschaft als mindestens hinreichend relevant für eine Compliance-Richtlinie eingeschätzt. In dem spezifischen Fall von WAGO wurden die Experten ebenfalls anhand des Mapping-Sentence befragt.

Die Experten sehen aus der Daten-Sicht eine hinreichende Compliance-Relevanz für den Einsatz generativer KI bei WAGO gegeben. Dies zeigt sich dadurch, dass WAGO eine interne institutionelle Einrichtung, das sogenannte DIS-Office (Daten- und Informationssicherheits-Office), mit der Überprüfung von Daten- und Informationssicherheit beauftragt. Im Kontext generativer KI wird vor allem darauf geachtet, wie künstlich generierte Daten genutzt werden dürfen und welche Daten als Input zur Generierung von Inhalten genutzt werden können.

Aus der Technologie-Sicht bewerten die Experten bei WAGO generative KI ebenfalls als hinreichend relevant. Diese Einschätzung beruht auf dem Bestreben von WAGO, innovative digitale Technologien nachhaltig einzusetzen. Folglich ist die Nutzung generativer KI durch die Belegschaft erst nach einer Freigabe möglich. Bei WAGO werden nur Anwendungen generativer KI freigegeben, die entweder in ihrer Funktionsweise vollständig nachvollzogen wurden oder für die ausreichende Erfahrungswerte vorliegen.

Die Organisations-Sicht auf den Einsatz generativer KI schätzen die Experten bei WAGO als äußerst relevant für eine Compliance-Richtlinie ein. Hierbei wurde vor allem die Auswirkung generativer KI auf die Menschen innerhalb der Organisationsstruktur und die Rolle der Mitarbeitenden in den Prozessen hervorgehoben. Das bedeutet insbesondere die geänderten Regelungen zur Erstellung und Freigabe automatisch generierter Inhalte. Hierfür plant WAGO in einigen Prozessen die Nutzung des Human-in-the-Loop Prinzips, wie im nachfolgenden Schritt erläutert.

Zusammengefasst ergibt sich unter Anwendung der codierten Skala die in Tabelle 8-1 zu findende Bewertung. In der vorliegenden Fallstudie wurde die Relevanz der digitalen Technologie „generative KI“ nach Bildung des Durchschnitts über die drei Sichten mit 3,33 bewerte. Somit ist die generative KI aus Sicht der Experten für WAGO mehr als hinreichend relevant {3} für eine Regulierung durch eine Compliance-Richtlinie. Dieser Schwellwert wurde im Rahmen der Delphie-Studie (s. Kapitel 5.3.4) festgelegt. Folglich ist die digitale Technologie für die Auswahl der Compliance-Richtlinien im nächsten Schritt qualifiziert. Wäre die Compliance-Relevanz nicht mindestens als hinreichend relevant bewertet worden, würde eine weitere Betrachtung nicht stattfinden und das Vorgehen wäre für diese Technologie beendet.

**Tabelle 8-1: Bewertung der Compliance-Relevanz von generativer KI bei WAGO (eigene Tabelle)**

<b>Architektursicht</b>	<b>Numerische Bewertung</b>
Daten	3
Technologie	3
Organisation	4
<b>Durchschnitt</b>	<b>3,33</b>

Das Vorgehen zur Beschreibung der Compliance-Relevanz wurde mit den Experten diskutiert und anhand des Beispiels generative KI umfassend getestet. Es ist festzuhalten, dass die Methode des Mapping-Sentence sowie auch die im Rahmen der Dissertation erarbeitete Bewertungsskala anwendbar sind. Die Experten könnten dies bei Bedarf nun für weitere digitale Technologie bei WAGO anwenden.

### **Auswahl der Compliance-Richtlinien**

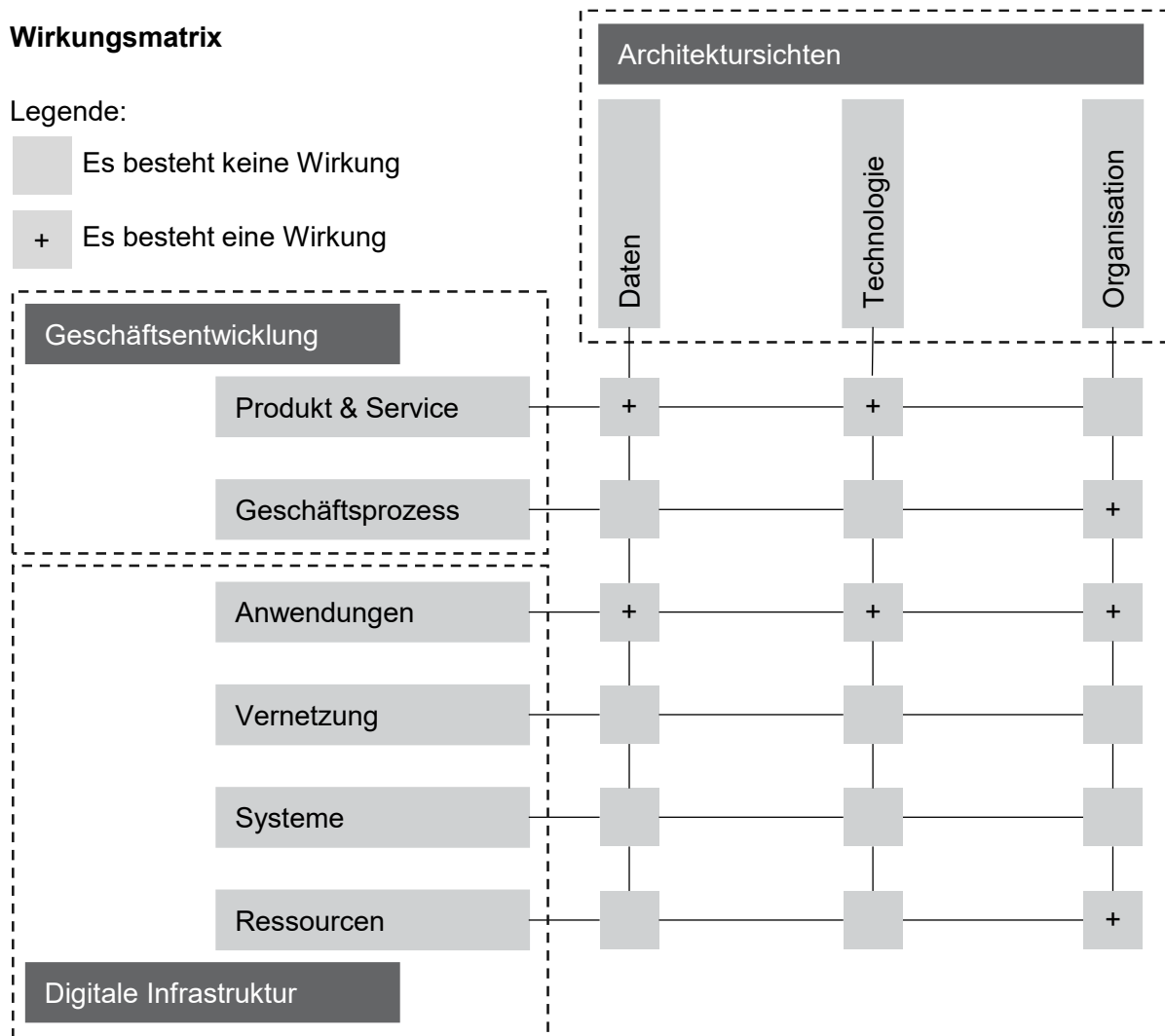
Da die digitale Technologie, generative KI, im vorangegangenen Schritt als mindestens hinreichend relevant für eine Compliance-Richtlinie bewertet wurde, folgt nun der Schritt zur Auswahl der einzelnen Compliance-Richtlinien. Ziel dieses Schrittes ist die Eingrenzung und Konkretisierung der benötigten Richtlinien für den Einsatz generativer KI bei WAGO. Hierbei wird auf die Matrix aus Kapitel 6.1 zurückgegriffen. In der Matrix sind in den Spalten die drei bereits bekannten Sichten (Daten, Technologie, Organisation) angeordnet. In den Zeilen wird das Unternehmen in fünf verschiedene Ebenen gegliedert. Diese sind Produkte & Services, Geschäftsprozesse, Anwendungen, Vernetzung, Systeme und Ressourcen (vgl. Kapitel 6.1.1). In diesem Schritt werden die Wirkzusammenhänge jeweils zwischen den Sichten und den Unternehmensebenen untersucht. Der Workshop mit den Experten wurde anhand der Spalten, das heißt anhand der Sichten, strukturiert. Da die Sichten aus der Nutzung des Mapping-Sentence im vorherigen Schritt bereits bekannt waren, fiel den Experten das Arbeiten von den Sichten aus leicht. Somit ist diese bei WAGO angewendete Strukturierung als ein Good Practice für die Anwendung in anderen Unternehmen festzuhalten. Der Abbildung 8-1 ist die Auswahl der Compliance-Richtlinien für den Einsatz generativer KI bei WAGO zu entnehmen. Die gefundenen Wirkzusammenhänge werden nachfolgend detailliert beschrieben.

## Wirkungsmatrix

Legende:

■ Es besteht keine Wirkung

+ Es besteht eine Wirkung



**Abbildung 8-1 Ergebnis der erforderlichen Compliance-Richtlinien für generative KI bei WAGO (eigene Darstellung)**

Die Erläuterung der Wirkzusammenhänge erfolgt nacheinander aus der Perspektive der drei Sichten. Es werden nur bestehenden Wirkzusammenhänge erläutert. In den leeren Feldern der Matrix konnten die Experten keinen Wirkzusammenhang identifizieren.

#### 1. Sicht Daten:

Aus Sicht der Daten weisen laut Experten die Ebenen Produkte & Services sowie die nutzerzentrierten Anwendungen Wirkzusammenhänge für WAGO auf. Hierbei steht die zentrale Frage im Raum, inwiefern Daten, die mithilfe einer generativen KI erzeugt wurden, kommerziell genutzt werden dürfen. Zudem stellt sich die Frage, welche Daten an die generative KI übergeben werden dürfen. Hieraus ergibt sich ein Bedarf für eine Compliance-Richtlinie. Dies gilt insbesondere für Anwendungsfälle, in denen das KI-Modell nicht durch WAGO selbst betrieben wird. Wird das KI-Modell und der zugehörige Service extern gehostet, sind laut den Experten hochrelevant. Die Experten von WAGO haben hier speziell die Bedenken, dass durch externe Datenverarbeitung und

-speicherung indirekt vertrauliches Wissen, wie Produkt- oder Kundendaten, in externe Datenbestände abfließt.

## 2. Sicht Technologie:

Für die Technologiesicht sind ebenfalls für Produkte & Services sowie nutzerzentrierte Anwendungen Wirkzusammenhänge durch die Experten identifiziert. Da generative KI Anwendungen produktspezifisch genutzt werden und WAGO als Hersteller die Verantwortung für die eigenen Produkte und Services gegenüber seinen Kunden trägt, ist der Einsatz von generativer KI auf dieser Unternehmensebene kritisch zu hinterfragen. Beispielsweise bestehen bei Anwendungen auf Basis generativer KI aufgrund der stochastischen Funktionsweise das Risiko, fehlerhafte Inhalte zu produzieren. Die vorsichtige Einstellung von WAGO gegenüber neuen Technologien verstärkt in Verbindung mit diesen inhärenten Technologierisiken aus Sicht der Experten den Regulierungsbedarf. Nur bei ausreichender Erfahrung oder Nachvollziehbarkeit ist WAGO laut den Experten bereit, die Technologie zu nutzen oder deren Bausteine in Produkten & Services zu vertreiben. In diesem Zusammenhang ist zu regeln, wann eine digitale Technologie und insbesondere die generative KI diese Schwelle erreicht hat.

## 3. Sicht Organisation:

Aus Organisations-Sicht bestehen Wirkzusammenhänge auf den Ebenen der Geschäftsprozesse, Anwendungen und Ressourcen. Die Experten heben, die Schulung und Sensibilisierung der Mitarbeitenden sowie die Veränderung der Rolle von Menschen in Geschäftsprozessen bei WAGO besonders hervor. Die Mitarbeitenden von WAGO müssen laut Experten im Umgang mit generativer KI sowie der Verwendung der generierten Ergebnisse geschult werden. Beispielsweise kann hier eine Kennzeichnungspflicht von KI-generierten Inhalten oder deren Prüfung genannt werden. Interessant ist ebenfalls, wie die Nutzung generativer KI die Geschäftsprozesse zukünftig verändern wird. Die Experten erwarten bei WAGO die Verschiebung der Rolle des Menschen. Das heißt, der Mitarbeitende wandelt sich vom Ersteller von Inhalten hin zum Kontrolleur von Inhalten. Insbesondere ist die Verantwortlichkeit für Inhalte in Geschäftsprozessen entsprechend zu dokumentieren. Für Anwendungen von WAGO gilt es zu regeln, inwieweit diese auf generative KI Modelle und deren Ergebnisse zum Zwecke der automatisierten Weiterverarbeitung von Daten zugreifen dürfen. Laut den Experten ist es das Ziel, dies mittels des Human-in-the-Loop bei WAGO zu regulieren. Das heißt, es sollen an allen kritischen Stellen Menschen Inhalte prüfen und freigeben, um fehlerhafte Inhalte zu vermeiden. Es sollten dementsprechend die Stellen identifiziert werden, an denen der Mensch in den automatisierten Ablauf eingreifen soll.

### **Gestaltung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien**

Der letzte Schritt der Methode stellt die Gestaltung der vorab identifizierten benötigten Richtlinien dar. Hierbei ist neben der Strukturierung auch die sprachliche Gestaltung zu beachten. Das Modell zur Gestaltung der Richtlinien wurde in Kapitel 6.2 eingeführt. Hierbei wird zum einen eine Gliederung erarbeitet, welche individuell für das

Unternehmen mit Inhalten gefüllt wird. So sind etwa spezielle Begriffe oder der Anwendungsbereich im Unternehmen zu erarbeiten (vgl. Kapitel 6.2.1). Ein entsprechendes Dokument, welches unter anderem die genannten Gliederungspunkte enthält, wurde im Rahmen der Evaluation erstellt. Das Dokument trägt den Titel „Regulierung der Nutzung generativer Künstlicher Intelligenz bei der WAGO GmbH & Co. KG“. Es gliedert sich in die, in Kapitel 6.2.1 vorgeschlagenen Kapitel. Diese sind:

- Titel
- Inhaltsverzeichnis
- Vorwort
- Einleitung
- *Anwendungsbereich*
- Normative Verweisungen
- Begriffe
- Symbole und Abkürzungen
- *Richtlinieninhalt*
- Anhänge
- Literaturhinweise
- Stichwortverzeichnisse

Die nachfolgenden Ausarbeitungen umfassen alle Kapitel mit inhaltlicher Relevanz für Compliance-Richtlinien digitaler Technologien. Diese sind in der voranstehenden Auflistung kursiv gekennzeichnet. Die anderen Kapitel benötigen keine Expertise für Compliance digitaler Technologien, sondern sorgen lediglich für eine formal vollständige Richtlinie. Ein detaillierte Beschreibung ist Kapitel 6.2.1 zu entnehmen. Im Rahmen des Workshops wurden mit den beiden Experten nur die Kernelemente des Anwendungsbereichs und des Richtlinieninhalts für den Teilaspekt der Nutzung von ChatGPT fokussiert. Dieser Anwendungsbereich wurde gewählt, da WAGO sich gerade im Aufbau dieses Anwendungsfalls befindet und die Ergebnisse des Workshops entsprechend Anwendung finden können. Wie in Kapitel 6.2.1 eingeführt, definiert der erarbeitete Textbaustein das Thema des Richtlinieninhalts und dessen Wirkungsbereich. Dafür werden Themenbereiche explizit ein- sowie ausgeschlossen. Nachfolgend steht der formulierte Anwendungsbereich, wie er dem Regulierungsdokument zu entnehmen ist.

*„Anwendungsbereich:*

*Der Anwendungsbereich des vorliegenden regulierenden Dokuments umfasst die Nutzung des für WAGO angepassten ChatGPT Chatbot durch Mitarbeitende von WAGO. Ziel ist die Regelung der korrekten Nutzung sowie die regelkonforme Verwendung der generierten Inhalte. Dieses ChatGPT Modell wurde mithilfe von WAGO spezifischen Termini angepasst und wird durch WAGO selbst betrieben. Nicht Teil des Anwendungsbereichs ist die frei verfügbare Web-Applikation ChatGPT des Unternehmens OpenAI.“*

Als Nächstes folgt die Gestaltung des technischen Inhalts. Dieser umfasst die eigentlichen Compliance-Richtlinien, die innerhalb des Anwendungsbereichs bei WAGO zu erstellen sind. Bei der Formulierung der Compliance-Richtlinien sind sprachliche Gestaltungselemente zu berücksichtigen. Diese wurden in Kapitel 6.2.2 eingeführt und innerhalb des Workshops den Experten von WAGO vorgestellt. Die Anwendung dieser Regeln erfolge konsequent und problemlos. Das Ergebnis des Workshops umfasst vier formulierte und gründlich diskutierte Richtlinien. Hierbei wurde darauf geachtet, dass jede Architektursicht mindestens einmal berücksichtigt wurde. Es folgt der gemeinsam mit den Experten ausgearbeitete Textbaustein der Richtlinie zur generativen KI inklusive nachstehender Erläuterung:

*„Richtlinieninhalt:*

- I. Jegliche Inhalte, welche mit WAGO ChatGPT erstellt wurden, dürfen nicht kommerziell verwendet werden. Die erstellten Inhalte dürfen ausschließlich intern Verwendung finden.*
- II. Alle, mit WAGO ChatGPT erstellten Inhalte müssen durch einen Mitarbeitenden vor der Verwendung auf Korrektheit geprüft werden. Verfügt die nutzende Person nicht über genügend Fachkenntnis zur Beurteilung, sollte ein Experte hinzugezogen werden.*
- III. Alle Geschäftsprozesse, in denen WAGO ChatGPT zum Einsatz kommt, müssen so gestaltet sein, dass eine Freigabe der mit Hilfe generativer KI erstellten Inhalte durch einen Mitarbeitenden erfolgt.*
- IV. Die Mitarbeitenden müssen kenntlich machen, wenn generative KI zur Erzeugung von Inhalten genutzt wurde. Dies kann beispielsweise durch den Satz: „Dieser Text wurde mithilfe von WAGO ChatGPT generiert.“ erfolgen.“*

Die erste Richtlinie beinhaltet die Kommunikation einer Anforderung aus Daten-Sicht auf Ebene der Produkte & Services. Durch die Verwendung der Formulierung „dürfen nicht“ wird dies deutlich. Zusätzlich wird diese erste Richtlinie um eine explizite Erlaubnis mithilfe der Formulierung „dürfen“ ergänzt.

Die zweite Richtlinie stellt ebenfalls eine Anforderung dar. Diese ist aus Technologie-Sicht auf Ebene der Produkte & Services angesiedelt. Die Formulierung „müssen“ macht dies kenntlich. Die Richtlinie ist durch eine Empfehlung ergänzt, welche durch das Wort „sollte“ gekennzeichnet ist.

Aus Sicht der Organisation und auf Ebene der Geschäftsprozesse beschreibt die dritte Richtlinie ebenfalls eine Anforderung mit der Formulierung „müssen“.

Die vierte Richtlinie beschreibt ebenso wie die dritte Richtlinie die Sicht der Organisation. Allerdings aus der Perspektive der Ressourcen, in diesem Falle den Mitarbeitenden. Hier wird die Anforderung der Kennzeichnung von KI-generierten Inhalten formuliert. Daran angeschlossen wird eine Möglichkeit zur Kennzeichnung vorgeschlagen. Dies ist am Verb „kann“ zu erkennen und bildet die schwächste Form der Verbindlichkeit.

Im Rahmen des Workshops konnten die Experten von WAGO die ersten konkreten Richtlinien anhand des vorgeschlagenen Vorgehens dieser Dissertation gestalten. Die Experten wurden durch den Workshop zur Ausarbeitung weiterer Richtlinien für zusätzliche Anwendungsbereiche oder anderer eingesetzter digitaler Technologien bei WAGO befähigt.

### **8.2.3 Zusammenfassung der Fallstudie bei WAGO GmbH & Co. KG**

Abschließend ist festzuhalten, dass die in Kapitel 7 entwickelte Methode bei WAGO erfolgreich angewendet werden konnte. Die Experten hoben insbesondere die strukturierte Herangehensweise hervor, um benötigte Compliance-Richtlinien auszuwählen. Diese ermöglicht laut Einschätzung der Experten eine konstruktive und zielgerichtete Diskussion über den Regulierungsbedarf für eine ausgewählte digitale Technologie. Die entwickelte Methode wurde zusammenfassend als sehr verständlich und anwendbar durch die Experten bewertet. Die Fallstudie hat, neben der erfolgreichen Evaluation, das entwickelte Vorgehen um ein praktisches Element zur Anwendung erweitert. Dies umfasst die Identifikation der relevanten Compliance-Richtlinien anhand der Sichten (Daten, Technologie und Organisation) und spiegelt sich im spaltenweisen Besprechen der Wirkungsmatrix wider.

## **8.3 Fallstudie 2: Miele & Cie. KG**

### **8.3.1 Unternehmens- und Problembeschreibung**

Miele ist ein deutsches Familienunternehmen, welches seit 125 Jahren besteht und in 15 Werken Haushalts- sowie Gewerbegeräte, etwa Waschmaschinen und Küchengeräte herstellt. In dieser Sparte sieht sich Miele als Premium-Anbieter, was auch durch das Leitmotiv „Immer Besser“ gestützt wird. Um diese Position zu festigen, sieht Miele es als unerlässlich an, sich in den Bereichen Qualität, Design und Nachhaltigkeit als Marktführer zu positionieren. Dies wird unter anderem durch explizit geförderte und fortlaufende digitale Innovationstätigkeiten gewährleistet. Hierfür bündelt Miele Aktivitäten zur Entwicklung digitaler Produkte, Services und Geschäftsmodellen in einer eigens dazu gegründeten Abteilung – Miele Smart Home. Durch diese Zusammenführung von Digitalisierungsaktivitäten konnte Miele eine datengetriebene Innovationskultur entwickeln, um bestmögliche Mehrwerte für Kunden sowie innerbetriebliche Optimierung zu schaffen. Aktuelles Trend-Thema ist bei Miele der Einsatz künstlicher Intelligenz. Hierbei setzt Miele vorwiegend auf den Einsatz von KI in Produkten oder kundenzentrierten Services in den Haushaltsgeräten. Beispielsweise wird mit der Funktion Smart Food ID das Gargut in Dampfgarern und Backöfen erkannt. Daraufhin wird das optimale Garprogramm ausgewählt und der Garvorgang überwacht sowie optimiert. Weitere aktuell verfügbare smarte Assistenzsysteme für Haushaltsgeräte sind über die Miele App verfügbar, welche durch neue Innovationen ständig erweitert wird.

Miele steht aktuell vor der Herausforderung die wachsenden regulatorischen Anforderungen zu meistern und die weitere Nutzung digitaler Technologien zukunftsfähig zu gestalten. Insbesondere aufkommende regulatorische Herausforderungen wie der EU AI Act oder potenzielle Datenschutzverstöße stellen neue Risiken dar. Bei Miele kommen einige bildbasierte und kundenzentrierte KI-Anwendungen zum Einsatz, welche möglicherweise Bedarf für Compliance-Richtlinien aufweisen. Um die verantwortungsvolle Entwicklung von KI-Applikationen und -Services zu ermöglichen, werden Miele-Mitarbeitende durch den hauseigenen Legal-Bereich geschult. Mit dieser Maßnahmen verfolgt Miele das Ziel, mögliche Compliance-Risiken frühzeitig zu erkennen und die Technologie gewinnbringend implementieren zu können. Als weitere Maßnahme, um die sichere Nutzung von KI bei Miele zu gewährleisten, können Compliance-Richtlinien eingesetzt werden. Diese können mithilfe der in der vorliegenden Dissertation entwickelten Methode strukturiert erarbeitet werden. Die Anwendung der entwickelten Methode bei Miele ermöglicht eine Strukturierungshilfe und befähigt das Unternehmen dazu, unternehmensweite Compliance-Richtlinien zu erarbeiten.

### **8.3.2 Sequenzielle Anwendung der Methode**

Die Anwendung der Methode erfolgt zum einen, um Miele bei der zukunftssicheren Nutzung digitaler Technologien zu unterstützen und zum anderen, um die entwickelten Modelle der vorliegenden Dissertation und die in Kapitel 7 vorgestellte Methode zu evaluieren. Die Methode wird in Workshops mit zwei Experten durchgeführt. Ein Experte ist für künstliche Intelligenz und Data Smart Home zuständig, während der andere Experte im Bereich Machine Learning arbeitet. Die einzelnen Schritte der Methode, wie in Kapitel 7.1 beschrieben, wurden gemeinsam mit den Experten im Workshopmodus durchlaufen.

Ziel dieser Evaluation ist der Nachweis der Durchführbarkeit der Methode bei einem Unternehmen. Hierfür werden im Folgenden einzelne Technologien und Anwendungsfälle beispielhaft diskutiert. Eine umfassende und vollständige Aufarbeitung aller potenziell durch Miele eingesetzten digitalen Technologien kann durch das Unternehmen im Anschluss an die Workshops selbst verfolgt werden.

#### **Identifikation der eingesetzten digitalen Technologien**

Im Rahmen der Dissertation wurden in Kapitel 7.1.2 drei Methoden vorgestellt, die angewandt werden können, um eingesetzte digitale Technologien in Unternehmen zu identifizieren. Dies sind die Befragung von Experten im Unternehmen, die Auswertung von Dokumentationen über eingesetzte digitale Technologien und die Orientierung an generischen Technologielisten, wie dem Technologie- und Trendradar des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (STICH ET AL. 2021).

In Kapitel 5.2.1 bei der wissenschaftlichen Herleitung der Compliance-Relevanz fand der Technologie- und Trendradar Anwendung. Aufgrund seiner umfassenden Technologielliste eignet sich dieser besonders im wissenschaftlichen Umfeld. In der praktischen Evaluation bei einem Unternehmen, welches bereits ausgewählte digitale

Technologien einsetzt, eignet sich ein spezifischerer Ansatz besser als eine generische Technologielliste. Um unternehmensspezifische Ergebnisse zu erzielen, eignen sich in dieser Fallstudie, insbesondere Experten-Interviews und die Sichtung von Dokumentationen.

Die Dokumentation der digitalen Technologien wird bei Miele in einer Enterprise Architecture Management Software gepflegt. Diese wird auf globaler Unternehmensebene genutzt und bietet einen ganzheitlichen Überblick, über eingesetzte Tools, Software und digitale Technologien. Die Herausforderung hierbei besteht in der Aufnahme der tatsächlichen Nutzung und Ausgestaltung von digitalen Technologien in den jeweiligen Unternehmensbereichen. Um dies detaillierter in Erfahrung zu bringen, wurde ein exemplarisches Experten-Interview mit zwei Mitarbeitenden aus dem Bereich Miele Smart Home geführt. Die beiden Experten konzentrieren sich auf die Anwendung künstlicher Intelligenz und konnten die Dokumentation bestätigen sowie mit detaillierten Aspekten anreichern. Durch die Anreicherung der verfügbaren Dokumentation, konnte eine unternehmensspezifische Technologieübersicht für den Bereich künstliche Intelligenz erstellt werden. Diese umfasst unter anderem Natural Language Processing, generative KI, Deep Learning und Computer Vision. Für weitere digitale Technologien kann das angewandte Verfahren bei Miele fortgeführt werden. Aufgrund der umfassenden Dokumentation ist nach Einschätzung der Miele-Experten ein Blick in generische Technologiellisten nicht zusätzlich nötig. Somit konnte die vorgeschlagene Methode zur Identifikation eingesetzter digitaler Technologien erfolgreich angewandt werden. Die Fallstudie fokussiert sich im Folgenden auf eine beispielhafte digitale Technologie. Aufgrund des Know-hows der anwesenden Experten sowie der hohen Relevanz wurde in der weiteren Anwendung der Methode, die bildbasierte KI in den Miele-Produkten als digitale Technologie diskutiert.

### **Bestimmung der Compliance-Relevanz**

Basierend auf der Auswahl der digitalen Technologie wird die Compliance-Relevanz für bildbasierte und kundenzentrierte KI-Anwendungen bei Miele durch die beiden Experten gemeinsam bewertet. Kapitel 5 der vorliegenden Dissertation beschreibt das Vorgehen für die Bestimmung der Compliance-Relevanz einer digitalen Technologie. Mithilfe eines Mapping-Sentence, aus der Facettentheorie nach BORG, kann je digitaler Technologie die Relevanz aus den drei Sichten Daten, Technologie und Organisation heraus bewertet. Eine solche Bewertung wurde in Kapitel 5.2 beispielhaft für die Technologien des BMWK Technologie- und Trendradars durchgeführt. Hierbei stützt sich die Bewertung auf die Ergebnisse einer Delphi-Studie, deren Teilnehmer aus Wissenschaft und Industrie zusammengestellt sind. Diese Ergebnisse können, wie bereits in Kapitel 7.1.2 erläutert, zur Orientierung herangezogen werden. Im Zuge der Delphi-Studie wurde eine fünfstufige Skala entwickelt, mit deren Hilfe die Compliance-Relevanz bestimmt werden kann. Diese lautet:

- Gar nicht relevant {0}
- Wenig relevant {1}

- Mäßig relevant {2}
- Hinreichend relevant {3}
- Äußert relevant {4}

Außerdem wurden Anwendungen künstlicher Intelligenz dort bereits durch Experten aus Forschung und Wirtschaft als mindestens hinreichend relevant für eine Compliance-Richtlinie eingeschätzt. In dem spezifischen Fall von Miele wurden die Experten ebenfalls wie in der Delphi-Studie gezeigt befragt.

Die Experten von Miele bewerten die Daten-Sicht für bildbasierte KI in kundenorientierten Services als äußerst relevant. Dies ist durch die Verarbeitung von Kundendaten naheliegend. Eine Verletzung der DSGVO im Rahmen der Verarbeitung von kundengenerierten Bilddaten kann neben empfindlichen Strafen vorrangig eine massive Rufschädigung von Miele nach sich ziehen, weswegen der Umgang mit den genannten Daten in den Services mit äußerstem Bedacht zu erfolgen hat.

Aus der Technologie-Sicht bewerten die Experten bei Miele kundenorientierte bildbasierte KI Services als hinreichend relevant. Miele als Premiumanbieter kann sich keine Unsicherheiten hinsichtlich Qualität und Reproduzierbarkeit der KI-Ergebnisse leisten. Dementsprechend muss die Technologie und deren Anwendungsfälle umfassend analysiert und verstanden werden.

Die Organisations-Sicht auf den Einsatz kundenorientierter bildbasierte KI schätzen die Experten bei Miele als mäßig relevant für eine Compliance-Richtlinie ein. Im Zentrum stehen hier insbesondere die risikobewusste und sorgfältige Entwicklung sowie Erprobung der Anwendungen. Dies geschieht mit dem Ziel, die Risiken und Herausforderungen der beiden vorab genannten Sichten zu minimieren.

Unter Anwendung der codierten Skala ergeben sich die in Tabelle 8-2 zu findende Bewertung. Die Relevanz der digitalen Technologie „kundenorientierte bildbasierte KI“ wurde in der vorliegenden Fallstudie nach Bildung des Durchschnitts über die drei Sichten mit 3 bewertet. Somit ist die untersuchte digitale Technologie aus Sicht der Experten für Miele hinreichend relevant {3} für eine Regulierung durch eine Compliance-Richtlinie. Folglich ist die digitale Technologie für die Auswahl der Compliance-Richtlinien im nächsten Schritt qualifiziert. Wäre die Compliance-Relevanz nicht mindestens als hinreichend relevant bewertet worden, würde eine weitere Betrachtung nicht stattfinden und das Vorgehen wäre für diese Technologie beendet.

**Tabelle 8-2: Bewertung der Compliance Relevanz von kundenorientierten bildbasierten Services bei Miele (eigene Tabelle)**

<b>Architektursicht</b>	<b>Numerische Bewertung</b>
Daten	4
Technologie	3
Organisation	2
<b>Durchschnitt</b>	<b>3</b>

Somit wurde das Vorgehen zur Bewertung der Compliance-Relevanz mit den Experten durchlaufen und anhand des Beispiels kundenorientierter bildbasierter KI getestet. Die erarbeitete Bewertungsskala und die Bewertung einer digitalen Technologie anhand des Mapping-Sentence konnten somit erfolgreich angewandt werden. Durch die Anwendung im Rahmen der Evaluation wurden die Experten bei Miele befähigt, weitere digitale Technologien im Unternehmen zu bewerten.

### **Auswahl der Compliance-Richtlinien**

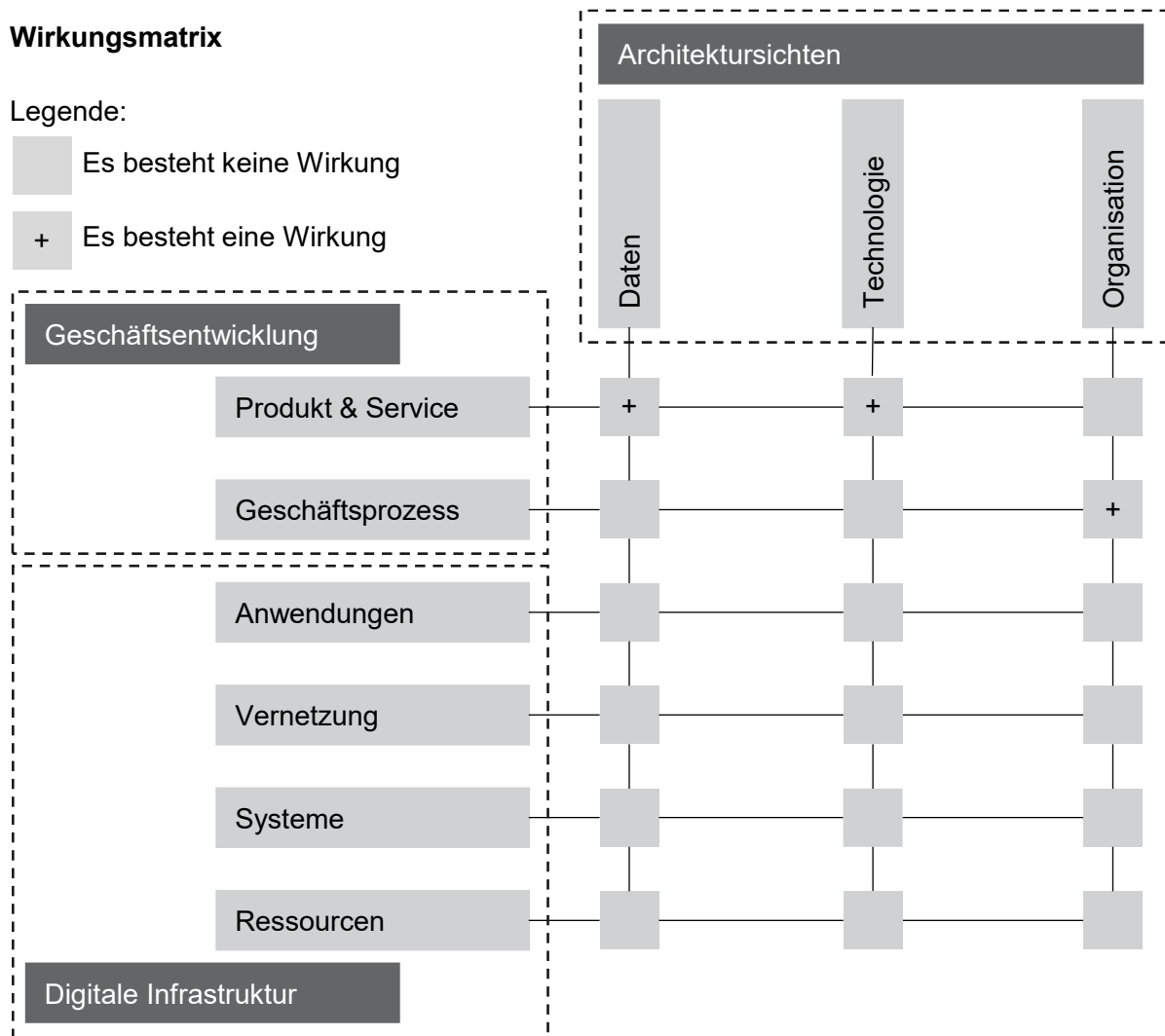
Nachdem die ausgewählte digitale Technologie, kundenorientierte bildbasierte KI, im vorangegangenen Schritt als mindestens hinreichend relevant für eine Compliance-Richtlinie bewertet wurde, folgt nun der Schritt zur Auswahl der einzelnen Compliance-Richtlinien. Ziel dieses Schrittes ist die Eingrenzung und Konkretisierung der benötigten Richtlinien für die Nutzung kundenorientierte bildbasierte KI in Miele-Produkten. Basis hierfür bildet die Matrix aus Kapitel 6.1. In der Matrix sind in den Spalten die drei bereits bekannten Sichten (Daten, Technologie, Organisation) angeordnet. In den Zeilen wird das Unternehmen in fünf verschiedene Ebenen gegliedert. Diese sind Produkte & Services, Geschäftsprozesse, Anwendungen, Vernetzung, Systeme und Ressourcen (vgl. Kapitel 6.1.1). Die Wirkzusammenhänge werden jeweils zwischen den Sichten und den Unternehmensebenen untersucht. Der Workshop mit den Experten wurde anhand der Spalten, das heißt anhand der Sichten, strukturiert. Dies hat sich in der ersten Fallstudie als erfolgreiches Vorgehen herausgestellt. Der Abbildung 8-2 ist die Auswahl der Compliance-Richtlinien für den Einsatz kundenorientierte bildbasierte KI bei Miele zu entnehmen. Die gefundenen Wirkzusammenhänge werden nachfolgend detailliert beschrieben.

### Wirkungsmatrix

Legende:

■ Es besteht keine Wirkung

+ Es besteht eine Wirkung



**Abbildung 8-2: Ergebnis der erforderlichen Compliance-Richtlinien für kundenorientierte sowie bildbasierte KI bei Miele (eigene Darstellung)**

Die Erläuterung der Wirkzusammenhänge erfolgt, wie in der Befragung, nacheinander aus der Perspektive der drei Sichten. Es werden nur bestehenden Wirkzusammenhänge erläutert. In den leeren Feldern der Matrix konnten die Experten keinen Wirkzusammenhang identifizieren.

#### 1. Sicht Daten:

Aus Sicht der Daten weist laut Experten einzig die Ebene Produkte & Services Wirkzusammenhänge für Miele auf. Wie bereits im vorherigen Schritt erwähnt, ist für Miele primär das Sammeln und Verarbeiten von Kundendaten eine Herausforderung. Dies spielt aufgrund der kontinuierlichen Weiterentwicklung der Services eine große Rolle. Gesammelte Kundendaten können zur Verbesserung der Qualität der entwickelten Services genutzt werden. Der Umgang mit den Daten muss allerdings der DSGVO genügen und entsprechend dokumentiert werden.

## 2. Sicht Technologie:

Für die Technologiesicht wurden für Produkte & Services ebenfalls Wirkzusammenhänge durch die Experten identifiziert. Da bildbasierte KI Services durch Kunden von Miele genutzt werden, muss eine gleichbleibend hohe Qualität der Ergebnisse gewährleistet werden. Insbesondere Reproduzierbarkeit und Anpassung an leichte Schwankungen in der optischen Beschaffenheit z. B. des Garguts stehen hier im Vordergrund. Durch die statistische Natur von KI Anwendungen werden hierdurch besondere Anforderungen an die verkauften Services gestellt.

## 3. Sicht Organisation:

Aus Organisationssicht bestehen Wirkzusammenhänge auf der Ebene der Geschäftsprozesse. Um oben genannten Herausforderungen bestmöglich zu begegnen, ist der Geschäftsprozess der Produktentwicklung auf die Anforderungen der kundenorientierten bildbasierten KI anzupassen. Hierbei geht es um Regeln und Vorgehensweisen während der Entwicklung und Nutzung der Modelle.

Betrachtet man die Matrix in Abbildung 8-2 ist festzustellen, dass nur in den Ebenen der Geschäftsentwicklung Wirkzusammenhänge durch die beiden Experten für kundenorientierte bildbasierte KI bei Miele identifiziert wurden. Wirkzusammenhänge in der digitalen Infrastruktur von Miele konnten nicht identifiziert werden, da die betrachtete digitale Technologie durch die Kundenorientierung nicht in interne Abläufe eingreift. Für eine andere digitale Technologie, wie bildbasierte und KI-gestützte Qualitätskontrolle würden andere Wirkzusammenhänge identifiziert werden. Diese Beobachtung ist als wesentliche Erkenntnis aus der zweiten Fallstudie festzuhalten. Im Fall von Miele, wo digitale Technologien vielseitig genutzt werden, haben die Experten es als sinnvoll erachtet, mehrere Richtlinien für unterschiedliche Anwendungsbereiche derselben digitalen Technologie zu gestalten. So bietet die Produktion gänzlich andere zu regulierende Aspekte, als die Produktentwicklung. Eine Zusammenlegung der Richtlinien führt dazu, dass die Übersichtlichkeit und Anwendbarkeit leidet, da die relevanten Inhalte durch die betroffenen Mitarbeiter nicht sofort erkannt werden können.

### **Gestaltung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien**

Basierend auf den ausgewählten Compliance-Richtlinien können diese nun gestaltet werden. Das in Kapitel 6.2 vorgestellte Modell umfasst hierbei neben der Strukturierung ebenfalls die sprachliche Gestaltung. Im durchgeführten Workshop wurde, wie in der ersten Fallstudie ein Entwurf eines Richtlinien dokumentes gestaltet. Es trägt den Titel „Regulierung des Einsatzes kundenorientierter bildbasierter Künstlicher Intelligenz in Produkten der Miele Cie. KG“. Die Gliederung ist entsprechend dem Kapitel 6.2.1 gestaltet. Dies umfasst folgende Punkte:

- Titel
- Inhaltsverzeichnis
- Vorwort
- Einleitung

- *Anwendungsbereich*
- Normative Verweisungen
- Begriffe
- Symbole und Abkürzungen
- *Richtlinieninhalt*
- Anhänge
- Literaturhinweise
- Stichwortverzeichnisse

Mit den beiden Experten wurden ausschließlich die inhaltlich relevanten Kapitel diskutiert. Diese sind in der Auflistung kursiv markiert und umfassen den Anwendungsbereich sowie den Richtlinieninhalt. Alle anderen Kapitel sind detailliert in Kapitel 6.2.1 beschrieben und stellen die formale Vollständigkeit der Richtlinien sicher.

Der Anwendungsbereich der Compliance-Richtlinien grenzt die Gültigkeit des Dokuments ein. Dafür sind die zu beachtenden und die nicht zu betrachtenden Bereiche festzulegen. Für die Fallstudie bei Miele wird der Anwendungsbereich wie folgt beschrieben:

*„Anwendungsbereich:*

*Der Anwendungsbereich des vorliegenden regulierenden Dokuments umfasst den Einsatz von bildbasierter KI in Produkten von Miele mit direktem Kundenkontakt. Ziel ist die regelkonforme Spezifikation von KI-Services sowie die korrekte Entwicklung solcher. Nicht Teil des Anwendungsbereichs ist der Einsatz von bildbasierter KI in anderen Unternehmensbereichen.“*

Neben der Strukturierung des Richtlinien dokumentes ist die sprachliche Gestaltung des Richtlinieninhalts ein elementarer Bestandteil der in dieser Dissertation entwickelten Methode. Hierzu wurden in Kapitel 6.2.2 Hinweise zur Formulierung erarbeitet. Richtlinien sind nur für die identifizierten Wirkzusammenhänge zu formulieren. In der Fallstudie mit Miele sind folglich drei Bereiche compliance-relevant und mit Richtlinien auszustatten. Diese drei Bereiche sind durch ein „x“ in der Matrix (siehe Abbildung 8-2) gekennzeichnet. Gemeinsam mit zwei Miele-Experten wurden für jeden Bereich eine Richtlinie formuliert. Diese Richtlinien sind im Folgenden aufgelistet.

*„Richtlinieninhalt:*

- I. Kundendaten, welche für bildbasierte KI-Services verwendet werden, müssen gemäß den Regeln der DSGVO erhoben und verarbeitet werden.*
- II. KI-Services, die in Miele-Produkten implementiert werden, sollen für den Kunden nachvollziehbare Entscheidungen treffen.*
- III. Im Entwicklungsprozess von KI-Modellen können ökologisch nachhaltige Faktoren in das Training der Modelle einbezogen werden, um mithilfe der getroffenen Entscheidungen eine ökologisch nachhaltige Lebensweise zu fördern.“*

Die erste Richtlinie formuliert eine Beschränkung von außen an die Datensicht auf Ebene der Produkte & Services. Die Verwendung der Formulierung „müssen“ in Kombination mit der Referenzierung eines externen Gesetzes macht dies deutlich.

Die zweite Richtlinie stellt eine Empfehlung für die Implementierung von KI-Services dar. Diese zielt aus Sicht der Technologie ebenfalls auf die Ebene der Produkte & Services. Kenntlich gemacht wird dies durch das Verb „sollen“.

Aus Sicht der Organisation und auf Ebene der Geschäftsprozesse beschreibt die dritte Richtlinie eine Möglichkeit mit der Formulierung „können“.

Anhand des vorgeschlagenen Vorgehens konnten die Experten bei Miele konkrete, beispielhafte Richtlinien formulieren. Damit können weitere Anwendungsbereiche oder digitale Technologien selbstständig nach Bedarf erarbeitet werden.

### **8.3.3 Zusammenfassung der Fallstudie bei Miele Cie. KG**

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die in Kapitel 7 entwickelte Methode bei Miele erfolgreich angewendet werden konnte. Die Experten hoben insbesondere die methodische Inventarisierung der eingesetzten digitalen Technologien hervor. Außerdem eröffnet die strukturierte Auswahl der benötigten Compliance-Richtlinien die Möglichkeit, diese entsprechend der zuvor identifizierten Bereich aufzuarbeiten. So ist in der vorliegenden Fallstudie eine Richtlinie entstanden, die ein spezifisches Gebiet abdeckt und damit ein hohen Anwendbarkeitsgrad aufweist. Dies kann als Best Practice aus der Fallstudie in die Methode aufgenommen werden. Speziell bei großen Unternehmen mit komplexen Strukturen kann eine getrennte Regulierung von Einsatzbereichen Klarheit und Angemessenheit der Richtlinien sicherstellen. Insgesamt konnten die Experten von Miele durch die gemeinsame Durchführung der in Kapitel 7 vorgestellten Methode einen Überblick über eingesetzte digitale Technologien erhalten, deren Compliance-Relevanz bewerten, die benötigten Richtlinien identifizieren und beispielhafte Richtlinien formulieren. Somit sind sie befähigt, die Methode für das eigene Unternehmen skaliert einzusetzen und Miele dabei zu unterstützen, digitale Technologien korrekt und zukunftsicher einzusetzen. Auf diesem weiteren Weg wäre für die Experten bei Miele eine umfassende Auflistung beispielhafter Compliance-Richtlinien für digitale Technologien hilfreich. Dies deckt sich mit der Einschätzung der Autorin in Kapitel 6.3. Somit zeigt dies einen Bedarf für zukünftige Arbeiten auf.

## **8.4 Integrierte Bewertung der Evaluationsergebnisse**

Die durchgeführte Evaluation zeigt anhand der beiden Fallstudien in Kapitel 8.2 und 8.3, dass die entwickelten Modelle den zuvor in Kapitel 4.1 formulierten Anforderungen genügen. Die formulierten Anforderungen werden nachfolgend einzeln in den Fokus gestellt und zur Überprüfung der Modelle jeweils erläutert. Als Erstes werden die inhaltlichen Anforderungen und daran anschließend die formalen Anforderungen überprüft.

Zusammengefasst haben die Fallstudien gezeigt, dass die fünf inhaltlichen Anforderungen, welche an die Modelle gerichtet sind, erfüllt werden. Die erste inhaltliche Anforderung umfasst sowohl die Erklärung des Zusammenhangs von Compliance und digitalen Technologien als auch das Definieren von Compliance für digitale Technologien. Diese Anforderung ist erreicht, indem zuerst die in der Literatur definierten Terme Compliance und digitalen Technologien vorgestellt wurden (s. Kapitel 2.1 und Kapitel 2.2). Daran anschließend wird das Zusammenspiel der beiden Disziplinen in Kapitel 2.3 anhand zwei verschiedenen Ansichten herausgearbeitet und die für diese Arbeit ausgewählte Sicht herausgestellt. Damit ist die Definition von Compliance für digitale Technologien für diese Arbeit festgelegt und ein einheitliches Begriffsverständnis sichergestellt.

Die zweite inhaltliche Anforderung der vorliegenden Arbeit beinhaltet die strukturierte Beschreibung der Compliance-Relevanz von digitalen Technologien. Die Beschreibung der Compliance-Relevanz erfolgte allgemeingültig und strukturiert nach drei Aspekten (Daten, Technologie und Organisation) sowie einer zuvor festgelegten fünfstufigen Relevanz-Skala. Das Modell in Kapitel 5 liefert zudem für ausgewählte 18 digitale Technologien durch eine Delphi Studie erste Anhaltspunkte hinsichtlich exemplarischer Compliance-Relevanz.

Weiterhin konnte die dritte inhaltliche Anforderung nach einer systematischen Identifikation von relevanten Compliance-Richtlinien für Technologiecluster erfüllt werden. Für die Sicherstellung der Ganzheitlichkeit und einer gleichbleibenden Systematik wurde ein umfassendes Framework erstellt, welches für jede digitale Technologie anzuwenden ist. Im Rahmen der Fallstudien zeigte sich, dass diese Methode den Unternehmen auch ohne Erfahrung eine systematische Identifikation der Compliance-Richtlinien ermöglicht.

Über die systematische Identifikation von Richtlinien hinaus wird in der vierten inhaltlichen Anforderung die Ausgestaltung der relevanten Compliance-Richtlinien gefordert. Dies wird in den Kapitel 6.2.1 durch eine Referenzstruktur zu Ausgestaltung einer Compliance-Richtlinie ermöglicht. Die Anwendung in den Fallstudien im Rahmen der Evaluation zeigt, dass die Referenzstruktur als Gestaltungsrahmen für die Anwendung in Unternehmen zuverlässig funktioniert. Zudem werden in Kapitel 6.2.2 sprachliche Gestaltungshinweise formuliert, die das Ausformulieren unterstützen.

Die abschließende fünfte inhaltliche Anforderung an die vorliegende Arbeit umfasst die Entwicklung eines Vorgehens zur Anwendung der Teilmodelle in produzierenden Unternehmen. Dies wird in Kapitel 7 aufbauen auf den Ergebnissen der vorangegangenen Teilmodelle mittels eines detaillierten Vorgehensmodells erzielt. Das Vorgehensmodell ermöglichte den anwendenden Unternehmen in der Fallstudie die Erstellung von individuellen Compliance-Richtlinien.

Wie bereits eingangs in diesem Kapitel erwähnt, existieren nicht nur inhaltlicher Anforderungen an die Modelle, sondern ebenfalls formalen Anforderungen. Die formalen Anforderungen wurden bereits in Kapitel 4.1 vorgestellt und umfassen die Validität,

Reliabilität und Utilität. Zusammengefasst haben die Fallstudien gezeigt, dass die drei formalen Anforderungen, welche an die Modelle gerichtet sind, erfüllt wurden.

Die erste formale Anforderung beschreibt die erforderliche Gültigkeit des entwickelten Konzeptes zur Lösung der fokussierten Problemstellung. Dies wird auch als Validität bezeichnet. Die durchgeführten Fallstudien zeigen, dass die entwickelte Methode zur Gestaltung von Compliance-Richtlinien in Unternehmen anwendbar sind. In beiden Fallstudien ergab die Durchführung der Methode jeweils systematisch und zuverlässig die geforderten Ergebnisse.

Neben der Validität ist die zweite formale Anforderung der Reliabilität zu prüfen. Die Reliabilität beschreibt die Reproduzierbarkeit identischer Ergebnisse. Aufgrund der Individualität verschiedener Anwendungsfälle ist die Reproduzierbarkeit von Ergebnissen nur bedingt nachzuweisen. Die Zuverlässigkeit der Modelle wurde durch die Anwendung der Fallstudien, soweit es im Rahmen dieser Arbeit möglich war, sichergestellt.

Die dritte formale Anforderung der Utilität setzt sich aus vier einzeln zu untersuchenden Merkmalen zusammen. Dies sind die Relevanz, Funktionalität, Effizienz und Praktikabilität.

Das Merkmal der Relevanz wird dadurch erfüllt, dass mittels der Delphi-Studie erstmalig die Fragestellung nach der Compliance-Relevanz unter Konsultation einer Vielzahl an Experten untersucht wurde. Die Delphi-Studie zeigt die Relevanz des Themas und damit auch insbesondere die Notwendigkeit der Ergebnisse dieser Dissertation.

Des Weiteren ist das Merkmal der Funktionalität erfüllt, da die Unternehmen im Rahmen der Fallstudien die entwickelte Methode anwenden konnten, und individuelle Compliance-Richtlinien erstellt wurden. Daraus ist zu schlussfolgern, dass die Methode geeignet ist.

An das Merkmal der Funktionalität schließt sich die Praktikabilität an. Diese wurde ebenfalls im Rahmen der Durchführung der beiden Fallstudien durch die einfach sowie problemlose Anwendung der Unternehmen bestätigt. Diese Rückmeldung wurde von beiden Unternehmen mitgeteilt.

Die Effizienz in der Anwendung der Methode ist als abschließendes Merkmal für die Beurteilung der Utilität zu prüfen. Der initiale Aufwand für die Unternehmen in der Fallstudie war hoch, da eine vollständige Auflistung aller verwendeten digitalen Technologien, die für eine Compliance relevant sein können, häufig nicht unmittelbar vorliegt. Hier unterstützt die vorliegende Arbeit mit Vorschlägen, wie der verwendeten von existierenden Technologie- und Trendradaren. Der Aufwand zum eigentlich Durchführen der Methode ist in Bezug auf die neuartigen und hochwertigen Ergebnisse, welche die teilnehmenden Unternehmen erhalten als angemessen einzustufen. Somit gilt das Merkmal der Effizienz als erfüllt.

Die einzelnen Merkmale, die zusammengeführt die Utilität ergeben, konnten alle als erfüllt bewertet werden. Folglich ist auch die dritte formale Anforderung der Utilität erfüllt.

Die zusammenfassende Evaluation in diesem Kapitel legt dar, dass die erarbeiteten Modelle sowohl den inhaltlichen als auch den formalen Anforderungen nachkommen. Durch die Evaluation konnten sinnvolle Veränderungen und Erweiterungen der Methode aufgezeigt werden. Zum einen kann die Strukturierung der Identifikation von Compliance-Richtlinien verbessert werden, indem das Vorgehen an die Struktur der Relevanz-Bewertung angepasst wird. Diese Konkretisierung ist nützlich, um die Umsetzbarkeit in Unternehmen zu verbessern. Zum anderen bedarf es in Unternehmen je nach Umfang der Verwendung von digitalen Technologien ggf. mehrere Richtlinien. Dies hat den Vorteil, dass die Richtlinien spezifisch für die verschiedenen Einsatzgebiete erstellt werden können. Damit wird erreicht, dass die Compliance-Richtlinie adressatengerecht für die verwendenden Personen im Unternehmen ist. Zudem bestätigen die Evaluationsgespräche den Vorschlag der Autorin, dass eine Bibliothek mit Beispielen die Formulierung vereinfacht

## 9 Zusammenfassung und Ausblick

Die voranschreitende Digitalisierung führt dazu, dass digitale Technologien immer stärker in verschiedene Bereiche der Gesellschaft eindringen und diese maßgeblich beeinflussen. Einerseits ermöglicht der Einsatz digitaler Technologien das Erzielen von Produktivitätsgewinnen, andererseits führt er zu hohen Aufwänden bei der Erfüllung von regulatorischen und gesetzlichen Compliance-Anforderungen. Im Rahmen der digitalen Transformation wurde kontinuierlich daran gearbeitet, wie und wo digitale Technologien erfolgreich in Geschäfts- und Produktionsprozesse integriert werden können. In diesem Zusammenhang wird zunehmend deutlich, dass die Nutzung digitaler Technologien neue Risiken mit sich bringt, welche berücksichtigt werden müssen. Ein beispielhaftes Risiko stellt ein möglicher Reputationsverlust durch nicht gesetzeskonforme Datenverarbeitung bei der Verwendung digitaler Technologien dar. Daher müssen Unternehmen zukünftig nicht nur die technische Umsetzung im Blick haben, sondern auch die Einhaltung von Vorschriften (Compliance) im Zusammenhang mit digitalen Technologien. Dies ermöglicht die Minderung von Risiken und fördert die verantwortungsvollere Nutzung digitaler Technologien. Die Europäische Union hat bereits reagiert und die erste europäische Verordnung zur Regulierung der digitalen Technologie künstliche Intelligenz formuliert (vgl. EUROPÄISCHES PARLAMENT UND EUROPÄISCHER RAT 2024).

Für Unternehmen existieren bisher jedoch keine Methoden oder Best Practices zur Erarbeitung einer Compliance für digitale Technologien und deren Einsatz. Eine solche Methode wird dringend gebraucht, um den zunehmenden Einsatz digitaler Technologien verantwortungsvoller zu gestalten und Unternehmen auf zukünftige Regulierungen von gesetzlicher Seite vorzubereiten. Zudem ist es für Unternehmen essenziell, eine aufwandsarme Umsetzung der Compliance-Anforderungen zu erzielen, um den maximalen Produktivitätsgewinn beim Einsatz digitaler Technologien zu erreichen.

Das Ergebnis dieser Dissertationsschrift besteht in der Entwicklung und Anwendung einer Methode zur Erstellung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien in produzierenden Unternehmen. Hierfür wird eine Ermittlung der Compliance-Relevanz sowie die Identifikation und Ausgestaltung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien vorgenommen.

Als Grundstein für ein erfolgreiches Endergebnis der Dissertation wurde als Erstes ein einheitliches Begriffsverständnis geschaffen. Hierfür wurden in Kapitel 2 sowohl verschiedene Termini im Kontext Compliance als auch im Kontext digitale Technologien erläutert. Für die vorliegende Dissertation ist dies von besonderer Bedeutung, da die Anwendung der Compliance für digitale Technologien in der Literatur bisher nicht beschrieben wird und zunächst ein Begriffsverständnis geschaffen werden musste. Über die Definition der Terminologie hinaus wurden in Kapitel 3 bestehende Ansätze zu den Beschreibungs- sowie Umsetzungselementen einer Compliance und zur Compliance-Kommunikation vorgestellt. Des Weiteren wurden Ansätze zur Steuerung der

Unternehmens-IT mittels Governance und Compliance sowie Modelle zur systematischen Betrachtung der Digitalisierung eingeführt. Daraus wurde der Forschungsbedarf für Compliance beim Einsatz digitaler Technologien begründet abgeleitet.

Die Dissertation enthält zum Adressieren der Forschungslücke vier Teilmodelle und wurde anhand von unterstützenden Methoden in der Strukturierung sowie Erarbeitung von Inhalten erstellt. Diese Methoden stellen die Einhaltung wissenschaftlicher Standards sicher. Zentrale Elemente bei der Erstellung waren die Delphi-Studie, die Ermittlung von Ursache-Wirkungsbeziehungen sowie der Problemlösungszyklus nach HABERFELLNER ET AL. zur Ableitung einer Vorgehensweise.

Zur Beschreibung der Compliance-Relevanz von digitalen Technologien wurde zunächst in Kapitel 5 eine passende Methode ausgewählt. Da für diese Untersuchung keine bestehende Literatur vorliegt, ein unsicherer Sachverhalt besteht und es sich um die erstmalige Beschäftigung mit diesem Thema handelt, eignete sich insbesondere die Delphi-Studie. Insgesamt wurden 22 Experten und Expertinnen im Rahmen der Delphi-Studie in zwei Wellen zur Compliance-Relevanz von zuvor ausgewählten digitalen Technologien befragt. In die Vorbereitung der Delphi-Studie fielen die Aufbereitung der Fragestellung, die Ausgestaltung der Bewertungsskala und die Auswahl der Expertengruppe als zentrale Bausteine. An die Durchführung der Delphi-Studie anschließend wurden zunächst die erfassten Daten beschrieben und anschließend umfassend analysiert. Es konnte die Compliance-Relevanz mithilfe statistischer Maße quantifiziert und eine Top sechs an digitalen Technologien identifiziert werden, die hinreichend compliance-relevant für eine Compliance-Richtlinie sind. Abschließend konnten Technologiecluster in den Top sechs gefunden werden. Die gesamte Delphi-Studie stützt sich im Rahmen dieser Dissertation auf eine Vorveröffentlichung der Autorin.

Zur Identifikation der erforderlichen Compliance-Richtlinien wird in Kapitel 6.1.1 das Aachener Digital Architecture Management (ADAM) als ganzheitliches Rahmenmodell ausgewählt. Dieses stellt sicher, dass die verschiedenen Unternehmensebenen holistisch betrachtet werden. Daran anschließend wurde mittels Ursache-Wirkungsbeziehungen nach compliance-relevanten Aspekten digitaler Technologien für eine Compliance-Richtlinie in Unternehmen gesucht. Hierfür wurde sowohl eine strukturierte Literaturrecherche durchgeführt sowie semistrukturierte Tiefeninterviews mit Experten geführt. Dieses Vorgehen wurde anschließend am Beispiel 5G vorgeführt.

An die Identifikation der erforderlichen Compliance-Richtlinien anschließend wird ebenfalls in Kapitel 6.2 die Gestaltung derselben betrachtet. Hierfür wurde herausgestellt, dass sowohl strukturierende als auch sprachliche Elemente von besonderer Bedeutung bei der Gestaltung von Compliance-Richtlinien sind. In Anlehnung an Vorarbeiten zu normativen Dokumenten zeigt das Kapitel eine umfassende Gliederungsstruktur für Compliance-Richtlinien für digitale Technologien auf sowie explizite Formulierungshinweise. Dies wird mit beispielhaften Bausteinen angereichert.

Weiterhin wurden die erarbeiteten Modelle in Kapitel 7 zueinander in Verbindung gesetzt und anwendbar für produzierende Unternehmen gemacht. Die entwickelte

Vorgehensweise adressiert die zuvor beschriebene Herausforderung, dass produzierenden Unternehmen bisher keine Methoden zur Erarbeitung von Compliance-Richtlinien für digitale Technologien zur Verfügung stehen. Das Modell wurde basierend auf dem Problemlösungszyklus nach HABERFELLNER ET AL. entwickelt. Es umfasst vier Schritte, welche produzierende Unternehmen unterstützen, ganzheitlich und effizient die eigenen Compliance-Richtlinien für ihre verwendeten digitalen Technologien zu erstellen.

Abschließend wurde in Kapitel 8 eine Evaluation durchgeführt. In diesem Rahmen wurde die entwickelte Vorgehensweise in zwei Fallstudien angewendet. Das Ergebnis der Evaluation bestätigt die Anwendbarkeit sowie die Nutzbarkeit der in dieser Dissertation entwickelten Methode. Zudem konnte die entwickelte Methode um Best Practices aus der Anwendung angereichert werden. Abschließend können letztlich die an die Modelle gestellten Anforderungen als erfüllt angesehen werden.

Der wissenschaftliche Beitrag, der durch die Erstellung der vorliegenden Dissertation erbracht wurde, geht über die reine inhaltliche Erarbeitung der Ergebnisse hinaus, denn im Rahmen der Dissertation wurde durch die Autorin erstmalig das Forschungsfeld der Compliance in Bezug auf digitale Technologien strukturiert und aus ingenieurwissenschaftlicher Perspektive angegangen. Die Erschließung dieses Forschungsfelds durch die vorliegende Dissertation ist der wesentlichste wissenschaftliche Beitrag. Weithin wurden drei explizite inhaltliche Ergebnisse erarbeitet.

Als Erstes wurde ein Weg zur quantitativen Erfassung von Compliance-Relevanz für digitale Technologien aufgezeigt und eine einmalige Einwertung ausgewählter digitaler Technologien vorgenommen. Das Vorgehen ist als reproduzierbar anzusehen und kann demnach erneut angewendet werden, um wieder eine aktuelle Einwertung zu erhalten.

Als Zweites wurde ein Vorgehen zur Auswahl der erforderlichen Compliance-Richtlinien sowie Empfehlungen für Gestaltungselemente strukturierender wie sprachlicher Natur entwickelt. Hierbei wurde der Transfer bekannter existierender normativer Dokumente hin zum neuen Feld der Compliance für digitale Technologien geleistet.

Als Drittes wurde eine Vorgehensweise zur Erstellung der relevanten Compliance-Richtlinien für produzierende Unternehmen gestaltet. Dieses Vorgehen schließt eine Lücke in Digitalisierungsvorhaben und liefert wertvolle Beiträge für eine verantwortungsvolle Digitalisierung. Hierbei wurde insbesondere auf praktische Anwendbarkeit unter maximal möglicher Wissenschaftlichkeit geachtet.

Neben dem Beitrag zur Wissenschaft hat die vorliegende Dissertation insbesondere auch einen praktischen Nutzen für die Industrie zu verzeichnen. Es ist erstmals für produzierende Unternehmen möglich, die Compliance-Relevanz digitaler Technologien strukturiert zu erfassen. Unternehmen werden somit auf kommende Regulierungen von Gesetzgebern vorbereitet sowie befähigt, selbst verantwortungsvoll im Zusammenhang mit der Digitalisierung zu handeln.

Aus den geschilderten Ergebnissen lässt sich der weitere Forschungsbedarf ableiten. Da es sich bei der vorliegenden Arbeit um den ersten wissenschaftlichen Ansatz zur Regulierung von digitalen Technologien mittels Compliance-Richtlinien handelt, stand primär die Strukturierung und Aufbereitung des Felds im Fokus. Aus diesem frühen Stadium der Forschung folgen weitere Handlungsfelder für die Zukunft. Die Berücksichtigung des Risk-Managements für digitale Technologien könnte ein effizienteres Compliance-Management von digitalen Technologien ermöglichen. Produzierende Unternehmen könnten durch das Bewusstsein über Risiken bei der Nutzung digitaler Technologien besser die Notwendigkeit von Compliance-Richtlinien einschätzen. Neben dem Risk-Management stellt die Governance für die Einhaltung der Compliance-Richtlinien ein mögliches Handlungsfeld dar. Dies könnte zu einer vollumfänglichen Umsetzung der Compliance-Richtlinien führen und eine Überprüfung ihrer Einhaltung ermöglichen. Zusammengefasst vermutet die Autorin, dass das Zusammenspiel von Compliance, Risiken und Governance bei der Nutzung digitaler Technologien große Potenziale bietet. Entsprechend könnten weitere Forschungsaktivitäten in diesen Feldern vielversprechende Erkenntnisse bereithalten.

Ein konkretes zukünftiges Handlungsfeld, welches aus der vorliegenden Dissertation hervorgeht, ist die Erstellung einer umfassenden Sammlung an beispielhaften Textbausteinen für die Gestaltung von Compliance-Richtlinien diverser digitaler Technologien. Eine derartige umfassende Sammlung kann nach Einschätzung der Autorin als hilfreiches Nachschlagewerk Unternehmen bei der Umsetzung inspirieren und dadurch die Anwendbarkeit weiter verbessern.

Zudem gilt es in der Zukunft, die Auswirkungen des Technology Readiness Level auf die Compliance-Relevanz zu untersuchen. Während der Erstellung der Dissertation hat die Autorin die Erfahrung gemacht, dass es bei den befragten Technologieexperten häufig ein Abwägen zwischen Innovation und einer möglichen Hemmung dieser durch Regulierung stattgefunden hat. Es gilt zu untersuchen, ob diese Vermutung zutrifft und ab welchem Reifegrad eine digitale Technologie sinnvoll reguliert werden sollte, ohne ihre Weiterentwicklung sowie neue Innovationen zu behindern.

## 10 Quellenverzeichnis

### 10.1 Publikationsverzeichnis

SCHUH, G.; STROH, M.-F.; JOHANNING, L.: Framework To Design Compliance Rules For Digital Technologies In Manufacturing Companies. In: *Procedia CIRP* 119 (2023a), S. 103–108.

SCHUH, G.; STROH, M.-F.; JOHANNING, L.: Toward Responsible Use Of Digital Technologies In: *Manufacturing Companies Through Regulation*. Hannover : publish-Ing, 2023b.

### 10.2 Literaturverzeichnis

3GPP TR 21.915 V15.0.0: Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; 5G. 3GPP. ETSI, 2019.

AAMODT, A.; NYGÅRD, M.: Different roles and mutual dependencies of data, information, and knowledge — An AI perspective on their integration. In: *Data & Knowledge Engineering* 16 (1995) 3, S. 191–222.

ABTS, D.; MÜLDER, W.: *Grundkurs Wirtschaftsinformatik. Eine kompakte und praxisorientierte Einführung*. 9., erw. u. akt. Auflage. Springer. Wiesbaden [u. a.], 2017.

ACKOFF, R.: From Data to Wisdom. In: *Journal of Applied Systems Analysis* (1989) 16, S. 3–9.

AHRENDTS, F.: *IT-Risikomanagement leben! Wirkungsvolle Umsetzung für Projekte in der Softwareentwicklung* (Xpert.press) (German Edition). Springer. Dordrecht, 2007.

AL-MAROOF, R. S.; AKOUR, I.; ALJANADA, R.; ALFAISAL, A. M.; ALFAISAL, R. M.; ABURAYYA, A.; SALLOUM, S. A.: Acceptance determinants of 5G services. In: *International Journal of Data and Network Science* 5 (2021) 4, S. 613–628.

APPELFELLER, W.; FELDMANN, C. (Hrsg.): *Die digitale Transformation des Unternehmens. Systematischer Leitfaden mit zehn Elementen zur Strukturierung und Reifegradmessung*. Springer Gabler. Berlin, Heidelberg 2018.

AUERBACH, M.: *Gestaltung von IT-Systemen zur mobilen Informationsbereitstellung im Infrastrukturmanagement*. Apprimus Verlag. Aachen, 2010.

AXELOS: *ITIL foundation. ITIL 4 edition. First edition*. TSO (The Stationery Office). Norwich, 2019.

BAUR, N.; BLASIUS, J. (Hrsg.): *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Springer eBook Collection. Springer VS. Wiesbaden 2019.

- BERWANGER, J.; HAHN, U.: *Interne Revision und Compliance*. Springer Fachmedien Wiesbaden. Wiesbaden, 2020.
- BLECK, S.: *Entwicklung einer Methodik zur integrierten Planung von Informationstechnologie-Einsatz und intermediären Informationsdienstleistungen im elektronischen Geschäftsverkehr*. Shaker Verlag. Aachen, 2004.
- BOEMKE, B.; GRAU, K.; KIBLING, K.; SCHNEIDER, H.: *Evidenzbasierte Kriminalprävention im Unternehmen. Wirksamkeit von Compliance-Maßnahmen in der deutschen Wirtschaft – Ein empirisches Forschungsvorhaben*. In: *Denkströme. Journal der Sächsischen Akademie der Wissenschaften* (2012) 9, S. 79–94.
- BOGNER, A.; LITTIG, B.; MENZ, W.: *Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung*. Leske + Budrich. Opladen, 2002.
- BÖHM, R.; FUCHS, E.: *System-Entwicklung in der Wirtschaftsinformatik*. 5., vollst. überarb. Aufl. vdf Hochschulverl. an der ETH Zürich. Zürich, 2002.
- BORG, I.: *Facettentheorie: Prinzipien und Beispiele*. In: *Psychologische Rundschau* (1986) 37, S. 121–137.
- BORTZ, J.; DÖRING, N.: *Forschungsmethoden und Evaluation. In den Sozial- und Humanwissenschaften*. 5. Aufl. Springer-Verlag. Berlin, 2016.
- BRÄUTIGAM, P.; HABBE, S.; GERGEN, P.; DAUM, A.; HECKMANN, D.; MARX, L.; AUER, J.; BRAND THIMO: *Digitalisierung & Compliance. Compliance-Studie 2021*, 2021. <https://www.noerr.com/de/insights/gemeinsame-studie-von-noerr-und-technischer-universitat-munchen> (Link zuletzt geprüft: 23.08.2023).
- BREHM, J. W.: *A theory of psychological reactance*. American Psychological Association, 1966.
- BULLINGER, H.-J.: *Einführung in das Technologiemanagement. Modelle, Methoden, Praxisbeispiele*. Vieweg+Teubner Verlag. Wiesbaden, 1994.
- CASPER, E.: *Digitalisierung: Wissing fordert rasche EU-Regelung für Umgang mit KI*, 16.04.2023. <https://www.zeit.de/digital/2023-04/digitalisierung-volker-wissing-regulierung-kuenstliche-intelligenz> (Link zuletzt geprüft: 23.08.2023).
- CHENG, J.; YANG, Y.; ZOU, X.; ZUO, Y.: *5G in manufacturing: a literature review and future research*. In: *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* (2022), S. 1–23.
- CHRISTIAN SCHWERDT: *Interview zum AI Act: "Regulieren wir uns in der EU gerade tot?"*, 04.03.2023.
- CLEFF, T.: *Deskriptive Statistik und explorative Datenanalyse. Eine computergestützte Einführung mit Excel, SPSS und STATA*. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Springer Gabler. Wiesbaden, 2015.
- CONTRATTO, F.: *«RegTech»: Digitale Wende für Aufsicht und Compliance*. In: *Jusletter* (2016) 1, S. 1–23.

- CORNELIUS, K.: „Künstliche Intelligenz“, Compliance und sanktionsrechtliche Verantwortlichkeit. In: Zeitschrift für Internationale Strafrechtsdogmatik (2020) 2, S. 51–64.
- DCGK: Deutscher Corporate Governance Kodex, 16.12.2019.  
[https://www.dcgk.de/files/dcgk/usercontent/de/download/kodex/191216\\_Deutscher\\_Corporate\\_Governance\\_Kodex.pdf](https://www.dcgk.de/files/dcgk/usercontent/de/download/kodex/191216_Deutscher_Corporate_Governance_Kodex.pdf) (Link zuletzt geprüft: 16.10.2021).
- DEINDL, M.: Gestaltung des Einsatzes von intelligenten Objekten in Produktion und Logistik. Schriftenreihe Rationalisierung; Bd. 118. Apprimus. Aachen, 2013.
- DEUTSCHE BUNDESBANK: Zur Bedeutung der Digitalisierung für die Entwicklung der Arbeitsproduktivität. Monatsbericht, 2023. <https://www.bundesbank.de/resource/blob/906392/71f97029ca27bb6c1c10fe380ab602d9/mL/2023-03-monatsbericht-data.pdf> (Link zuletzt geprüft: 02.12.2024).
- DIN SPEC 91345: Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0). Deutsches Institut für Normung; ICS: 03.100.01; 25.040.01; 35.240.50. Beuth Verlag GmbH. Berlin, 2016.
- DIN ISO/IEC 820-2: Normungsarbeit - Teil 2: Gestaltung von Dokumenten. Deutsches Institut für Normung; ICS: 820-2:2022-12. Beuth Verlag. Berlin, Dezember 2022.
- DIN EN 45020: Normung und damit zusammenhängende Normung und damit zusammenhängende Tätigkeiten - Allgemeine Begriffe. Deutsches Institut für Normung e. V.; ICS: 01.040.01; 01.120. Beuth Verlag. Berlin, März 2007.
- DIN ISO 37301:2021-11: Compliance-Managementsysteme- Anforderungen mit Leitlinien zur Anwendung. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH. Berlin, November 2021.
- DIETZFELBINGER, D.: Praxisleitfaden Unternehmensethik. Kennzahlen, Instrumente, Handlungsempfehlungen. Gabler. Wiesbaden, 2008.
- DIRLENBACH, H. C.-P.: Erfolgreiches Management von After-Sales-Service-Innovationen in der Automobilindustrie. Eine Mixed-Methods-Analyse. Shaker Verlag, 2009.
- DÖRING, N.; BORTZ, J.: Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. 5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage 2016. Springer. Berlin, Heidelberg, 2016.
- DUDEN: hinreichend. <https://www.duden.de/node/145393/revision/1427412> (Link zuletzt geprüft: 15.08.2023).
- DUDEN: mäßig. <https://www.duden.de/node/151741/revision/1226744> (Link zuletzt geprüft: 15.08.2023).
- EIGNER, M.; GERHARDT, F.; GILZ, T.; MOGO NEM, F.: Informationstechnologie für Ingenieure. Springer Vieweg. Berlin, Heidelberg, 2012.

- EISENHARDT, K. M.: Building Theories from Case Study Research. In: The Academy of Management Review 14 (1989) 4, S. 532.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (Hrsg.): EMPFEHLUNG DER KOMMISSION vom 6. Mai 2003 betreffend die Empfehlung der Kommission vom 06. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen. (Text von Bedeutung für den EWR) (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2003) 1422). Brüssel (Belgien), 2003. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003H0361> (Link zuletzt geprüft: 18.08.2023).
- EUROPÄISCHE KOMMISSION: Verordnung des europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für künstliche Intelligenz (Gesetz über künstliche Intelligenz) und zur Änderung bestimmter Rechtsakte der Union, 2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0206> (Link zuletzt geprüft: 23.08.2023).
- Europäisches Parlament und Europäischer Rat: Verordnung des europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für künstliche Intelligenz (Gesetz über künstliche Intelligenz) und zur Änderung bestimmter Rechtsakte der Union. AI Act, 2024..
- EUROSTAT: NACE Rev. 2. Statistical classification of economic activities in the European Community. Methodologies and working papers. Luxemburg, 2008. [ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5902521/KS-RA-07-015-EN.PDF](http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5902521/KS-RA-07-015-EN.PDF) (Link zuletzt geprüft: 23.08.2023).
- FALK, M.: IT-Compliance in der Corporate Governance. Gabler Verlag. Wiesbaden, 2012.
- FEMERS-KOCH, S.: Compliance-Kommunikation aus wirtschaftspsychologischer Sicht. Springer Fachmedien Wiesbaden. Wiesbaden, 2018.
- FETTKE, P.; LOOS, P.: Entwicklung eines Bezugsrahmens zur Evaluierung von Referenzmodellen - Langfassung eines Beitrages. Universität, 2004.
- FORRESTER, J. W.: Grundzüge einer Systemtheorie. Gabler Verlag. Wiesbaden, 1972.
- FORRESTER, J. W.: System dynamics, systems thinking, and soft OR. In: System Dynamics Review 10 (1994) 2-3, S. 245–256.
- FRIEDRICH, J.: Methoden empirischer Sozialforschung. VS Verlag für Sozialwissenschaften. Wiesbaden, 1990.
- FRÖHLICH, M.; GLASNER, K.: IT-Governance. Leitfaden für eine praxisgerechte Implementierung. 1. Aufl. Gabler. Wiesbaden, 2007.
- GLEIBNER, W.: Definition: Risikomanagement. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/risikomanagement-42454> (Link zuletzt geprüft: 06.03.2022).

- GUPTA, A.; BASU, D.; GHANTASALA, R.; QIU, S.; GADIRAJU, U.: To Trust or Not To Trust: How a Conversational Interface Affects Trust in a Decision Support System. In: Proceedings of the ACM Web Conference 2022. Hrsg.: F. Laforest. ACM Digital Library. Association for Computing Machinery, New York, NY, United States, 2022, S. 3531–3540.
- GUTTMAN, L.: A Basis for Scaling Qualitative Data. In: American Sociological Review 9 (1944) 2, S. 139.
- HABERFELLNER, R.; WECK, O. L. de; FRICKE, E.; VÖSSNER, S. (Hrsg.): Systems engineering. Grundlagen und Anwendung. 14. überarbeitete Auflage. Orell Füssli Verlag. Zürich 2018.
- HÄDER, M.: Delphi-Befragungen. Ein Arbeitsbuch. 3. Auflage. Springer VS. Wiesbaden, 2014.
- HAES, S. de; VAN GREMBERGEN, W.; ANANT, J.; HUYGH, T.: Enterprise Governance of Information Technology. 3rd ed. Springer International Publishing. [Place of publication not identified], 2020.
- HANSCH, J.: Corporate Governance für internationale Konzerne. Springer Berlin Heidelberg. Berlin, Heidelberg, 2021.
- HARRACH, H.: Risiko-Assessments für Datenqualität. Konzept und Realisierung. Vieweg+Teubner. Wiesbaden, 2010.
- HE, K.; ZHANG, X.; REN, S.; SUN, J.: Deep Residual Learning for Image Recognition. In: 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2016). Las Vegas, Nevada, USA, 27-30 June 2016. Hrsg.: K. He. IEEE, Piscataway, NJ, 2016, S. 770–778.
- HEINRICH, L. J.; RIEDL, R.; HEINZL, A.: Wirtschaftsinformatik. Einführung und Grundlegung. 4. überarb. u. erw. Auflage. Springer. Berlin [u.a.], 2011.
- HEINRICH, L. J.; STELZER, D.; RIEDL, R.: Informationsmanagement. Grundlagen, Aufgaben, Methoden. 11. vollst. überarb. Auflage. DE Gruyter Oldenbourg. Berlin [u. a.], 2014.
- HESS, T.; MATT, C.; HILBERS, K.: Bekannte und weniger bekannte Wege zu praxisrelevanter Forschung in der Wirtschaftsinformatik. In: Wirtschaftsinformatik in Wissenschaft und Praxis. Festschrift für Hubert Österle. Hrsg.: W. Brenner; T. Hess. Business Engineering. Springer Gabler, Berlin, Heidelberg, 2014, S. 129–139.
- HICKING, J.: Spezifikation von intelligenten Produkten im Maschinenbau. Schriftenreihe Rationalisierung; Bd. 175; Bd. Band 175. Apprimus. Aachen, 2020. – Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2020.

- HITZLER, R.; HÖNER, A.; MAEDER, C. (Hrsg.): Expertenwissen. Die institutionalisierte Kompetenz zur Konstruktion von Wirklichkeit. Westdeutscher Verlag. Opladen 1994.
- HOFFMANN, J.: Informationssystem-Architekturen produzierender Unternehmen bei software-definierten Plattformen. Schriftenreihe Rationalisierung; Bd. Band 158. 1. Auflage. Apprimus Verlag. Aachen, 2018.
- HÜTTNER, M.: Markt- und Absatzprognosen. Kohlhammer. Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz, 1982.
- IDW PS 980: Grundsätze ordnungsmäßiger Prüfung von Compliance Management Systemen. IDW Institut der Wirtschaftsprüfer in Deutschland e.V. IDW Verlag GmbH. Düsseldorf, 2011.
- ITU M.2083-0: IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond. International Telecommunication Union. ITU, 2015.
- ISACA: COBIT® 2019-Rahmenwerk: A Business Framework for the Governance and Management of Enterprise IT. ISACA, 2019.
- ISO/IEC 38500: Information technology — Governance of IT for the organization. ISO/IEC. ISO, 2015.
- KAPLAN, M. A.: Über systemorientiertes Forschen. In: Systemtheorie. Hrsg.: R. Kurzrock; L. von Bertalanffy; M. A. Kaplan. Forschung und Information; Bd. 12. Colloquium-Verl., Berlin, 1972, S. 9–16.
- KIESEL, R.; STICHLING, K.; HEMMERS, P.; VOLLMER, T.; SCHMITT, R. H.: Quantification of Influence of 5G Technology Implementation on Process Performance in Production. In: Procedia CIRP 104 (2021), S. 104–109.
- KLOTZ, M.; DORN, D.-W.: IT-Compliance — Begriff, Umfang und relevante Regelwerke. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 45 (2008) 5, S. 5–14.
- KNOLL, M.: IT-Risikomanagement im Zeitalter der Digitalisierung. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 54 (2017) 1, S. 4–20.
- KNOLL, M.; STRAHRINGER, S.: IT-GRC-Management – Governance, Risk und Compliance. Springer Fachmedien Wiesbaden. Wiesbaden, 2017.
- KÖHLER-MA, C.; GEISER, G.; STARK, J.: Compliance in der Unternehmenskrise. Springer Fachmedien Wiesbaden. Wiesbaden, 2018.
- KÖNIG, N.; KEHL, P.: 5G-Industry Campus Europe. Fraunhofer IPT, 2022.
- KRCMAR, H.: Informationsmanagement. 6., überarb. Auflage. Springer. Berlin [u. a.], 2015.
- KREMER, T.; KLAHOLD, C.: Compliance-Programme in Industriekonzernen. In: 1612-7048 39 (2010) 1, S. 113–143.

- KÜHL, N.; GOUTIER, M.; HIRT, R.; SATZGER, G.: Machine Learning in Artificial Intelligence: Towards a Common Understanding, 2020. <https://arxiv.org/abs/2004.04686> (Link zuletzt geprüft: 04.07.2023).
- KÜHL, S.; STRODTHOLZ, P.; TAFFERTSHOFER, A.: Handbuch Methoden der Organisationsforschung. Quantitative und Qualitative Methoden. Online-Ausg. VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden. Wiesbaden, 2009.
- LASSMANN, W.: Wirtschaftsinformatik. Nachschlagewerk für Studium und Praxis. Gabler. Wiesbaden, 2006.
- LEESER, D. C.: Digitalisierung in KMU Kompakt. Compliance und IT-Security. Springer Berlin / Heidelberg. Berlin, Heidelberg, 2020.
- LEHNER, F.; WILDNER, S.; SCHOLZ, M.: Wirtschaftsinformatik. Eine Einführung. 2. Auflage. Hanser. München [u. a.], 2008.
- LIKERT, R.: A technique for the measurement of attitudes. In: Archives of psychology (1932) 140, S. 1–55.
- LINSTONE, H. A.; TUROFF, M.: The Delphi Method. Techniques and applications. 3. print (2002). Addison-Wesley. Reading, Mass., 1975.
- LOOS, P.: Grunddatenverwaltung und Betriebsdatenerfassung als Basis der Produktionsplanung und -steuerung. In: Einführung in das Produktionscontrolling. Hrsg.: H. Corsten; B. Friedl. Verlag Vahlen, München, 1999, S. 227–252.
- MERTENS, P.: Integrierte Informationsverarbeitung 1. Operative Systeme in der Industrie. 17., überarbeitete Auflage. Gabler Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden. Wiesbaden, 2009.
- MOHRI, M.; ROSTAMIZADEH, A.; TALWALKAR, A.: Foundations of machine learning. Second edition. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts, 2018.
- MÖHRLE, M. G.; ISENMANN, R.: Technologie-Roadmapping. Springer Berlin Heidelberg. Berlin, Heidelberg, 2008.
- MÖNCHHALFEN, C.: Marktforschung via Internet. Eine Delphi-Studie zur Einschätzung zukünftiger Möglichkeiten kommunikativer Erhebungsinstrumente. Bochumer Univ.-Verl. Bochum, 2001.
- NACHREINER; FRIEDHELM: Grundlagen empirischer Forschung in der Arbeitswissenschaft. In: Handbuch Arbeitswissenschaft. Hrsg.: H. Luczak. Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 1997, S. 87–92.
- NICKEL, O.: Machine Learning: Amazon verwirft sexistisches KI-Tool für Bewerber - Golem.de, 11.10.2018. <https://www.golem.de/news/machine-learning-amazon-verwirft-sexistisches-ki-tool-fuer-bewerber-1810-137060.html> (Link zuletzt geprüft: 06.03.2022).

- NIENKE, S.: Ontologie für Energieinformationssysteme produzierender Unternehmen. Edition Wissenschaft Apprimus; Bd. Band 156. 1. Auflage. Apprimus Verlag. Aachen, 2018.
- OECD: OECD principles of corporate governance. 2004. rev. version. OECD. Paris, 2004.
- PASSARGE, M.: Handbuch Compliance international. Recht und Praxis der Korruptionsprävention. Erich Schmidt Verlag. Berlin, 2014.
- PATZAK, G.: Systemtechnik, Planung komplexer innovativer Systeme. Grundlagen, Methoden, Techniken. Springer. Berlin [u.a.], 1982.
- PROBST, G. J. B.; GOMEZ, P.: Vernetztes Denken. Unternehmen ganzheitlich führen. Edition: 1. Gabler Verlag. Wiesbaden, 1989.
- PROBST, G. J. B.; GOMEZ, P. (Hrsg.): Vernetztes Denken. Ganzheitliches Führen in der Praxis. 2., erweiterte Auflage. Gabler. Wiesbaden 1991.
- RAAB, G.; UNGER, A.; UNGER, F.: Marktpsychologie. Springer Fachmedien Wiesbaden. Wiesbaden, 2016.
- RACZ, N.; WEIPPL, E.; SEUFERT, A.: A Frame of Reference for Research of Integrated Governance, Risk and Compliance (GRC). In: Communications and Multimedia Security. 11th IFIP TC 6/TC 11 International Conference. Hrsg.: B. Decker; I. Schaumüller-Bichl. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010, S. 106–117.
- RAFFÉE, H.: Betriebswirtschaftslehre im Grundstudium der Wirtschaftswissenschaft. 9., unveränd. Nachdr. der 1. Aufl. Vandenhoeck & Ruprecht. Göttingen, 1995.
- RAUTENSTRAUCH, C.; SCHULZE, T.: Informatik für Wirtschaftswissenschaftler und Wirtschaftsinformatiker. Springer. Berlin, Heidelberg, 2003.
- ROESGEN, R.: Analyse der Nutzenpotenziale von Supply Chain Management Systemen. Shaker. Aachen, 2007.
- ROPOHL, G.: Allgemeine Systemtheorie. Einführung in transdisziplinäres Denken. Ed. Sigma. Berlin, 1979.
- ROSEMANN, M.; SCHÜTTE, R.: Multiperspektivische Referenzmodellierung. In: Referenzmodellierung. State-of-the-Art und Entwicklungsperspektiven. Hrsg.: J. Bekker; M. Rosemann; R. Schütte. Physica-Verl., Heidelberg, 1999, S. 22–44.
- RÜEGG-STÜRM, J.; GRAND, S.: Das St. Galler Management-Modell. Management in einer komplexen Welt. 2., überarbeitete Auflage. Haupt Verlag. Bern, 2020.
- RUHWEDEL, P.: Wirecard: Es braucht eine starke Corporate Governance. <https://www.handelsblatt.com/meinung/gastbeitraege/gastkommentar-der-fall-wirecard-zeigt-die-notwendigkeit-einer-starken-corporate-governance/25980572.html?ticket=ST-1257905-LcRON04GSegnN9QCvetrcas01.example.org> (Link zuletzt geprüft: 13.06.2023).

- RUSSELL, S.; NORVIG, P.: Artificial intelligence. A modern approach. Fourth edition. Pearson. Hoboken, N.J., 2022.
- RÜTER, A.; SCHRÖDER, J.; GÖLDNER, A.; NIEBUHR, J.: IT-Governance in der Praxis. Springer Berlin Heidelberg. Berlin, Heidelberg, 2010.
- SACKMANN, S.: Automatisierung von Compliance. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 45 (2008) 5, S. 39–46.
- SCHACH, A.; CHRISTOPH, C.: Compliance in der Unternehmenskommunikation. Strategie, Umsetzung und Auswirkungen. 1. ed. 2015. Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint: Springer Gabler. Wiesbaden, 2015.
- SCHEIBMAYER, M.: Bestimmung von Zielgrößen für die Produktstammdatenqualität in produzierenden Unternehmen. 1. Aufl. Apprimus-Verl. Aachen, 2014.
- SCHEUCH, E. K.: Das Interview in der Sozialforschung. In: Handbuch der empirischen Sozialforschung. Hrsg.: König. 2; Bd. 1. Enke Verlag, Stuttgart, 1967, S. 136–196.
- SCHMIDT, C.: Konfiguration überbetrieblicher Koordinationsprozesse in der Auftragsabwicklung des Maschinen- und Anlagenbaus. Shaker. Aachen, 2008.
- SCHNEEWEIß, C.: Planung. Konzepte der Prozeß- und Modellgestaltung. Springer Berlin Heidelberg. Berlin, Heidelberg, s.l., 1992.
- SCHOMBURG, E.: Entwicklung eines betriebstypologischen Instrumentariums zur systematischen Ermittlung der Anforderungen an EDV-gestützte Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme im Maschinenbau, Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 1980, Dissertation, 1980. <https://publications.rwth-aachen.de/record/67103?> (Link zuletzt geprüft: 23.08.2023).
- SCHUH, G.: Der Ordnungsrahmen Produktion und Management. In: Einkaufsmanagement. Hrsg.: G. Schuh. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2014, S. 1–4.
- SCHUH, G.; ANDERL, R.; DUMITRESCU, R.; KRÜGER, A.; HOMPEL, M. ten: Industrie 4.0 Maturity Index. Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten. München, 2020a. <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/> (Link zuletzt geprüft: 23.08.2023).
- SCHUH, G.; BRAMBRING, F. (Hrsg.): Produktion am Standort Deutschland. Ergebnisse der Untersuchung 2013 ; [... die Untersuchung ist Bestandteil des BMBF-Forschungsprojekts "ProSense - Hochauflösende Produktionssteuerung auf Basis kybernetischer Unterstützungssysteme und intelligenter Sensorik" ... im Rahmenkonzept "Forschung für die Produktion von morgen" sowie der Fördermaßnahme " Intelligente Vernetzung in der Produktion - Ein Beitrag zum Zukunftsprojekt Industrie 4.0"]. Ausg. 2013. FIR an der RWTH Aachen. Aachen 2013.

- SCHUH, G.; STICH, V.; HICKING, J.; WENGER, L.; ABBAS, M.; BENNING, J.; BREMER, M.; CLEMENS, F. (Hrsg.): Aachener Digital-Architecture-Management. Wegweiser zum digital vernetzten Unternehmen : Positionspapier. FIR-Edition Praxis; Bd. 13. FIR e.V. an der RWTH Aachen. Aachen 2020b.
- SCHUH, G.; STROH, M.-F.; JOHANNING, L.: Framework To Design Compliance Rules For Digital Technologies In Manufacturing Companies. In: Procedia CIRP 119 (2023a), S. 103–108.
- SCHUH, G.; STROH, M.-F.; JOHANNING, L.: Toward Responsible Use Of Digital Technologies In Manufacturing Companies Through Regulation. In: Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics: CPSL 2023. Hrsg.: D. Herberger; M. Hübner; V. Stich. Hannover : publish-Ing., 2023b, S. 280–289.
- SCHUH, G.; ZELLER, V.; STICH, V.: Digitalisierungs- und Informationsmanagement. Springer Berlin Heidelberg. Berlin, Heidelberg, 2022.
- SCHULTE-ZURHAUSEN, M.: Organisation. 5. Aufl. Vahlen. München, 2010.
- SCHWAB, K.: Die Vierte Industrielle Revolution. Erste Auflage. Pantheon. München, Juni 2016.
- SEBASTIANI, F.: Machine learning in automated text categorization. In: ACM Computing Surveys 34 (2002) 1, S. 1–47.
- SEIBOLD, H.: IT-Risikomanagement. Oldenbourg. München, Wien, 2006.
- STACHOWIAK, H.: Allgemeine Modelltheorie. Springer. Wien [u. a.], 1973.
- STEVENS, S. S.: On the Theory of Scales of Measurement. In: Science 103 (1946) 2684, S. 677–680.
- STICH, V.; HICKING, J.; STROH, M.-F.; ABBAS, M.; KREMER, S.; HENKE, L.: Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland. Technologie- und Trendradar 2021, 2021. [https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-technologie-trendradar-2021.pdf%3F\\_\\_blob%3DpublicationFile&v%3D3](https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-technologie-trendradar-2021.pdf%3F__blob%3DpublicationFile&v%3D3) (Link zuletzt geprüft: 23.08.2023).
- TEUBNER, A.; FELLER, T.: Informationstechnologie, Governance und Compliance. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK 50 (2008) 5, S. 400–407.
- THURSTONE, L. L.: Attitudes Can Be Measured. In: American Journal of Sociology 33 (1928) 4, S. 529–554.
- ULRICH, H.: Gesammelte Schriften. Grundlagen der allgemeinen Unternehmungslehre. Haupt Verlag, 1970.
- ULRICH, H.: Die Betriebswirtschaftslehre als anwendungsorientierte Sozialwissenschaft. In: Die Führung des Betriebes. Hrsg.: M. Geist; R. Köhler. Poeschel, Stuttgart, 1981, S. 1–25.

- ULRICH, H.: Management. Paul Hapt Bern und Stuttgart, 1984.
- ULRICH, P.; HILL, W.: Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre Teil I. In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium : WiSt (1976a) 5, S. 304–309.
- ULRICH, P.; HILL, W.: Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre Teil II. In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium : WiSt (1976b) 5, S. 345–350.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V.: VDI-Richtlinien-Redaktionshandbuch, 2020.  
[https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi\\_de/redakteure/richtlinien/dateien/VDI-Richtlinien-Redaktionshandbuch-Stand-2020-05.pdf](https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/richtlinien/dateien/VDI-Richtlinien-Redaktionshandbuch-Stand-2020-05.pdf) (Link zuletzt geprüft: 26.08.2023).
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V.: VDI-Richtlinien schreiben leicht gemacht, 2023.  
[https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi\\_de/redakteure/richtlinien/dateien/VDI\\_Richtlinien\\_schreiben.pdf](https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/richtlinien/dateien/VDI_Richtlinien_schreiben.pdf) (Link zuletzt geprüft: 26.08.2023).
- WAGEMANN, C.; GOERRES, A.; SIEWERT, M. B.: Handbuch Methoden der Politikwissenschaft. Springer Fachmedien Wiesbaden. Wiesbaden, 2020.
- WEBSTER, J.; WATSON, R. T.: Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. In: MIS Quarterly 26 (2002) 2, S. xiii–xxiii.
- WECKER, G.; OHL, B.: Compliance in der Unternehmerpraxis. Springer Fachmedien Wiesbaden. Wiesbaden, 2013.
- WERNITZ, F.: Das Experteninterview als Datenerhebungsmethode in Prüfungsarbeiten. In: IUBH Discussion Papers - Business & management (2018) 2, S. 1–14.
- WIELAND, J.: Die Kunst der Compliance. In: Wirtschaftskriminalität und Ethik. Hrsg.: A. Löhr; E. Burkatzki. 1; Bd. 16. Rainer Hampp Verlag München und Mering, Mering, 2008, S. 155–167.
- WIELAND, J.; STEINMEYER, R.; GRÜNINGER, S.: Handbuch Compliance-Management. Konzeptionelle Grundlagen, praktische Erfolgsfaktoren, globale Herausforderungen. 3. völlig neu bearbeitete und wesentlich erweiterte Auflage. Schmidt Erich. Berlin, 2020.
- WITTMANN, W.: Unternehmung und Unvollkommene Information. Unternehmerische Voraussicht -- Ungewißheit und Planung. VS Verlag für Sozialwissenschaften. Wiesbaden, 1959.
- ZANGEMEISTER, C.: Zur Charakteristik der Systemtechnik. In: Aufbauseminar Systemtechnik. Hrsg.: Technische Universität Berlin. Berlin: Techn. Univ, Berlin, 1969, S. 1–25.
- ZELEWSKI, S.: Grundlagen. In: Betriebswirtschaftslehre; Bd. 1. Hrsg.: H. Corsten; M. Reiß. 4. vollst. überarb. u. wesentl. erw. Auflage. Oldenbourg, München [u. a.], 2008, S. 1–98.

ZELLER, V.: Systematische Verbesserung von Prozessen für IT-Dienstleistungen.  
Schriftenreihe Rationalisierung; Bd. 154; Bd. 154. Apprimus. Aachen, 2018. –  
Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2013.

## Anhang

<b>Anhang A</b>	<b>Fragebogen der Delphi-Studie .....</b>	<b>166</b>
<b>Anhang B</b>	<b>Auswertung der Delphi Studie .....</b>	<b>182</b>
Anhang B.1	Auswertung 1. Befragungswelle .....	182
Anhang B.2	Auswertung 2. Befragungswelle .....	195
<b>Anhang C</b>	<b>Protokolle der Experteninterviews .....</b>	<b>205</b>
Anhang C.1	Experteninterview mit Sarah Schmitt .....	205
Anhang C.2	Experteninterview mit Dimitri Block .....	207
Anhang C.3	Experteninterview mit Ralf Wellens .....	209
Anhang C.4	Experteninterview mit Murtaza Abbas .....	212

**Anhang A Fragebogen der Delphi-Studie**

03.01.23, 11:08

Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien



## Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien

Im Rahmen der Forschungsaktivitäten zu meiner Dissertation am *FIR an der RWTH Aachen* werden aktuelle Digitale Technologie hinsichtlich der Notwendigkeit einer Compliance untersucht. Ziel der vorliegenden Delphi-Studie ist die Identifikation des Bedarfs an Compliance für die aktuellsten Digitalen Technologien in Unternehmen.

Die Methode der Delphi-Studie sieht, je nach Ergebnis, mehrere Befragungsrunden vor. Das heißt im Anschluss an diese Befragung ist es möglich, dass ich Sie um die Teilnahme an ein einer weiteren Runde bitte.

Das Ausfüllen der Umfrage ist freiwillig und dauert ungefähr 15 Minuten.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

Lara Johanning, M. Sc.

Mail: [lara.johanning@fir.rwth-aachen.de](mailto:lara.johanning@fir.rwth-aachen.de)

Mobil: +49 1775790387

\* Erforderlich

### Erfassung Daten und Grundlagen

Die Ergebnisse dieser Delphi-Umfrage werden nur anonymisiert in der Dissertation veröffentlicht und ebenfalls nur anonymisiert an die anderen Teilnehmenden weitergeben.

1. Bitte tragen Sie Ihren **Vor- und Nachnamen** ein \*

03.01.23, 11:08

Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien

2. Bitte geben Sie eine **E-Mail Adresse** an

3. Wie schätzen Sie Ihre eigene **Fachkenntniss** zum Themenbereich **Compliance** ein? \*

- groß
- mittel
- gering
- keine
- weiß nicht

4. Wie schätzen Sie Ihre eigene **Fachkenntniss** zum Themenbereich **Digitale Technologien** ein? \*

- groß
- mittel
- gering
- keine
- weiß nicht

5. Schätzen Sie, dass der Einsatz Digitaler Technologien in Unternehmen zukünftig eine Compliance benötigt? \*

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Nein, unwahrscheinlich

Ja, wahrscheinlich

03.01.23, 11:08

Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien

6. Wie sicher sind Sie sich bei Ihrer Einschätzung zum Bedarf für Compliance beim Einsatz Digitaler Technologien? \*

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

sehr unsicher

Äußerst sicher

03.01.23, 11:08

Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien

## Relevanz Digitaler Technologien hinsichtlich eines benötigten Regelwerks (Compliance) für Daten, die Verwendung der Technologie und die Einbettung in die Organisation

Geben Sie bitte Ihre Einschätzung zu:

**Daten:** Schätzen Sie, dass die Digitale Technologie bei der Verwendung/Erzeugung von Daten in Unternehmen einen Bedarf für eine Compliance hat?

**Technologie:** Schätzen Sie, dass die Digitale Technologie bei der Anwendung in Unternehmen aufgrund ihrer Funktionsweise und Eigenschaften einen Bedarf für eine Compliance hat?

**Organisation:** Schätzen Sie, dass die Digitale Technologie bei der Einbindung in das Unternehmen (z.B. Prozesse und Mitarbeitende) einen Bedarf für eine Compliance hat?

7. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **5G** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

03.01.23, 11:08

Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien

8. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **ZigBee** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **RFID** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

03.01.23, 11:08

Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien

10. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **Thread** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **WiFi-6** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

03.01.23, 11:08

Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien

12. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **Bluetooth 5** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **Conversational Interfaces** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

03.01.23, 11:08

Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien

14. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **Augmented Reality (AR)** ein? \*

\*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **Virtual Reality (VR)** ein? \*

\*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

03.01.23, 11:08

Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien

16. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **Systemvirtualisierung** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **Machine Learning (ML)** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

03.01.23, 11:08

Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien

18. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **Deep Learning** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **Natural Language Processing** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

03.01.23, 11:08

Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien

20. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **Computer Vision** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **Quantum Computing** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

03.01.23, 11:08

Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien

22. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **Brain-Computer-Interface** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **Edge Computing** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

03.01.23, 11:08

Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien

24. Wie schätzen Sie die drei Facetten (**Daten**, **Technologie**, **Organisation**) beim Einsatz der Digitalen Technologie **Distributed Ledger Technologien** ein? \*

Zur Hilfestellung: siehe Leitfragen oben

	gar nicht relevant	wenig relevant	mäßig relevant	hinreichend relevant	äußerst relevant	<i>Ich weiß nicht</i>
<b>Daten</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Technologie</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organisation</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

03.01.23, 11:08

Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien

25. Bei der **Einschätzung** welcher Digitalen Technologien waren Sie sich besonders **sicher**?

- 5G
- ZigBee
- RFID
- Thread
- WiFi-6
- Bluetooth 5
- Conversational Interfaces
- Augmented Reality (AR)
- Virtual Reality (VR)
- Systemvirtualisierung
- Machine Learning (ML)
- Deep Learning
- Natural Language Processing
- Computer Vision
- Quantum Computing
- Brain-Computer-Interface
- Edge Computing
- Distributed Ledger Technologien

03.01.23, 11:08

Delphi-Studie: Compliance Digitaler Technologien

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

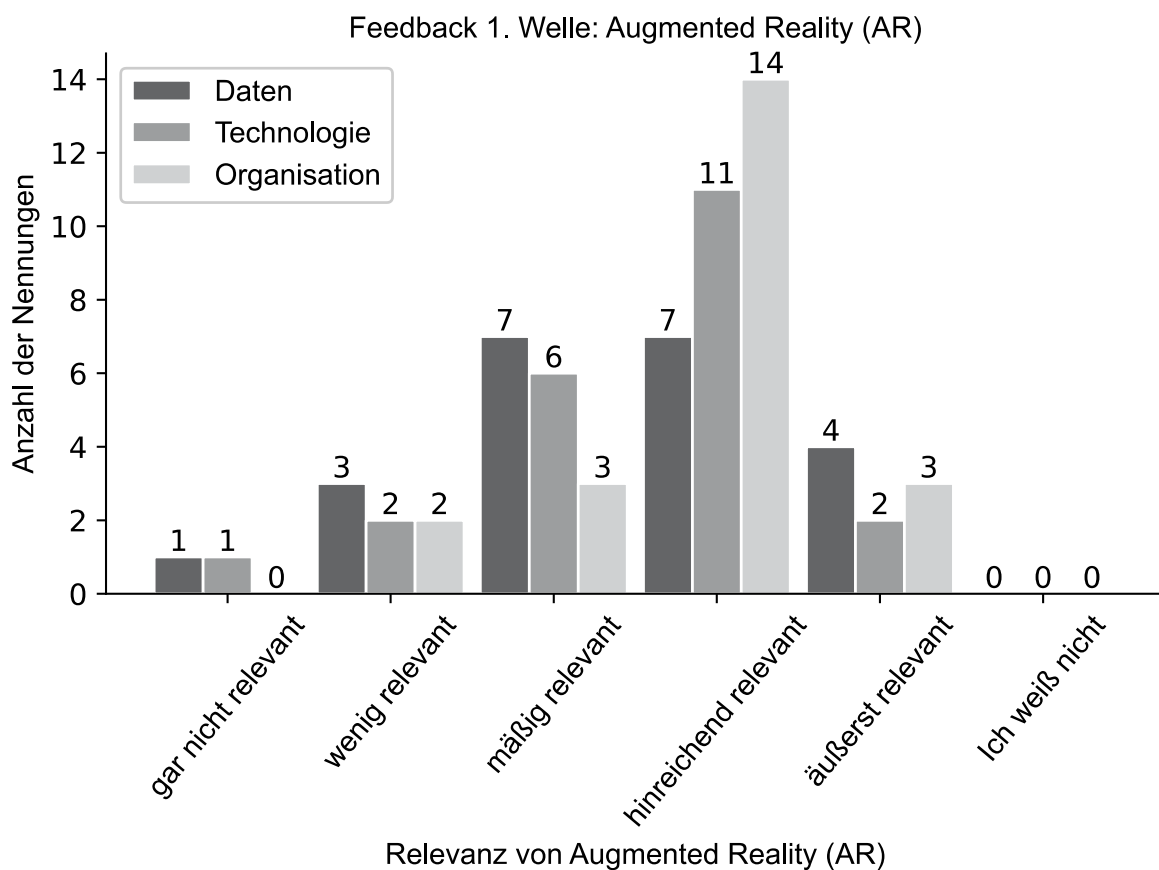
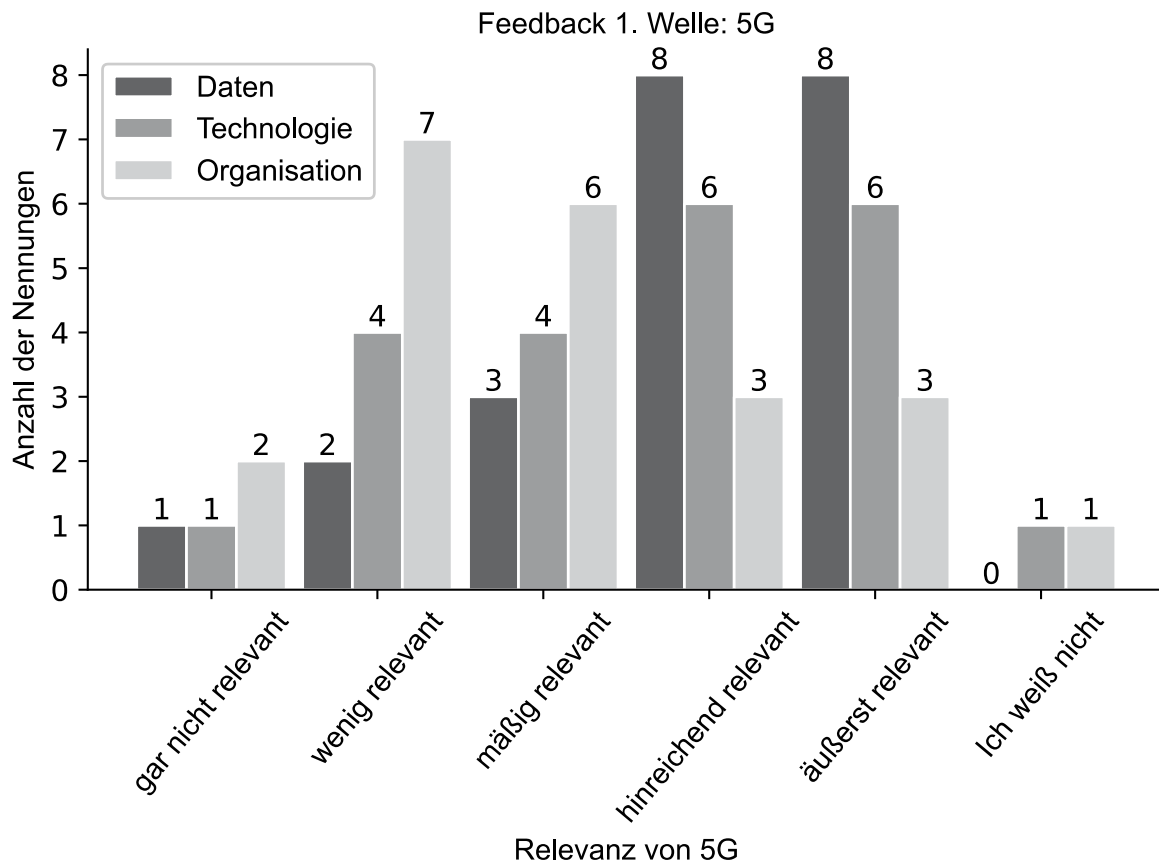
26. Sollten Sie zu den Inhalten noch Hinweise und Kommentare haben, dann schreiben Sie diese gerne hier auf. Ich bin sehr an Ihrer Meinung interessiert.

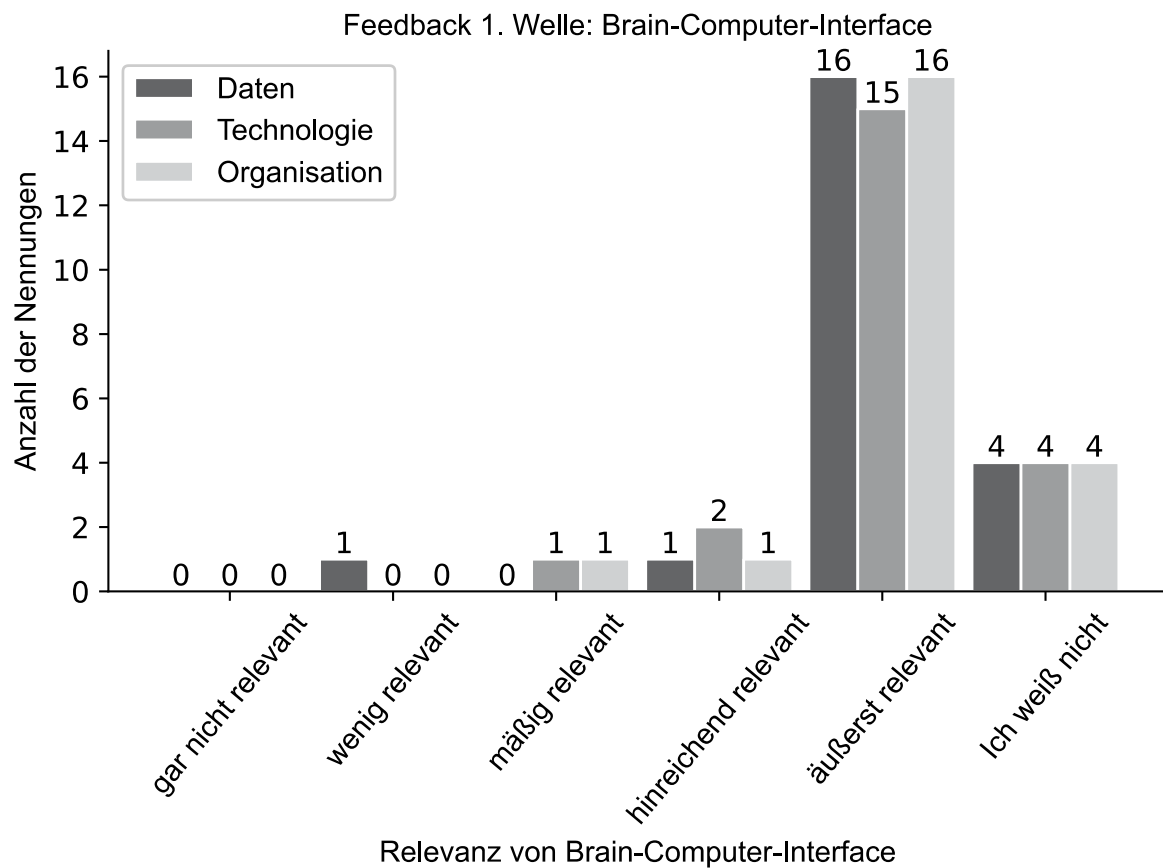
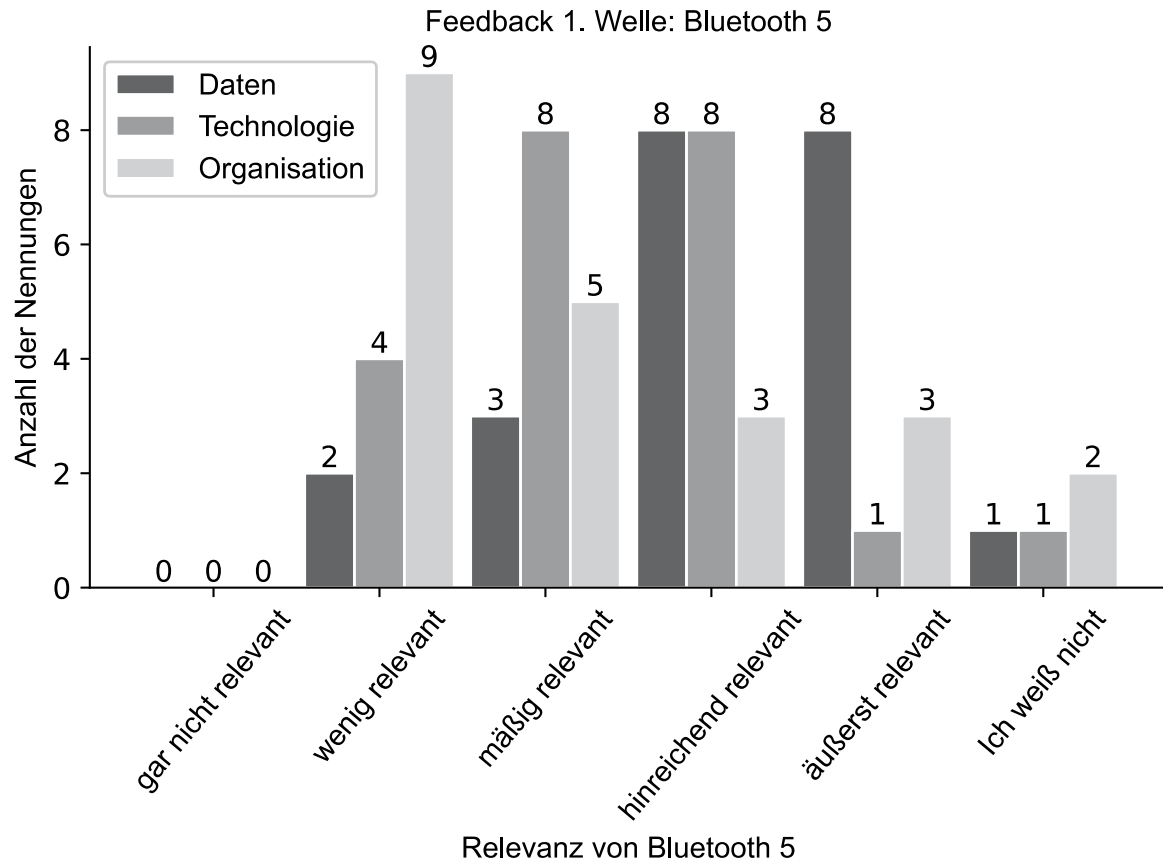
---

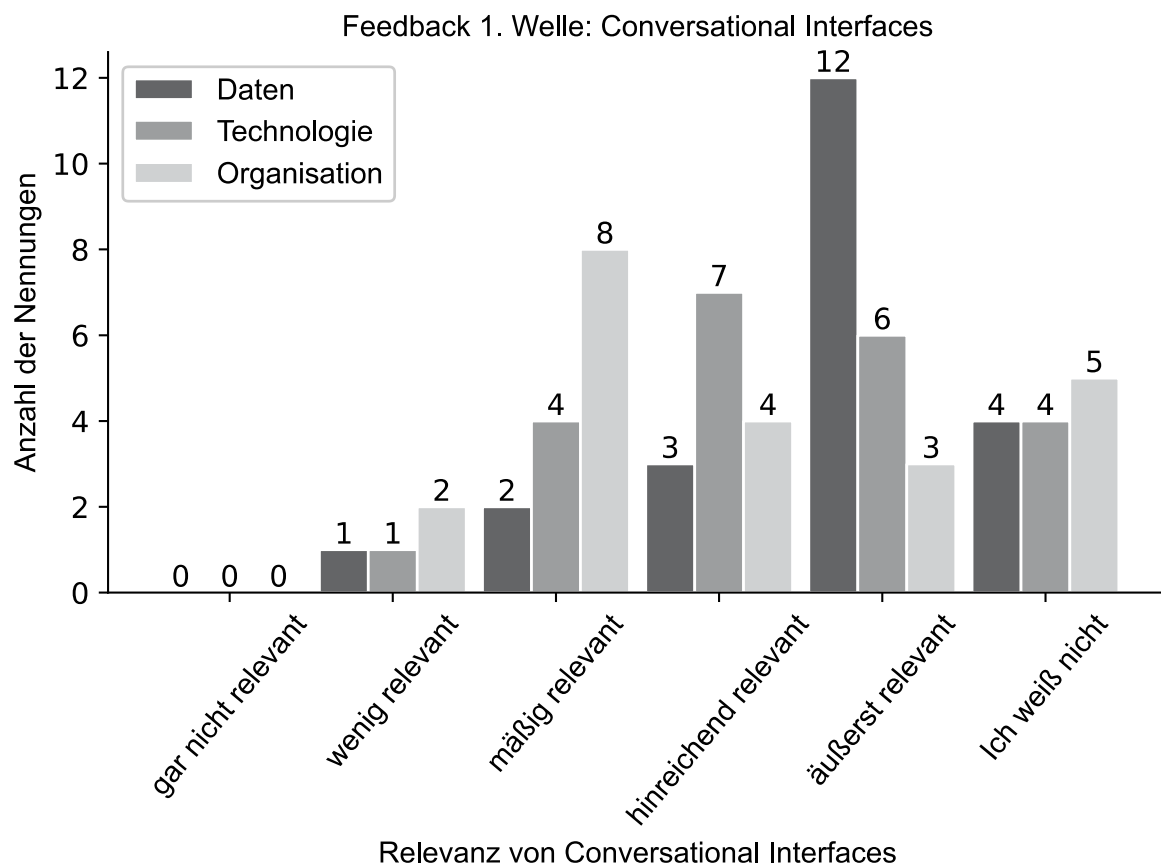
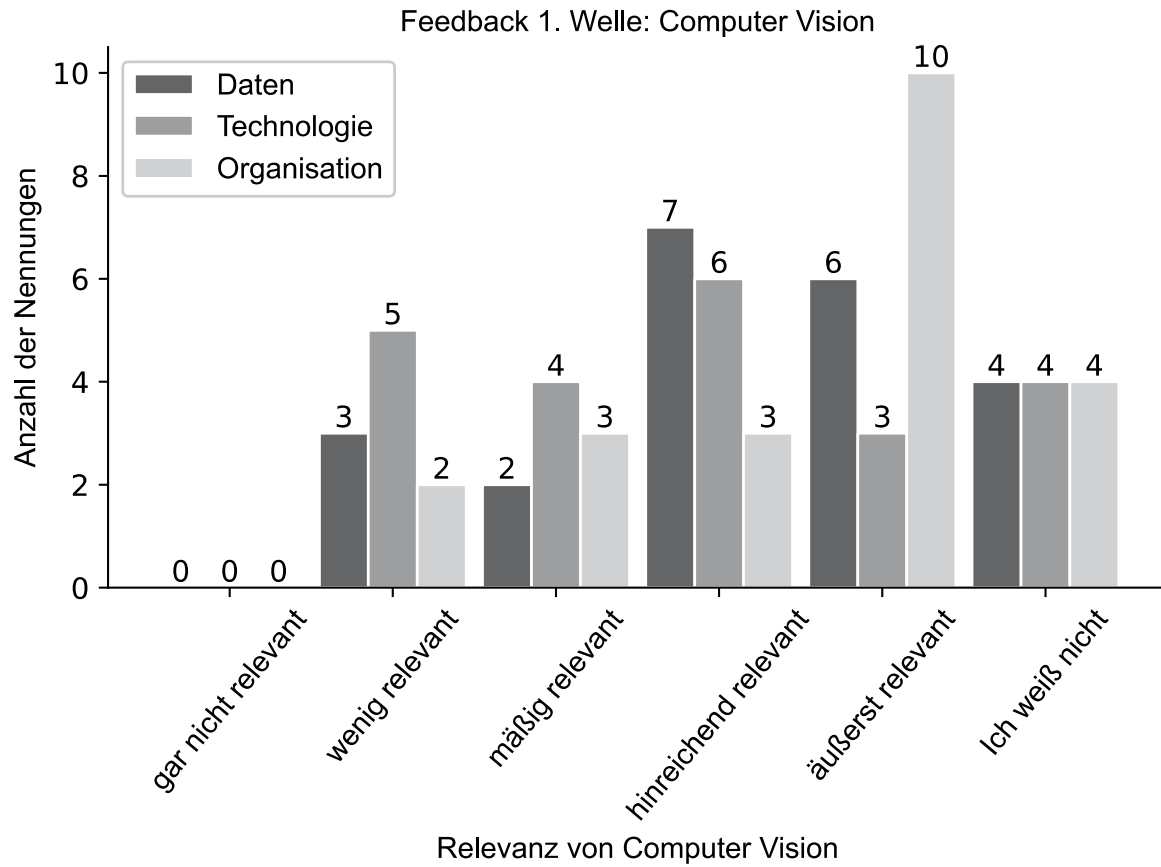
Dieser Inhalt wurde von Microsoft weder erstellt noch gebilligt. Die von Ihnen übermittelten Daten werden an den Formulareigentümer gesendet.

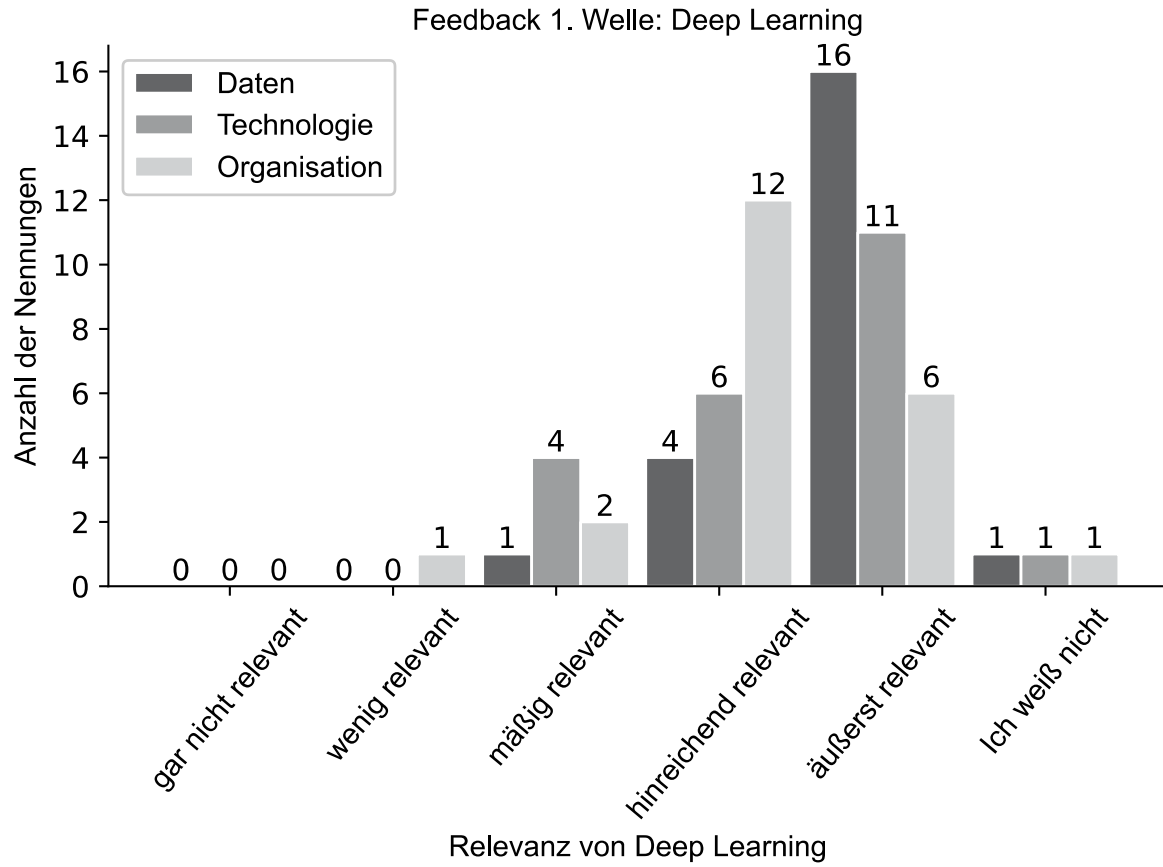
 Microsoft Forms

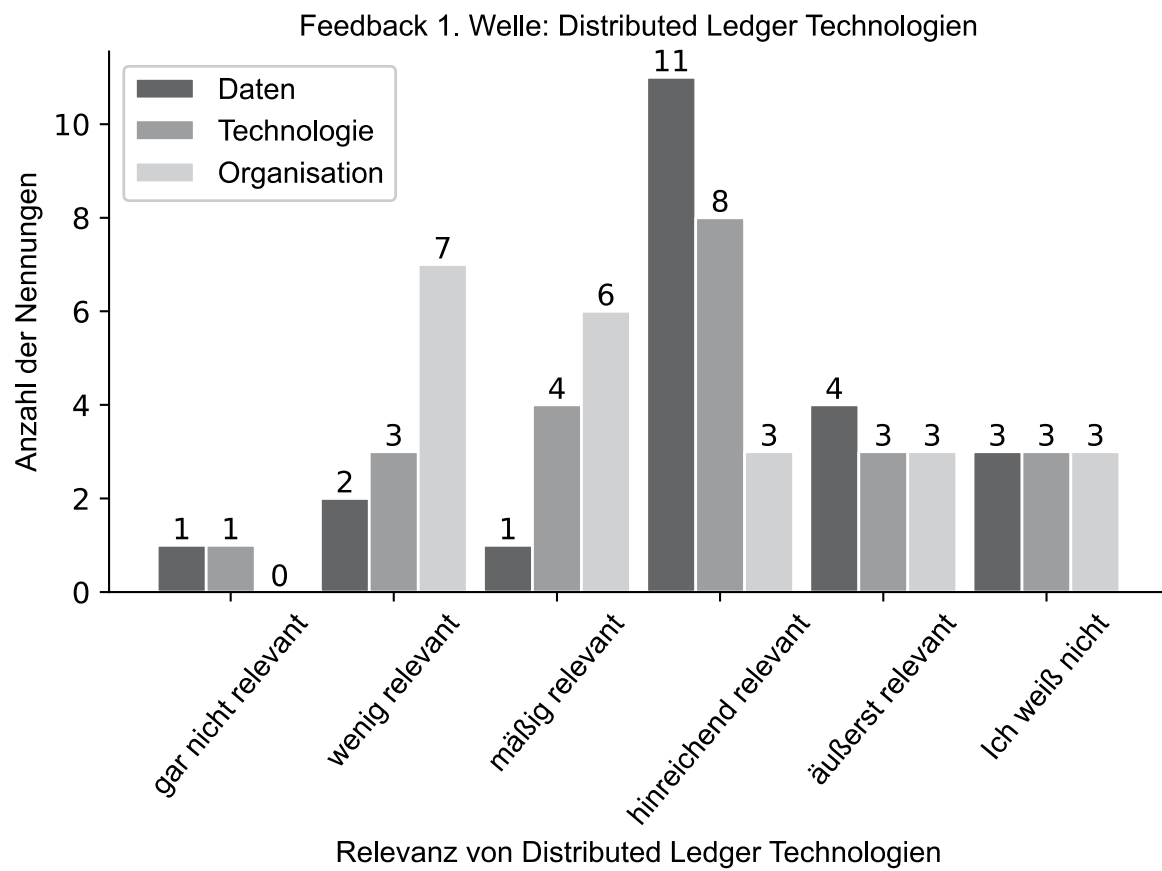
**Anhang B    Auswertung der Delphi Studie****Anhang B.1    Auswertung 1. Befragungswelle**

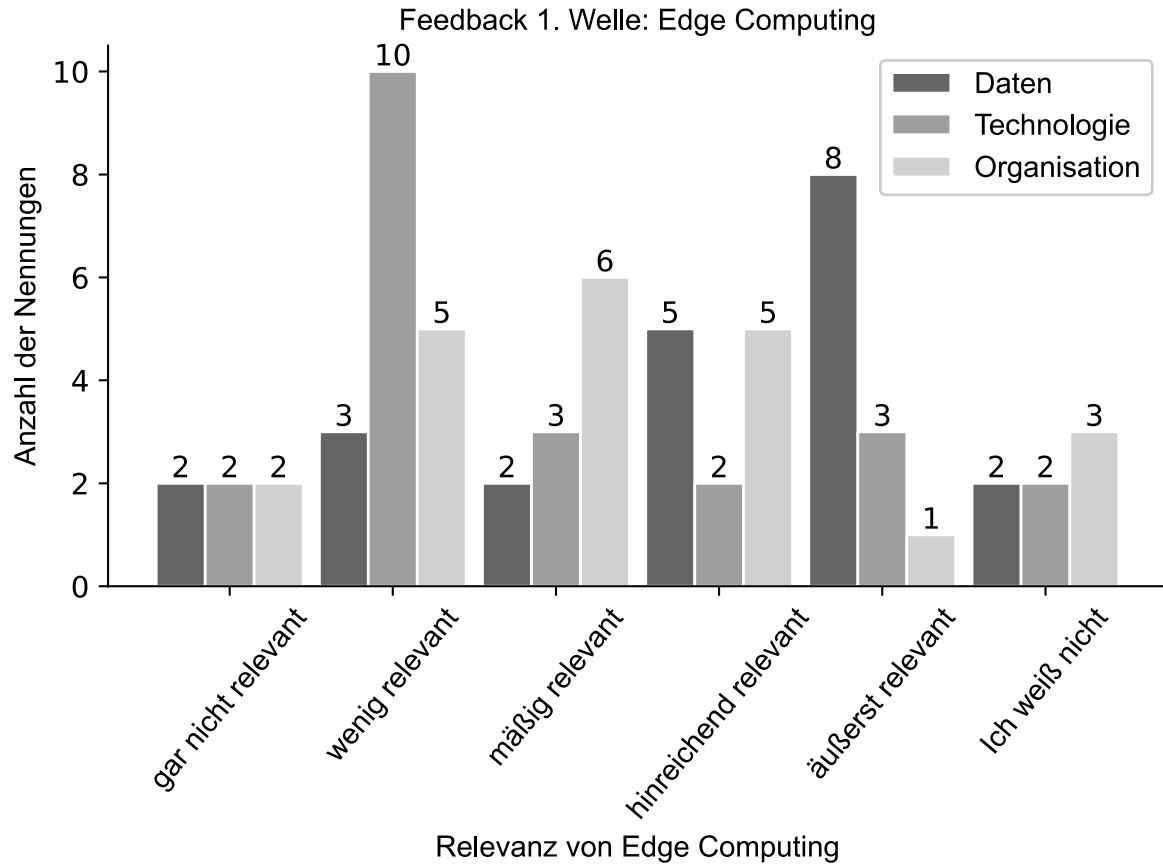


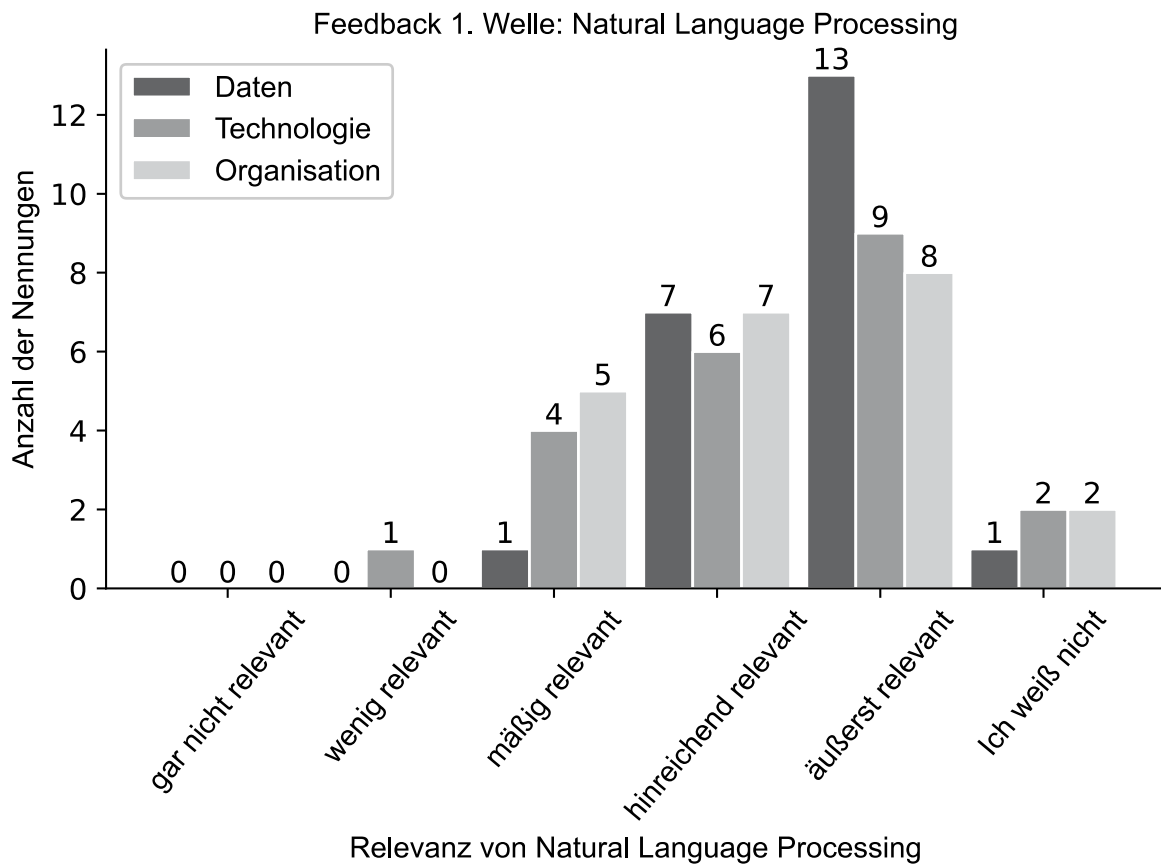
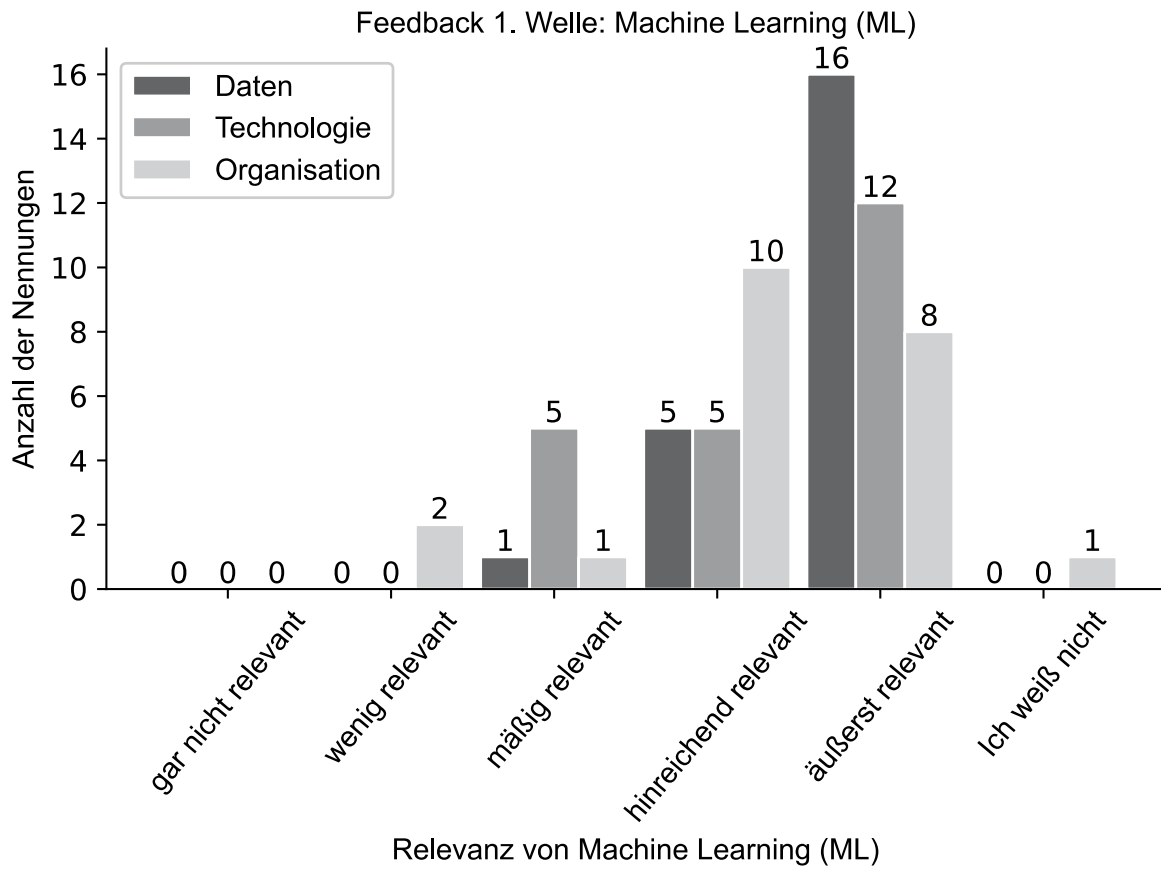


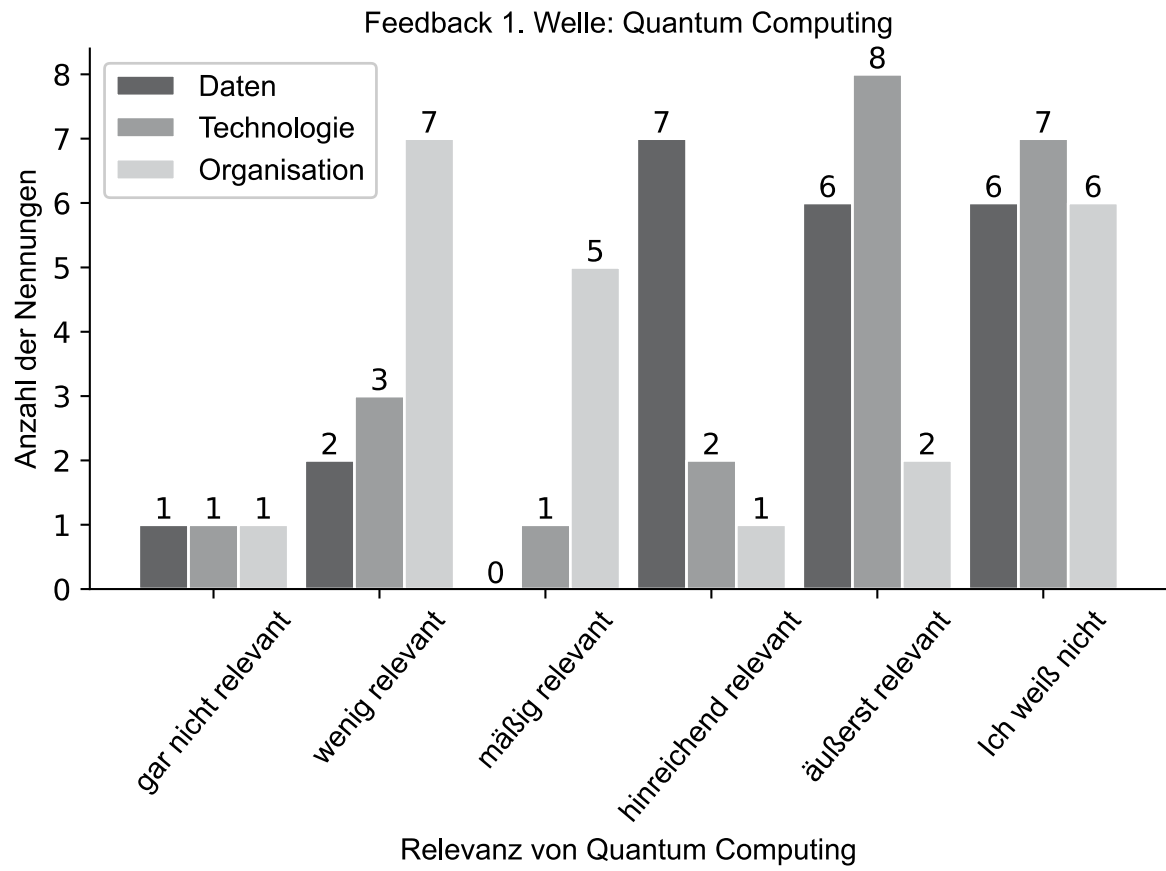


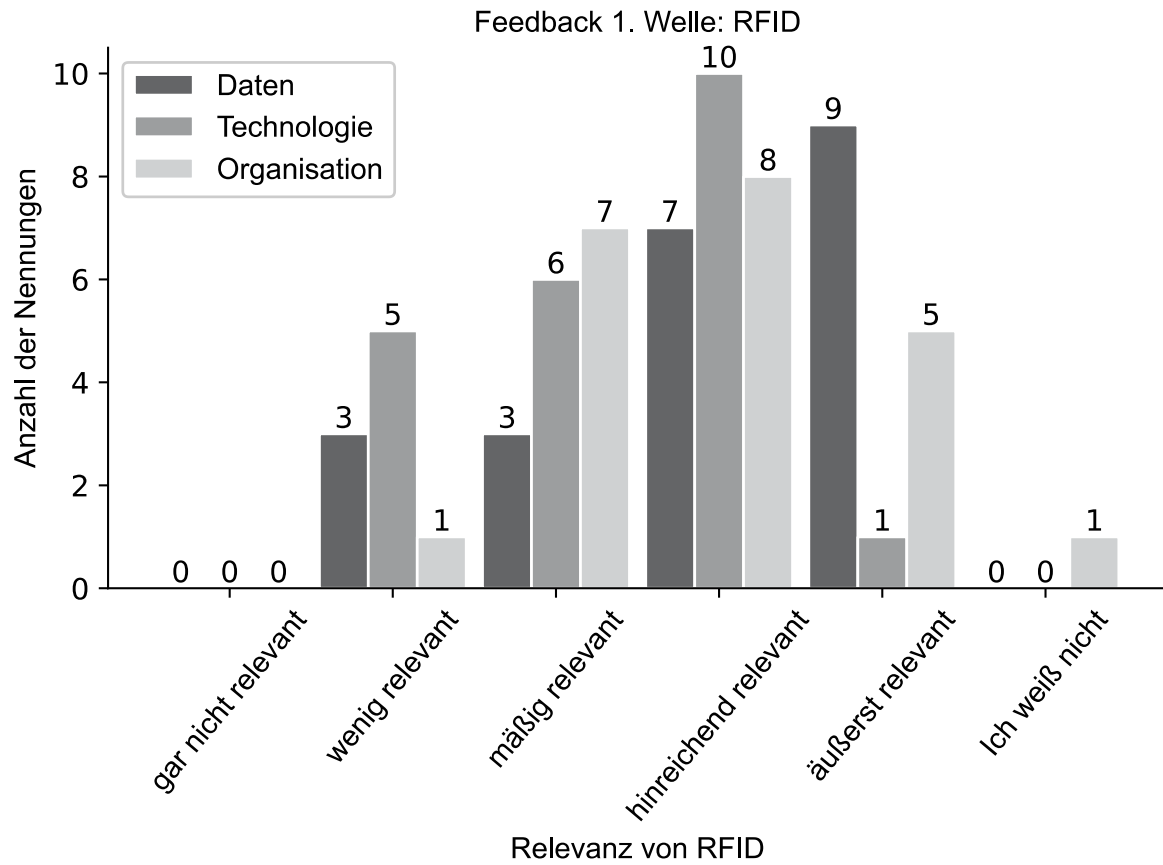


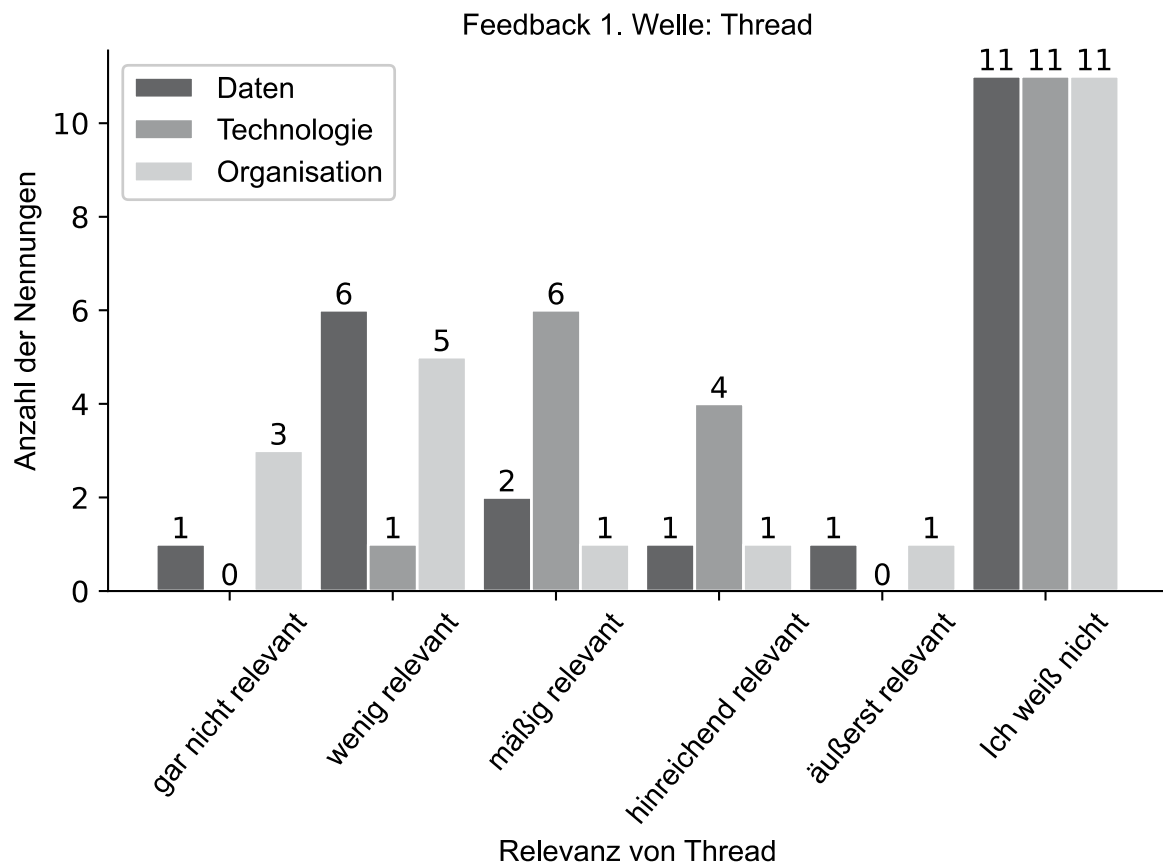
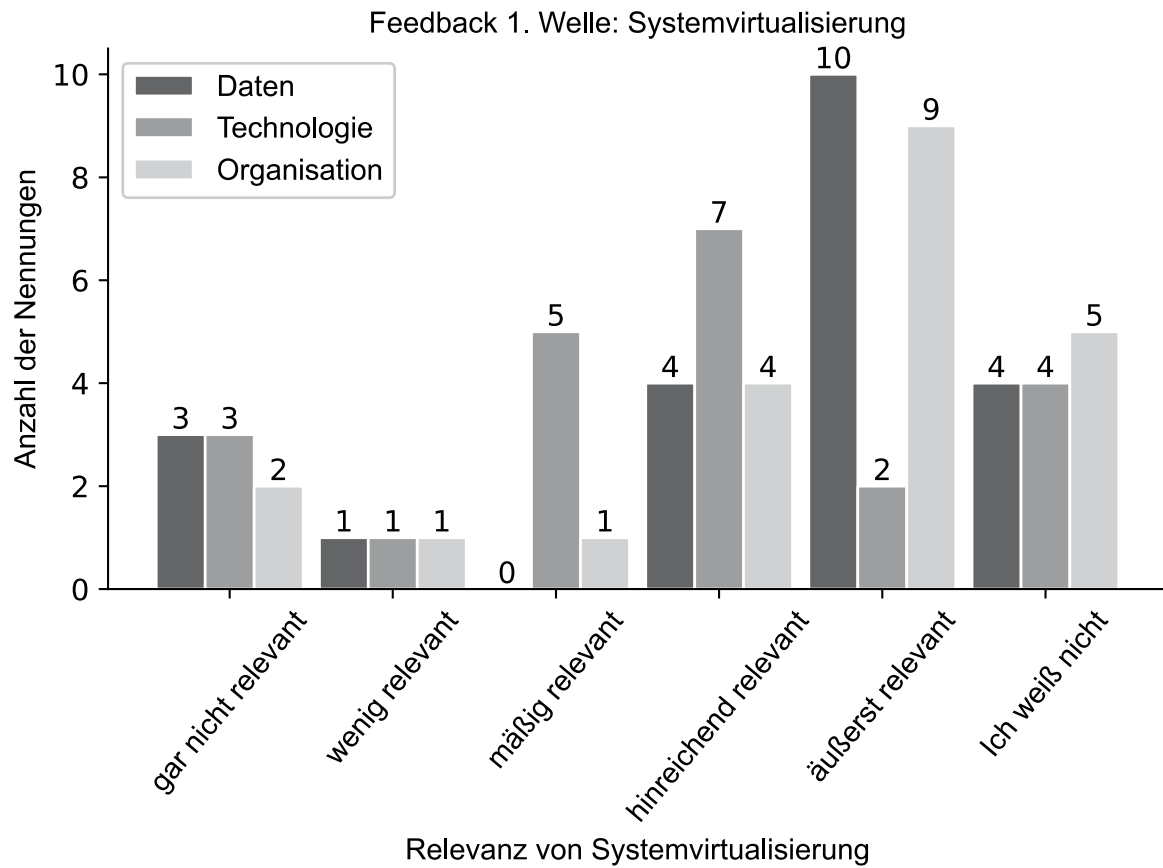


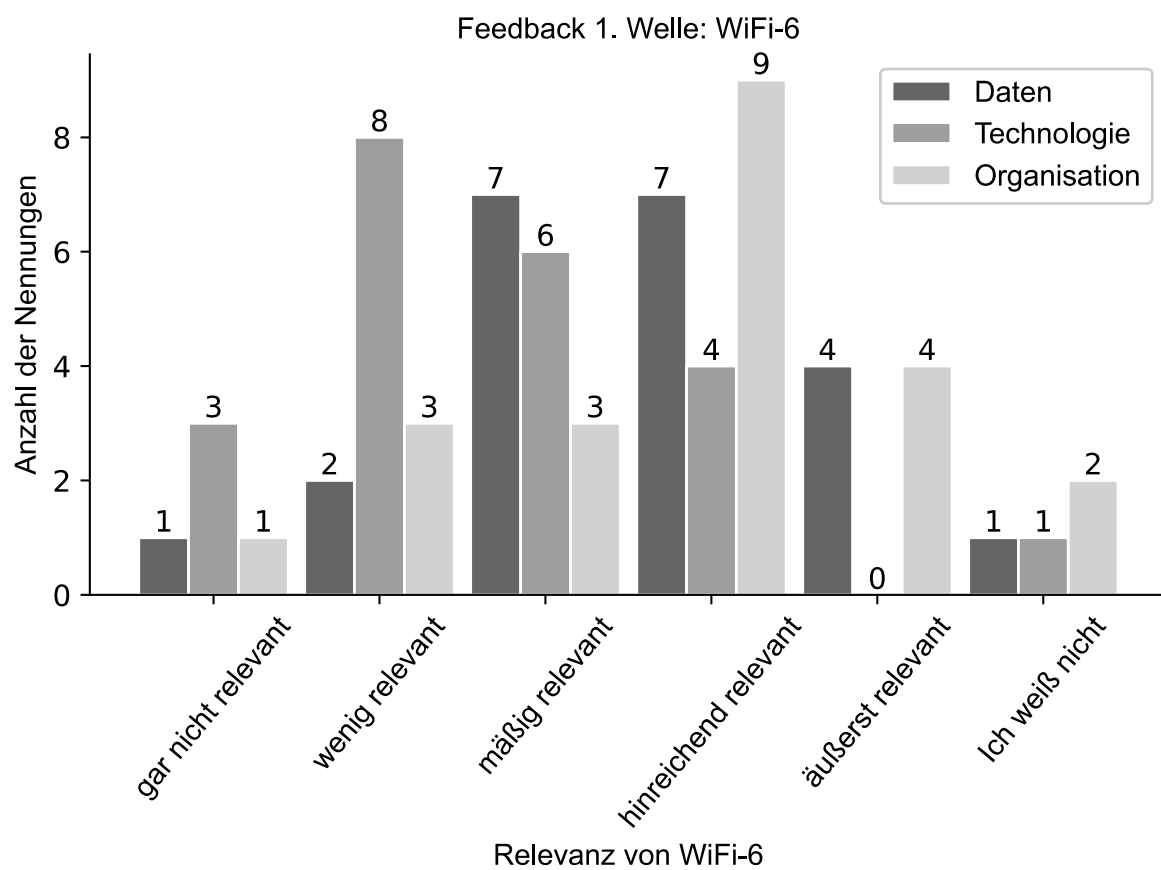
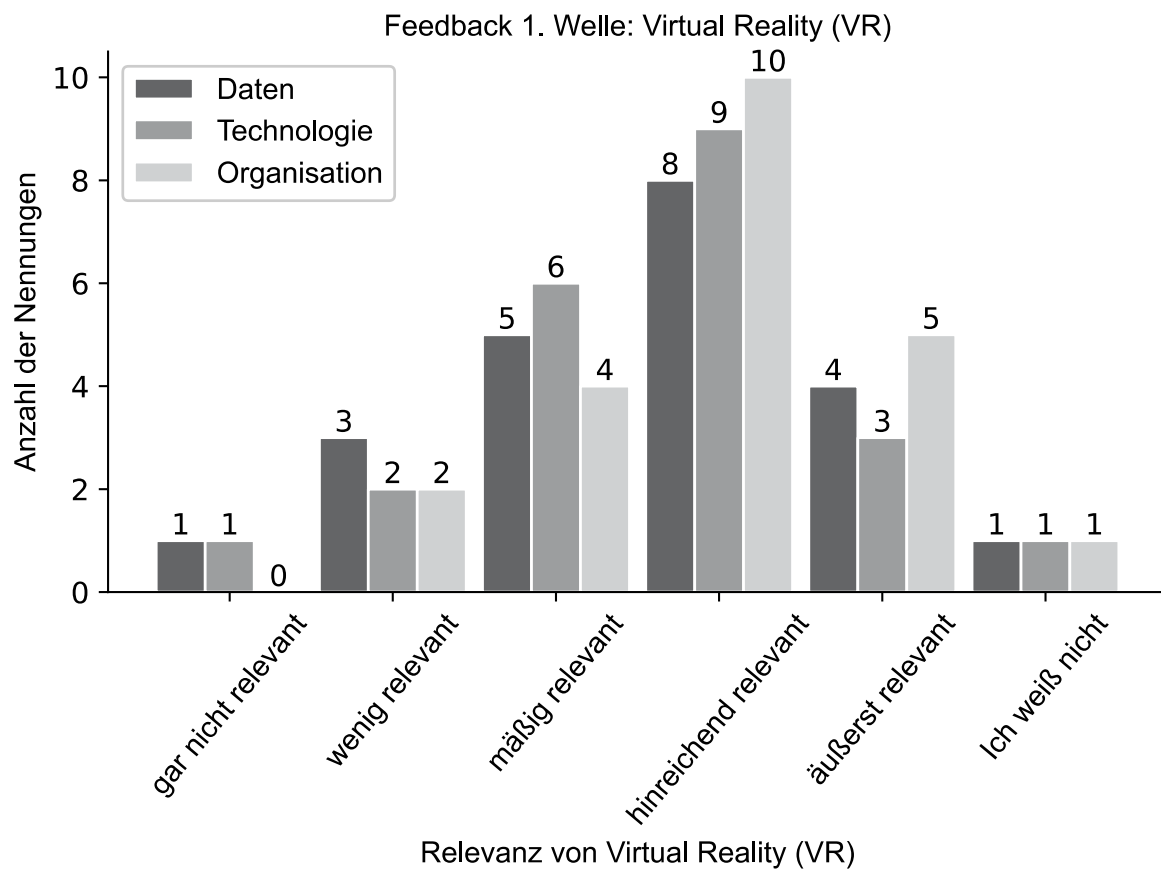


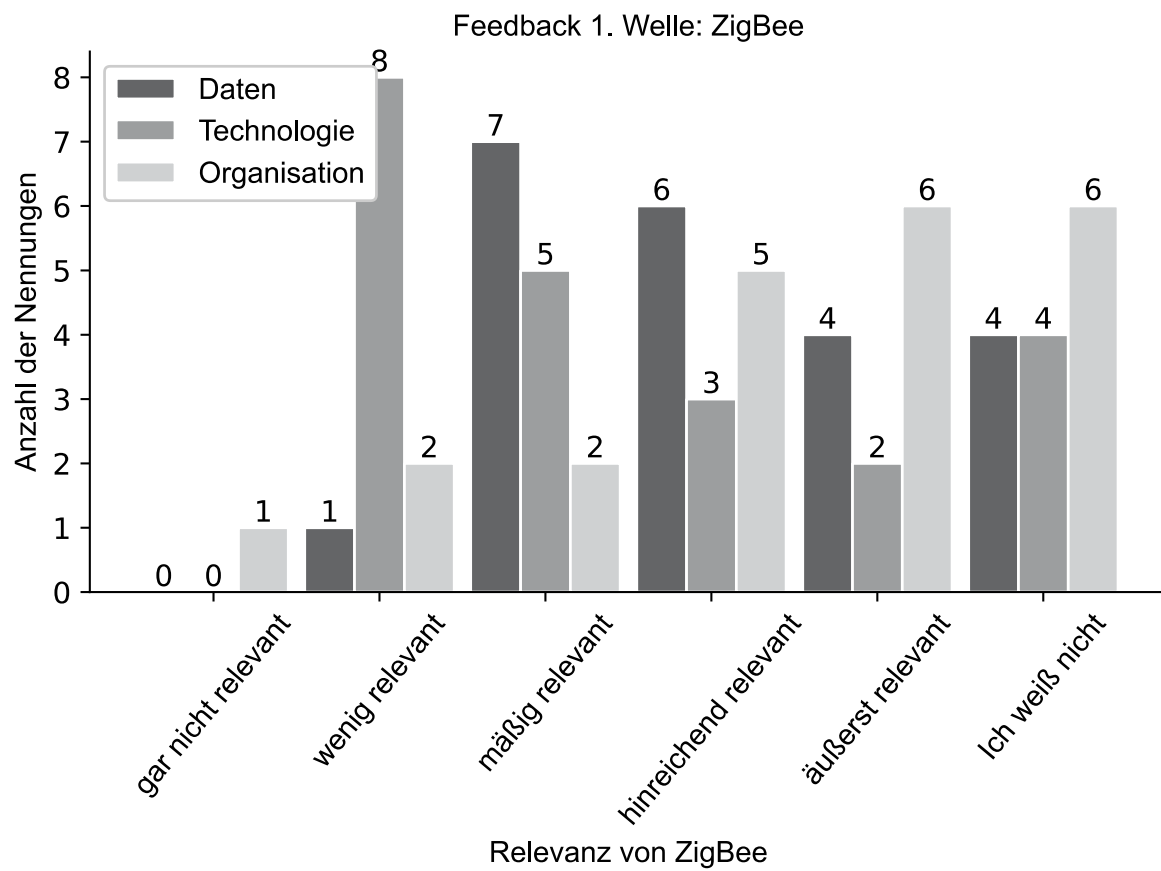




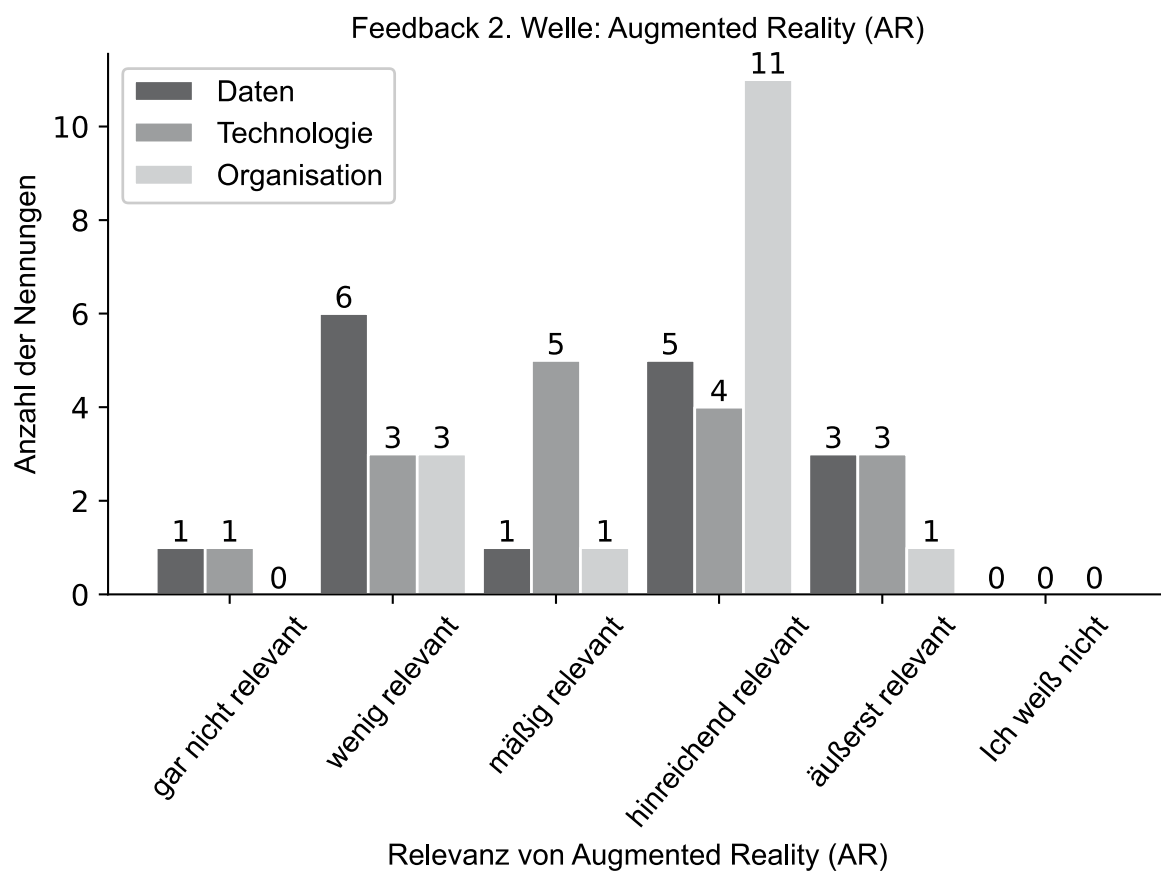
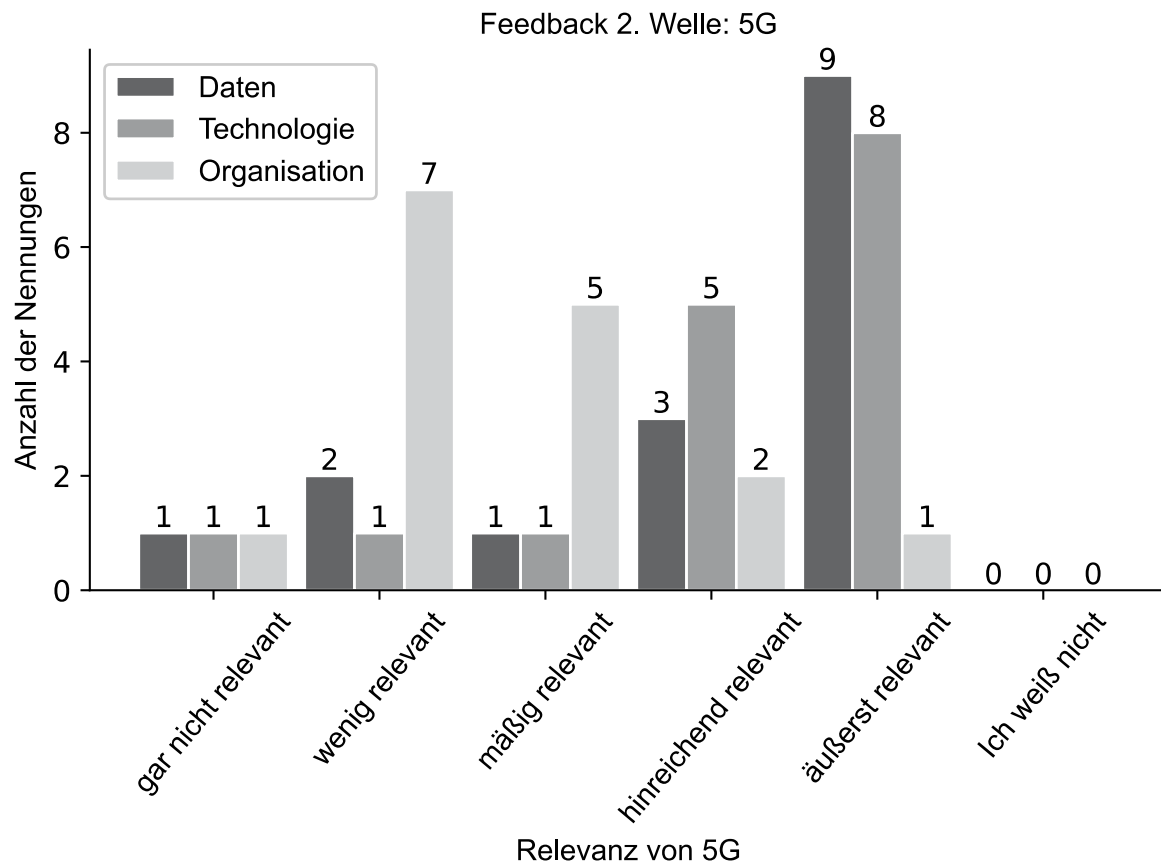


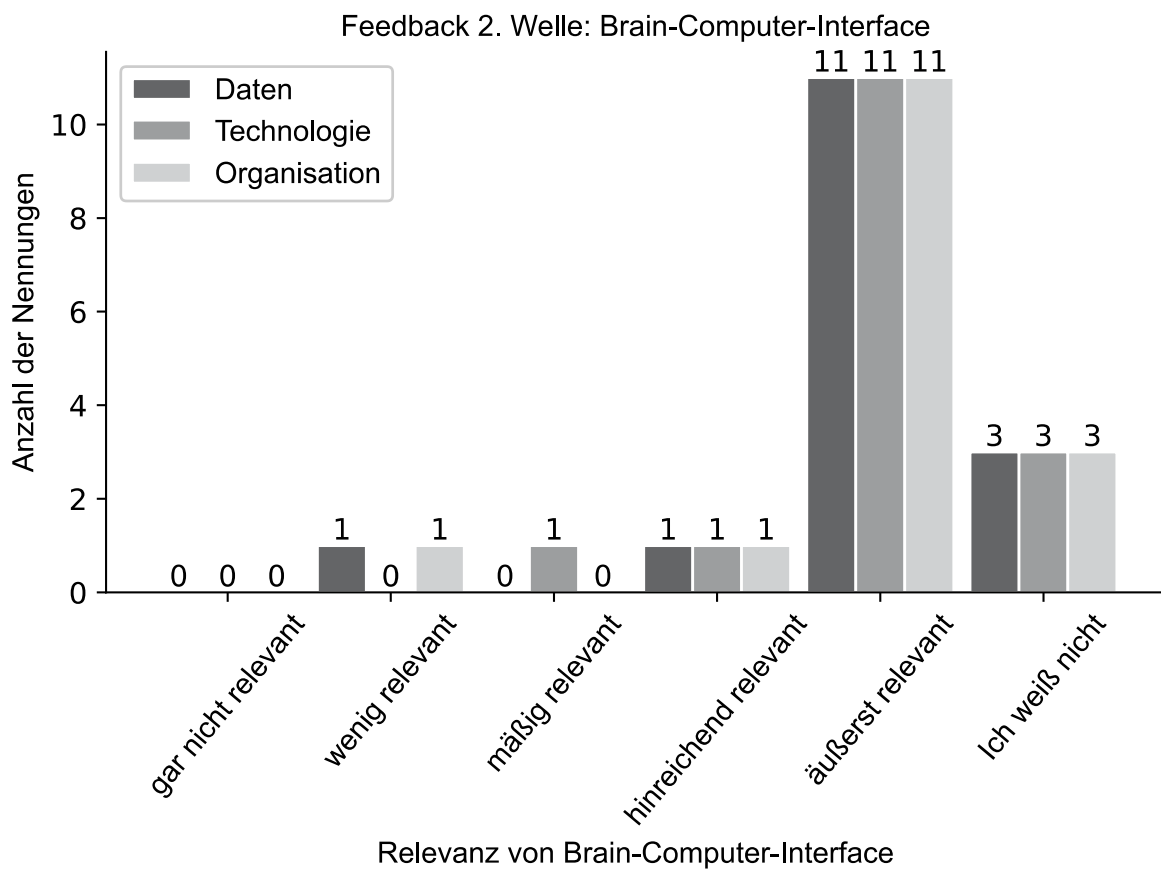
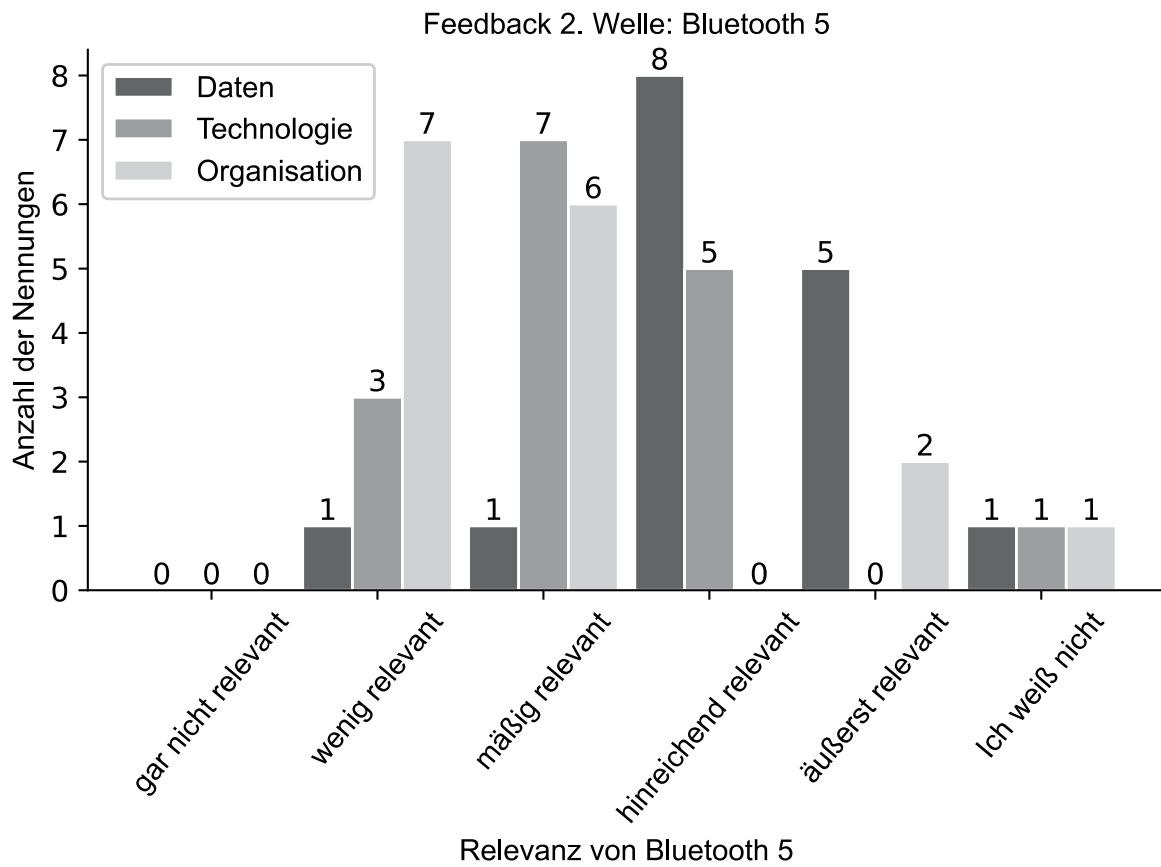


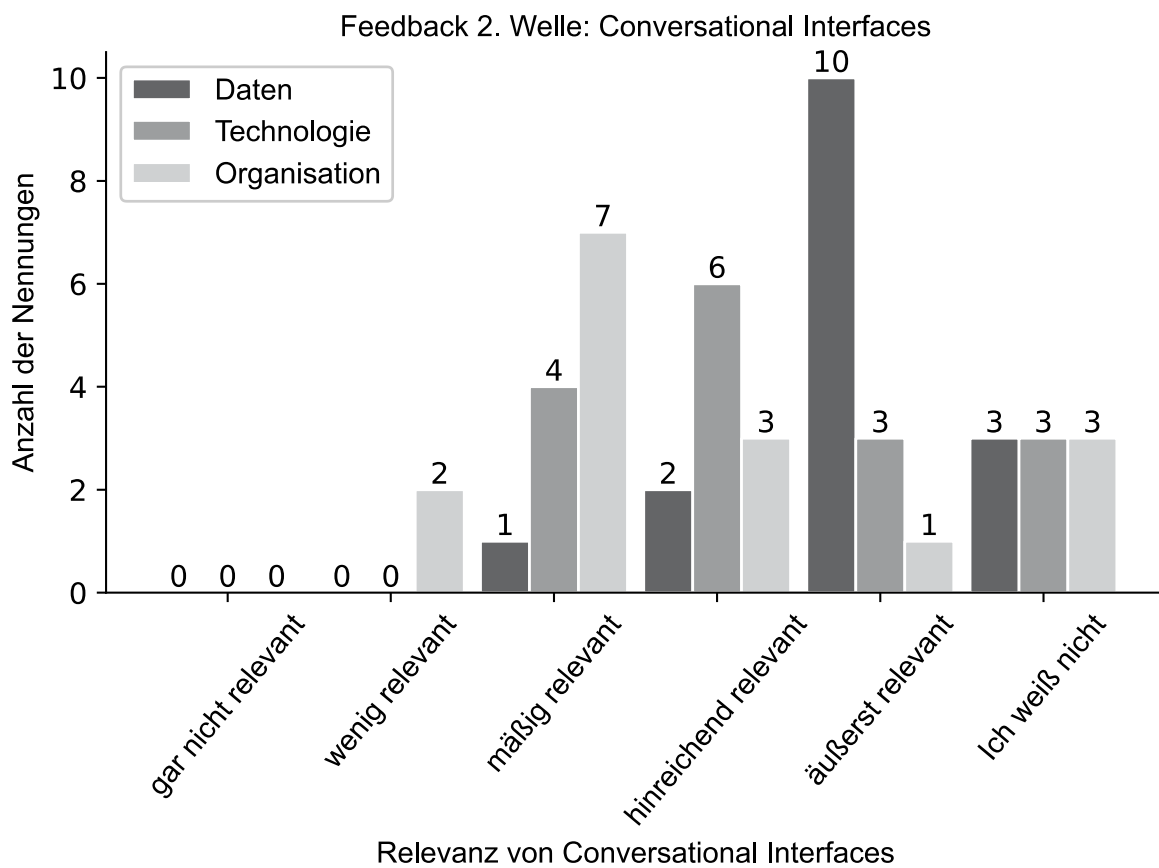
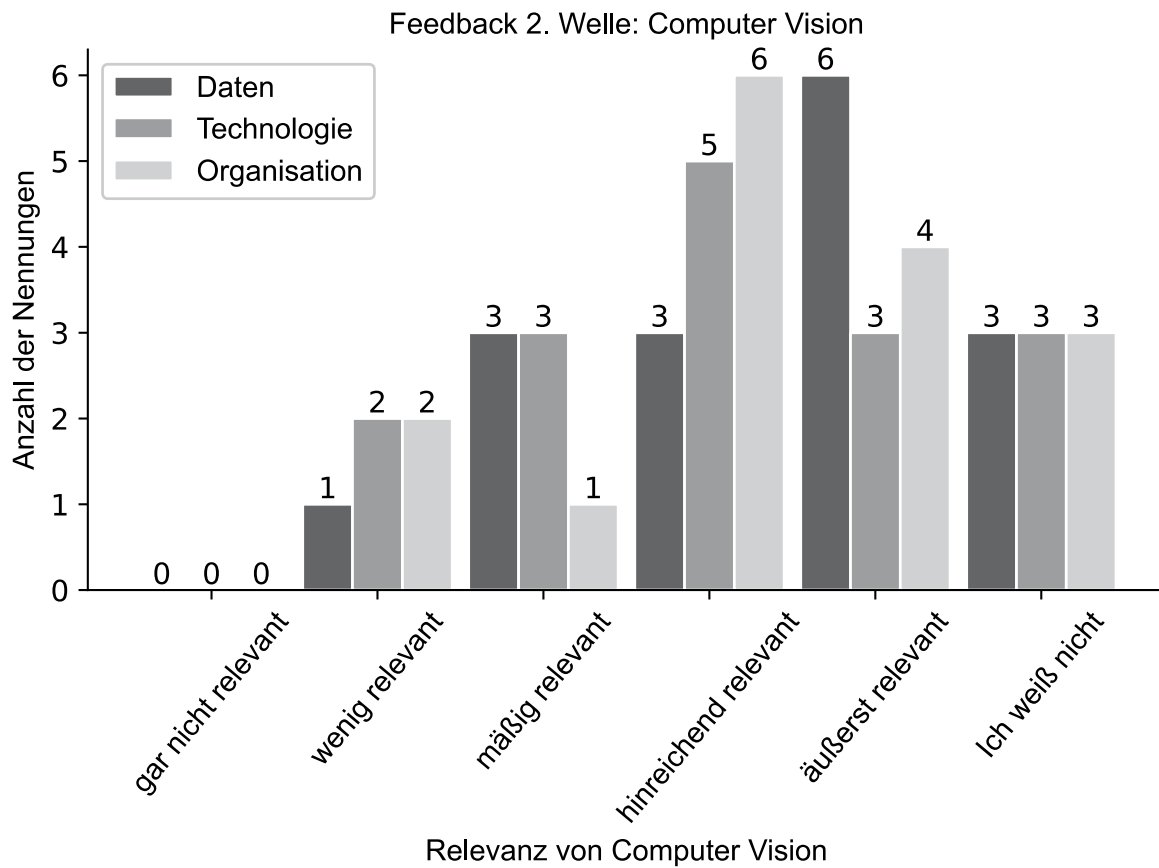


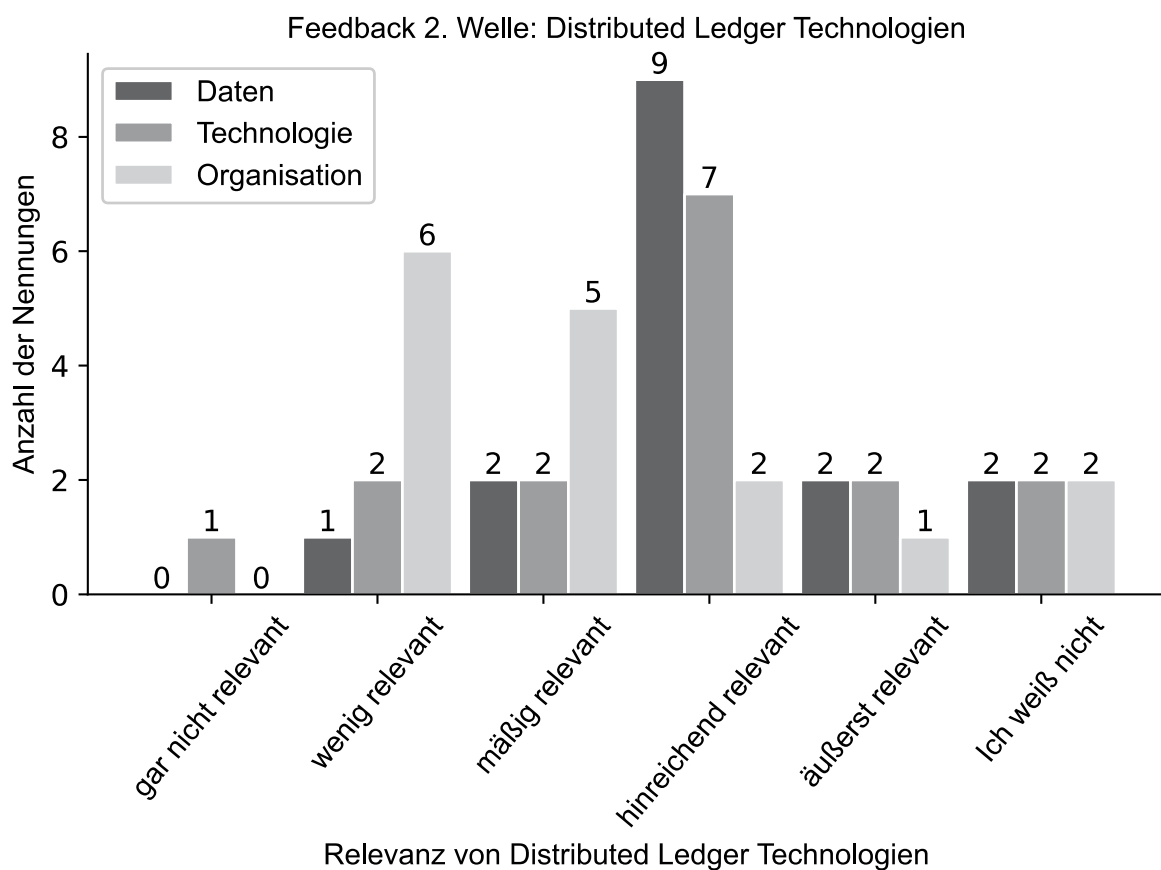
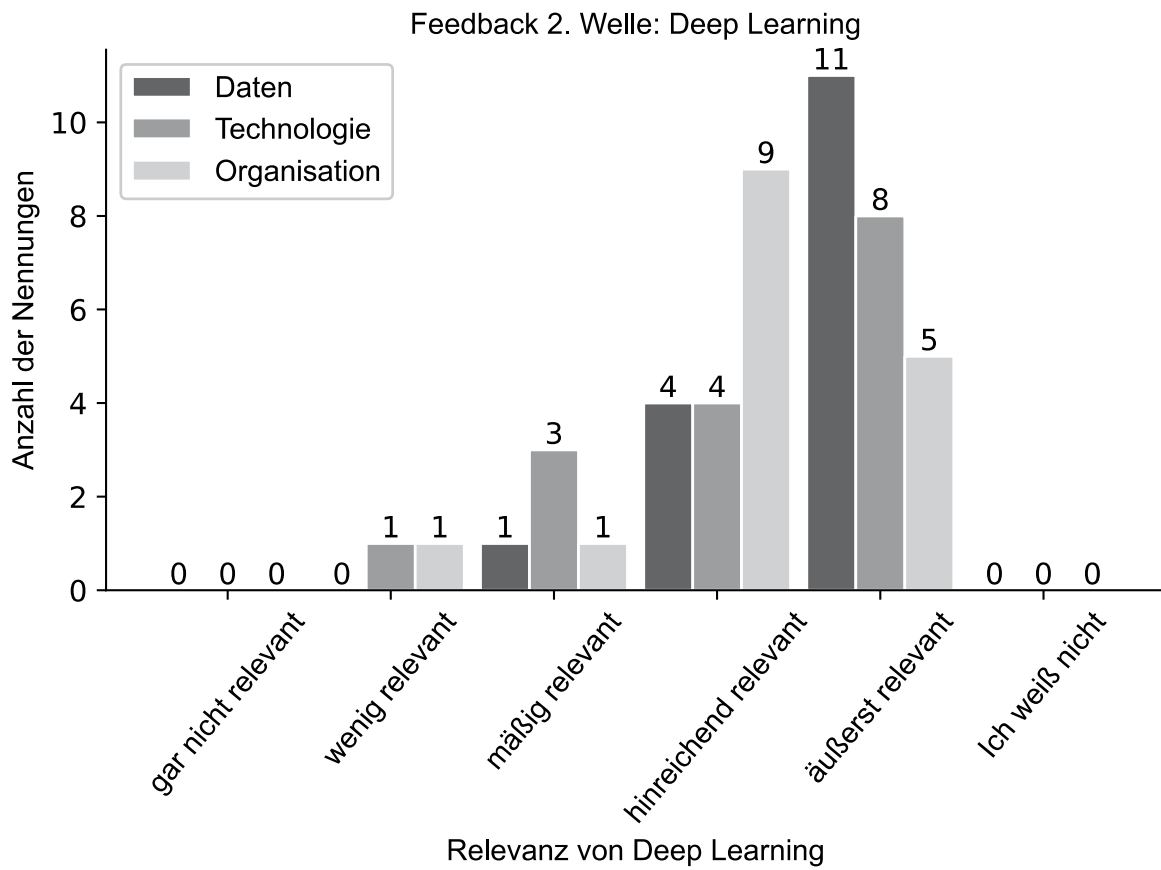


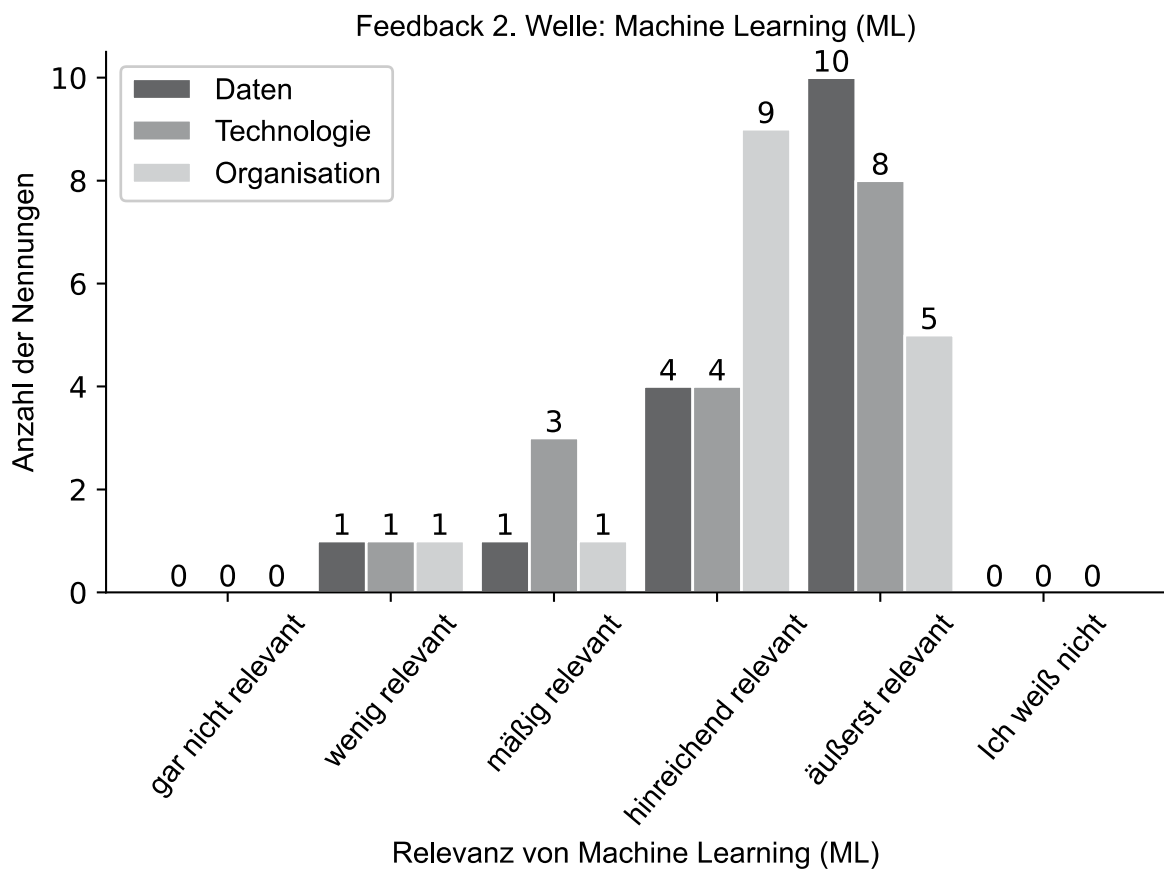
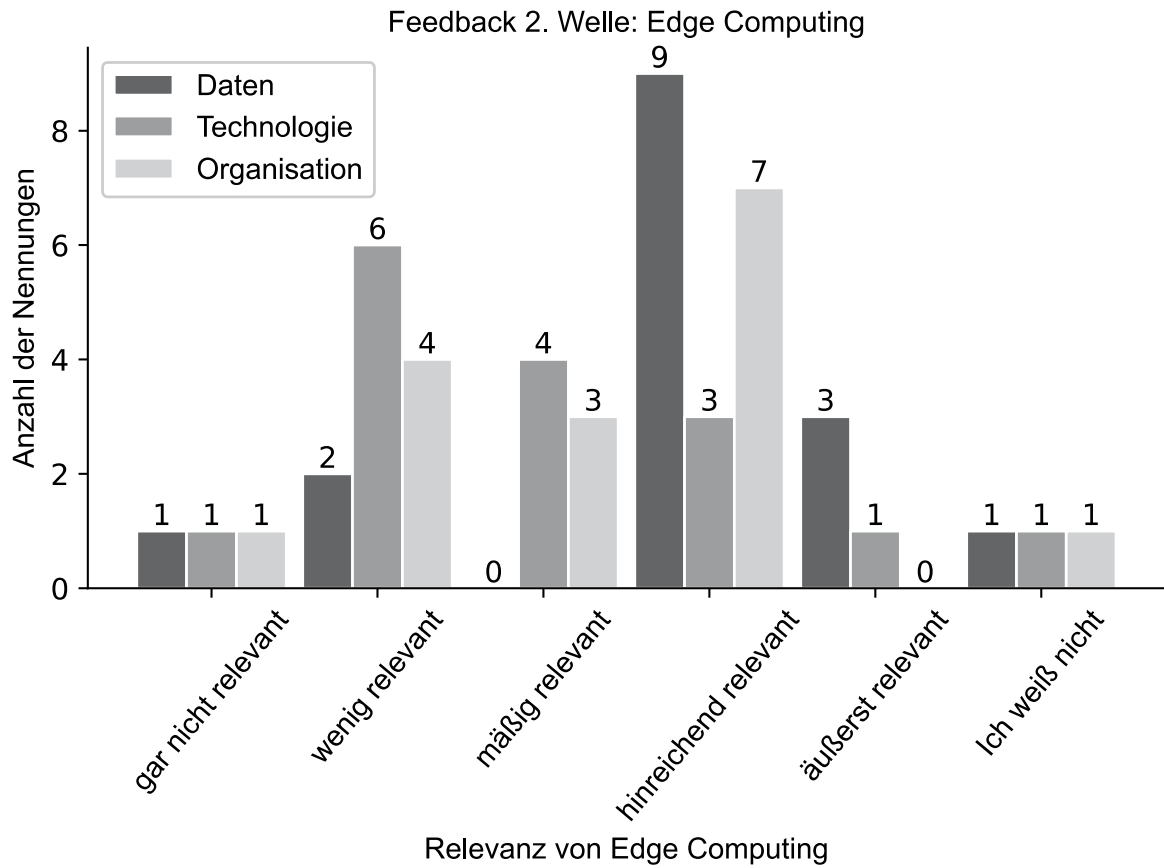
**Anhang B.2    Auswertung 2. Befragungswelle**

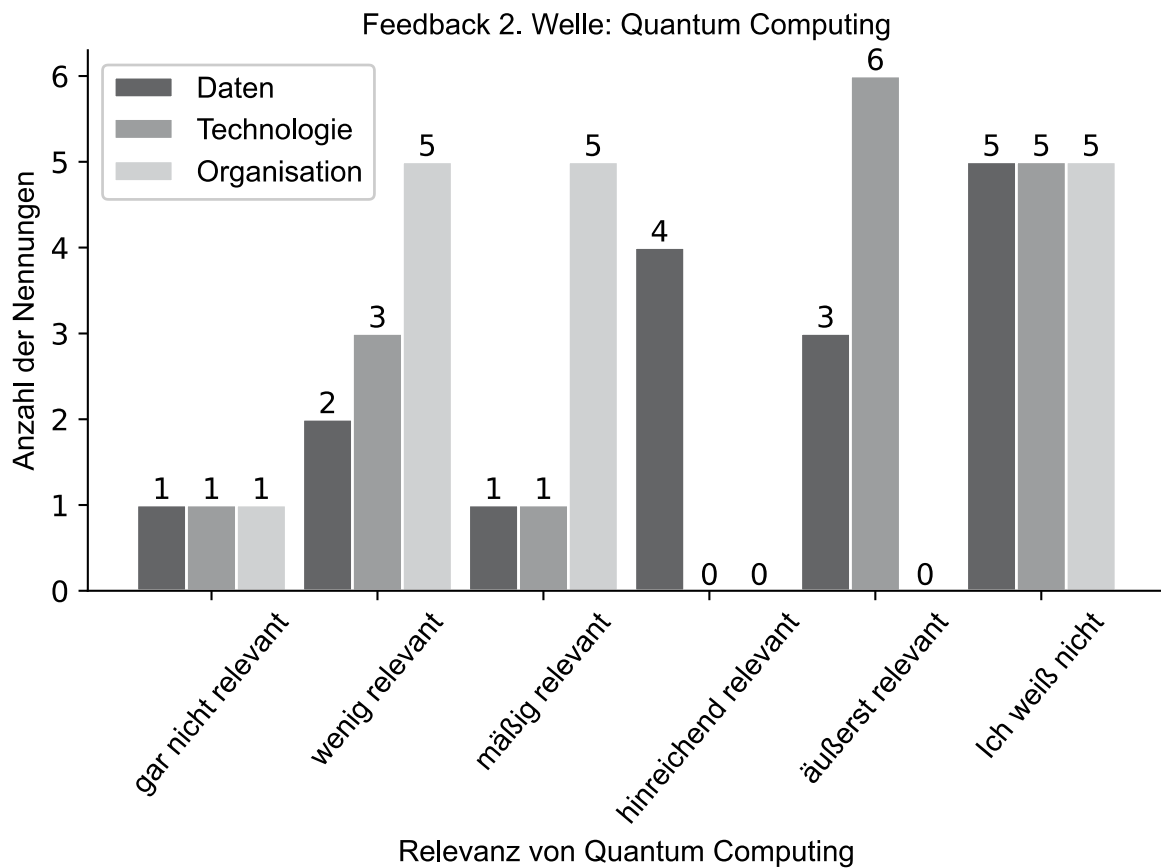
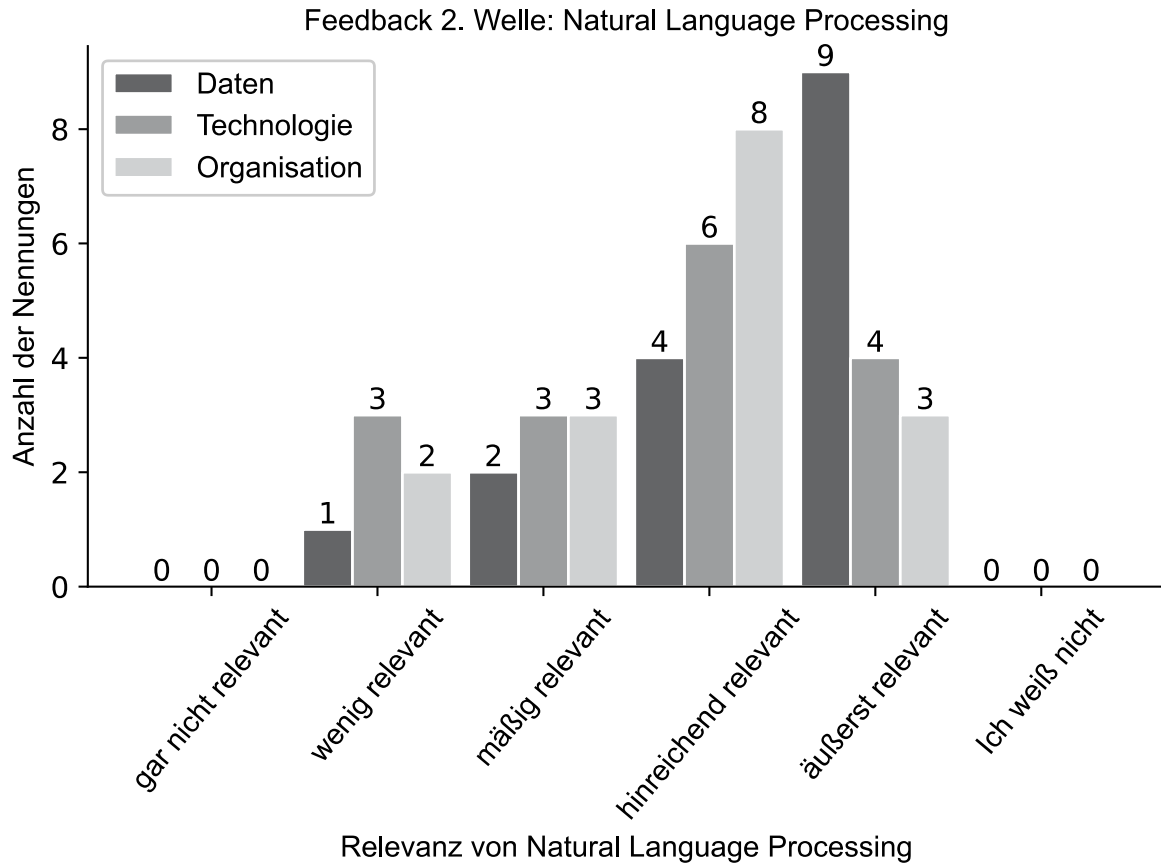


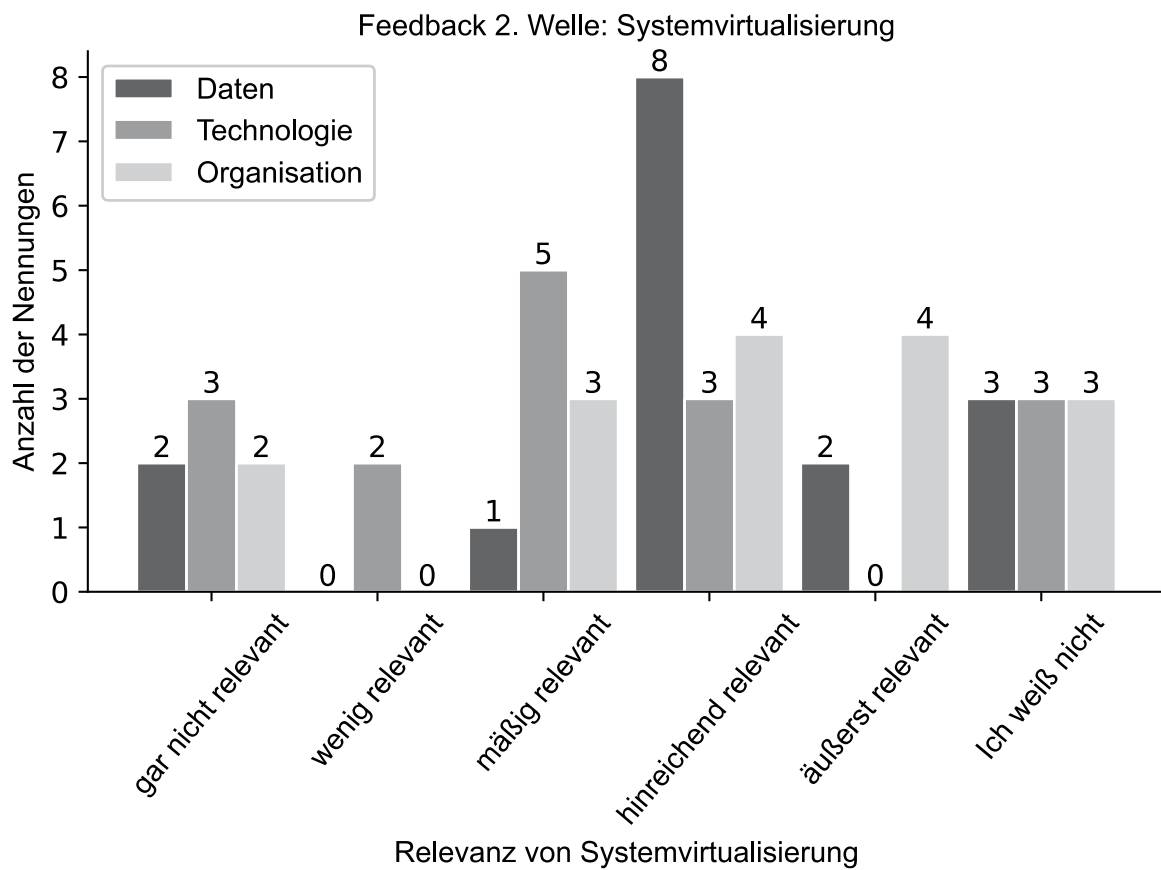
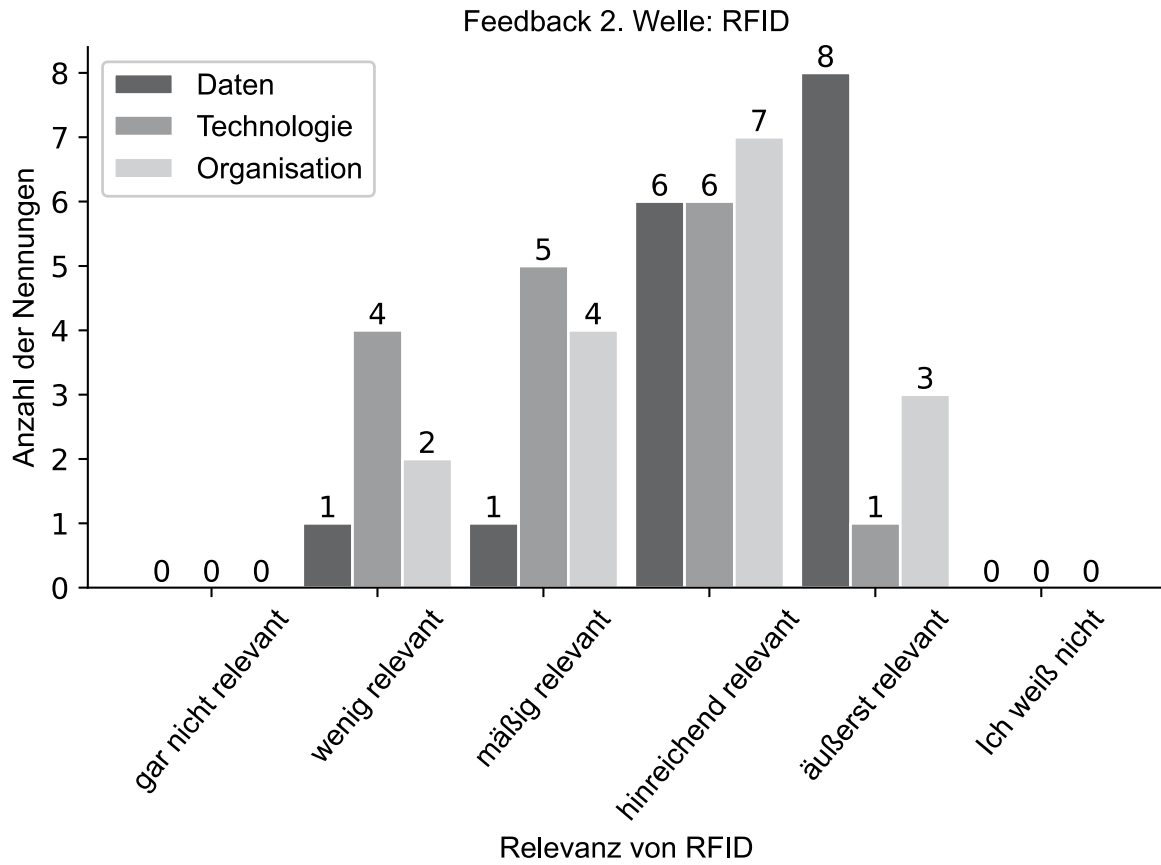


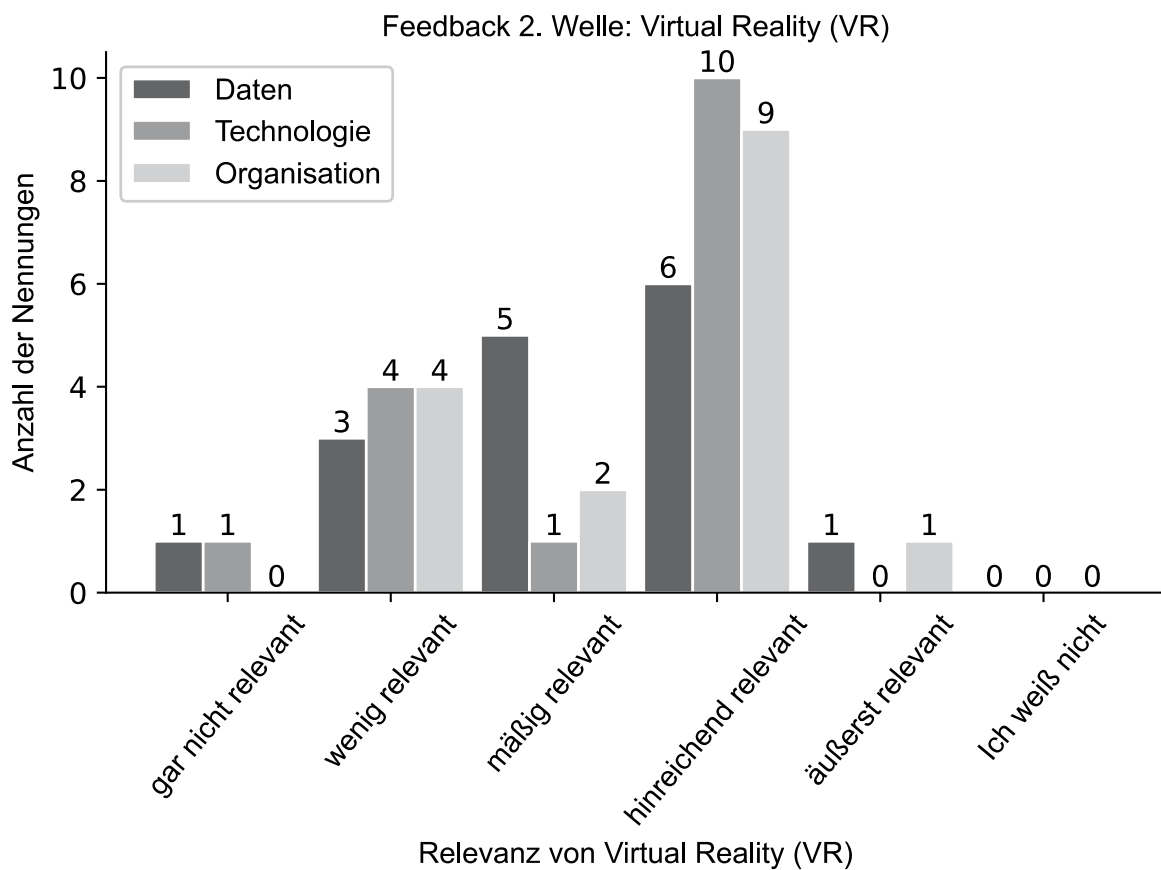
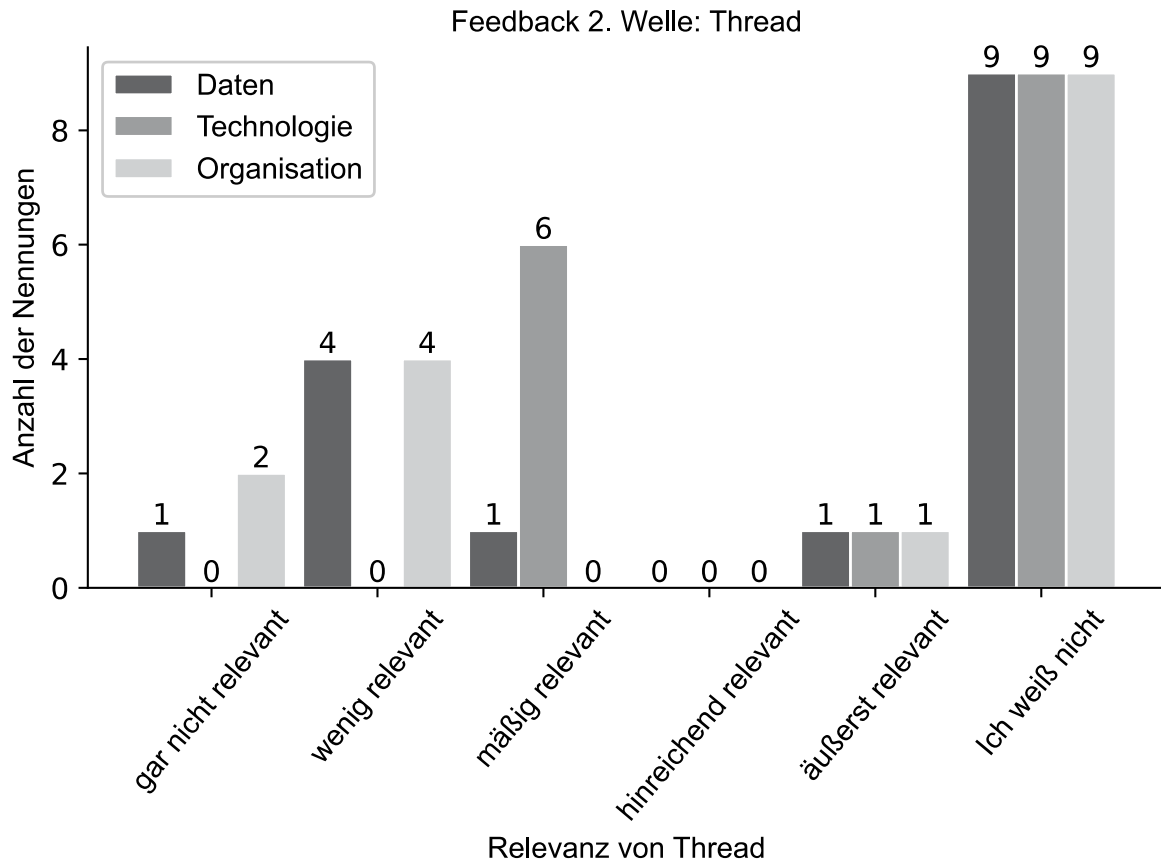


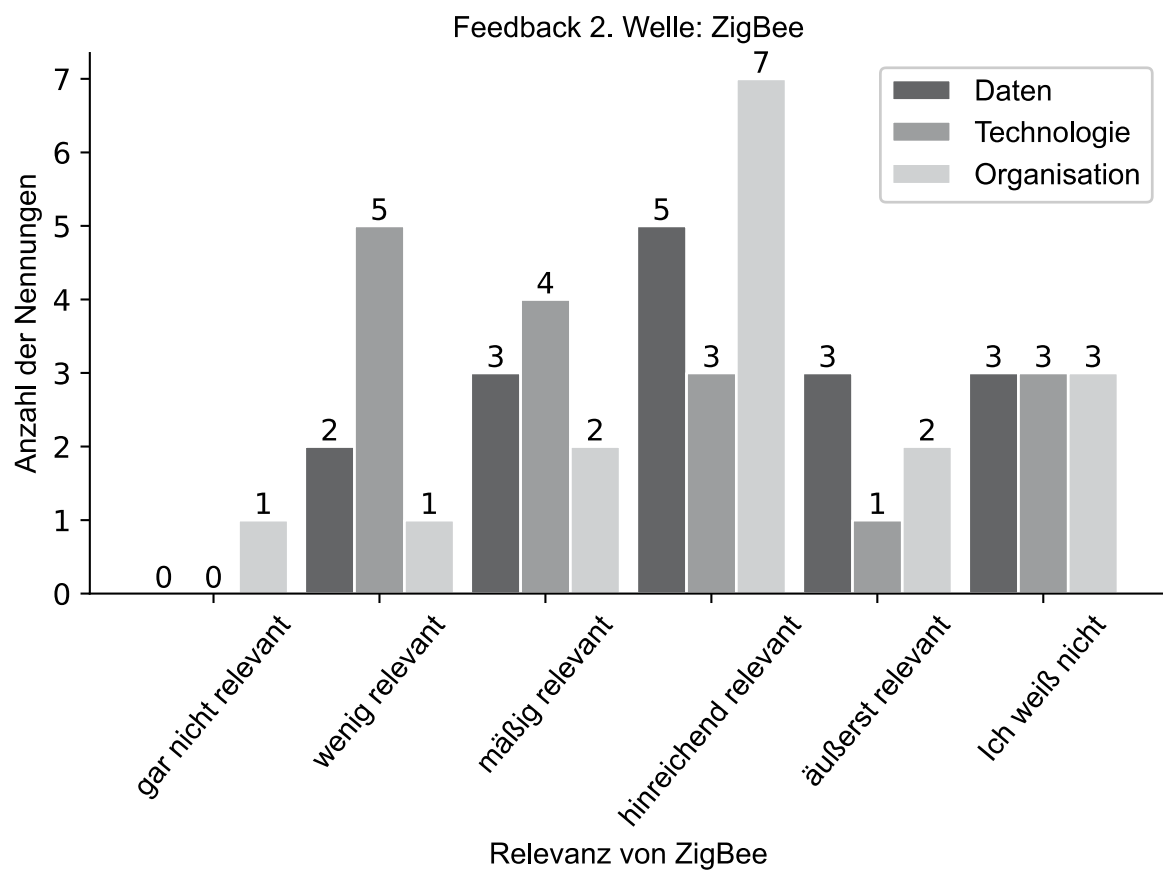
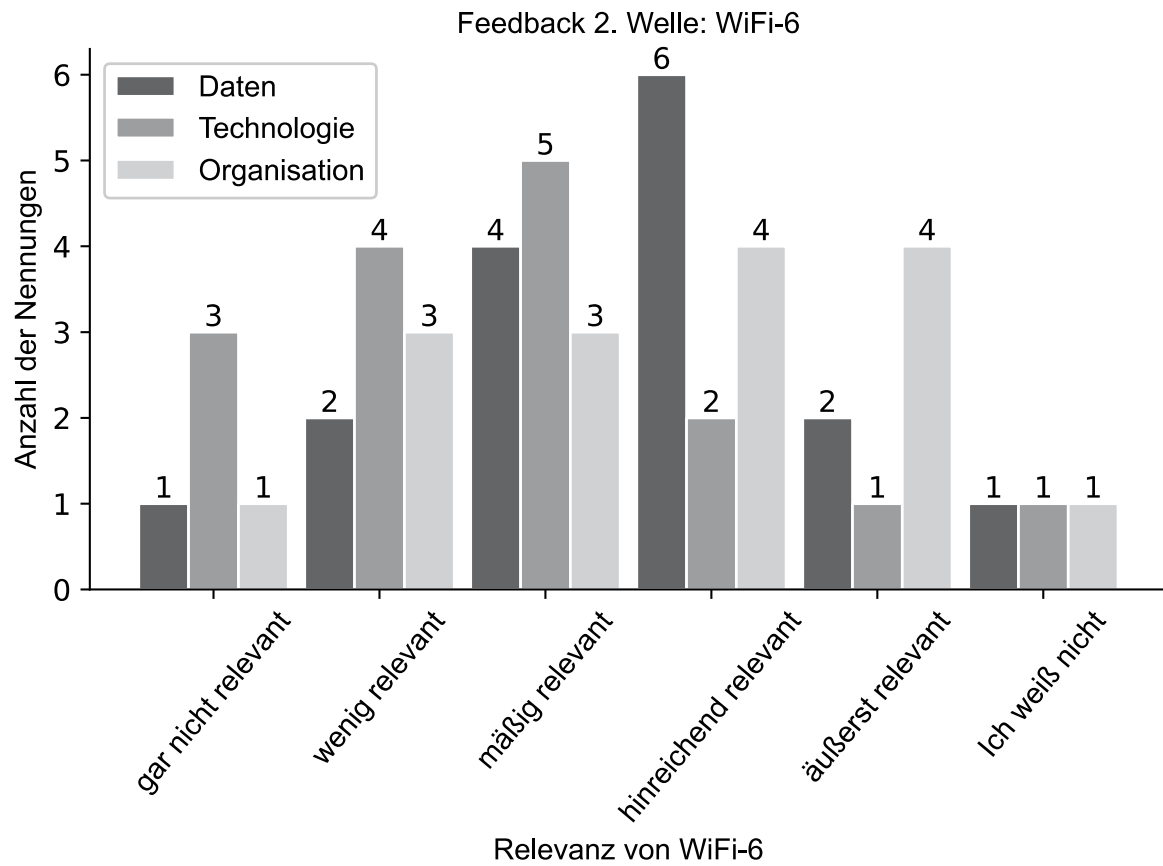












## **Anhang C    Protokolle der Experteninterviews**

### **Anhang C.1    Experteninterview mit Sarah Schmitt**

Datum: 07.12.2022 Dauer: 1Std 15min

Das Interview wurde von Lara Johanning (FIR) mit Frau Sarah Schmitt (Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie) geführt. Das Interview wurde von Michael Phan begleitet (FIR) begleitet. Die Transkription erfolgte durch Lara Johanning (FIR) und Michael Phan (FIR). Die Transkription wurde von Frau Sarah Schmitt (Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie) geprüft und freigegeben.

#### **Einleitung**

Dieses Experteninterview dient dazu, verschiedene Erfahrungen mit dem Einsatz von der digitalen Technologie 5G der Interviewpartnerin zu besprechen und zu erfassen. Dem Interviewpartner werden zu Beginn des Gesprächs die Zielstellung und das angestrebte Ergebnis des Dissertationsvorhabens präsentiert. Nachdem etwaige Rückfragen beantwortet sind, werden spezifische Fragen zu der betrachteten Technologie 5G gestellt. Um eine möglichst natürliche Gesprächssituation zu erzeugen, wird ein semistrukturierter Leitfaden für das Interview verwendet. Die Interviewergebnisse werden zusammengefasst und transkribiert, sodass der Interviewpartner die Möglichkeit hat, etwaige Aussagen zu korrigieren und vollständig zu streichen.

Mithilfe dieses Interviews werden folgende Ziele verfolgt:

- Aufnahme und Beschreibung der Erkenntnisse zum Einsatz von 5G,
- implizite und passive Prüfung der bisherigen Ergebnisse im Dissertationsvorhaben,
- Erweiterung des praktischen Hintergrundwissens des Interviewers.

Die Dokumentation der Interviewergebnisse erfolgt stichpunktartig.

#### **Allgemeine Informationen**

Frau Sarah Schmitt ist seit Ende 2019 am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie in Aachen als wissenschaftliche Mitarbeiterin tätig. Sie beschäftigt sich mit der aktuellen Forschung zum Einsatz von 5G in der Industrie und hat das größte 5G-Forschungsnetz in Europa, den 5G-Industry Campus Europe, vorangetrieben. Neben 5G in der Forschung führt Sarah Schmitt auch erste 5G-Industrieprojekt gemeinsam mit produzierenden Unternehmen in der Wirtschaft durch. Weiterhin fokussiert sie die Entwicklung von Use Cases für 5G-Sensorik in Closed-Loop-Applikationen der Produktion.

#### **Inhaltliche Fragen**

Wie schätzt du anhand deiner Erfahrung den aktuellen Reifegrad von 5G für den Einsatz in der Produktion ein?

- 5G befindet sich heute noch in der Forschung und bisher gibt es keine schlagkräftigen Use Cases, die in produzierenden Unternehmen umgesetzt sind

- Es existieren einige Blueprints und Proof-of-Concepts zu 5G in produzierenden Unternehmen, die aber nicht in den produktiven Betrieb integriert sind
- Grundsätzlich ist die 5G Infrastruktur deutlich stärker entwickelt als die zugehörigen Devices
- Seit 2019 ist es möglich neben dem öffentlichen Netz auch ein privates 5G Netz zu betreiben, hier können von Unternehmen bei der Bundesnetzagentur Lizenzen auf der Frequenz von 3,7 GHz bis 3.8 GHz erworben werden.
- Wenn 5G genutzt wird, dann meistens von großen Unternehmen, KMU sind bisher fast gar nicht aktiv

Welche Ursachen hat der bisher nur spärliche Einsatz von 5G in produzierenden Unternehmen?

- Es gibt aktuell noch keine schlagkräftigen Use Cases für die Nutzung in der Produktion
- Kabelgebundene Kommunikationstechnologien reichen für bestehende Use Case häufig aus
- Es bestehen bereits anderen drahtlose Kommunikationstechnologien wie bspw. Wi-Fi-6 und diese reichen häufig aus, zudem liegt hier schon Erfahrung vor
- Vorteile von geringerer Latenz etc. bringen noch nicht die entsprechenden Use Cases hervor.
- Es besteht ein hoher Return on Investment
- Kabellose Technologien über Luftschnittstellen wie 5G Netze sind in der Regel einfacher zu stören als kabelgebundene Netzwerke beispielsweise durch Jammer, und damit nicht zuverlässig genug

Wird 5G bereits in Produkten & Services eingesetzt? Wenn Ja, wie?

- Der Gesprächspartnerin ist kein Fall bekannt, in dem 5G in den Produkten & Services eines Unternehmens eingesetzt wird

Gibt es aus deiner Sicht und Erfahrung zu beachten, Aspekte in Interaktion von 5G mit dem Menschen? z. B. Akzeptanz?

- Gesundheitsgefährdung durch Strahlung von 5G kann ein Grund für fehlende Akzeptanz sein
- Es sind keine gesundheitlichen Gefährdungen in Deutschland zu befürchten, da die Regularien sehr streng sind
- Argumentation, technischen und wissenschaftlichen Belegen kann die gesundheitlichen Bedenken nicht ausräumen
- Kabellose Datenübertragung ist für den Menschen nicht greifbar und schürt so Unsicherheit
- Eine steigende Akzeptanz ist im Verlaufe der Zeit zu beobachten

Denkst du Regulierung ist heute für 5G erforderlich oder gar nicht oder eher zu-künftig? Werden Innovationen und Nutzung durch Regulierung vielleicht sogar verhindert?

- Ein regulierender Eingriff kann die Innovations- und Entwicklungsgeschwindigkeit verlangsamen
- Informierende Regeln können allerdings die Akzeptanz erhöhen und schränken die Innovation nicht ein
- Einschränkende Regeln oder gar Verbote können Innovation bremsen, mit Hinblick auf den Aspekt, die ist, mit Hinblick auf den Reifegrad von 5G ein Risiko
- Für sicherheitsrelevante Aspekte ist es sinnvoll Regeln zu schaffen und über redundante Systeme Ausfälle des 5G-Netzes abzufangen
- Hybrider Betrieb von Öffentlichen und privaten 5G Netz kann anderen Regulierungsbedarf haben

## **Anhang C.2 Experteninterview mit Dimitri Block**

Datum: 31.01.2023 Dauer: 40min

Das Interview wurde von Lara Johanning (FIR) mit Herrn Dimitri Block (Weidmüller Interface GmbH & Co. KG) geführt. Das Interview wurde von Judith Radtke begleitet (FIR). Die Transkription erfolgte durch Lara Johanning (FIR) und Judith Radtke (FIR). Die Transkription wurde von Herrn Dimitri Block (Weidmüller Interface GmbH & Co. KG) geprüft und freigegeben.

### **Einleitung**

Dieses Experteninterview dient dazu, verschiedene Erfahrungen mit dem Einsatz von der digitalen Technologie 5G des Interviewpartners zu besprechen und zu erfassen. Dem Interviewpartner werden zu Beginn des Gesprächs die Zielstellung und das angestrebte Ergebnis des Dissertationsvorhabens präsentiert. Nachdem etwaige Rückfragen beantwortet sind, werden spezifische Fragen zu der betrachteten Technologie 5G gestellt. Um eine möglichst natürliche Gesprächssituation zu erzeugen, wird ein semistrukturierter Leitfaden für das Interview verwendet. Die Interviewergebnisse werden zusammengefasst und transkribiert, sodass der Interviewpartner die Möglichkeit hat, etwaige Aussagen zu korrigieren und vollständig zu streichen. Die zusammengefassten Inhalte werden unter Nennung des Namens von Interviewpartner und Unternehmen ausschließlich im Rahmen des Dissertationsprozesses verwendet, sofern sich der Interviewpartner dazu bereit erklärt.

Mithilfe dieses Interviews werden folgende Ziele verfolgt:

- Aufnahme und Beschreibung der Erkenntnisse zum Einsatz von 5G,
- implizite und passive Prüfung der bisherigen Ergebnisse im Dissertationsvorhaben,
- Erweiterung des praktischen Hintergrundwissens des Interviewers.

Die Dokumentation der Interviewergebnisse erfolgt stichpunktartig.

### **Allgemeine Informationen**

Herr Dimitri Block ist seit 2018 bei der Weidmüller GmbH & Co. KG tätig. Er beschäftigt sich seit seinem Beschäftigungsbeginn dort mit 5G und dessen möglichen Einsatz in

der Produktion. Insgesamt liegt der Fokus seiner Arbeit auf Funktechnologien (WLAN, LoRa, Bluetooth, ZigBee, Thread, 5G) und deren (vorwettbewerbliche) Technologieentwicklung. Außerdem leistet er Gremienarbeit in der ZVEI 5G-ACIA (Verband der Elektro- und Digitalindustrie) und im VDMA WCM (Wireless Communication of Machines). Zudem hat er am 5G4Me, sowie am 5G4Automation mitgearbeitet.

### **Inhaltliche Fragen**

Wo setzen Sie bei Weidmüller Interface GmbH & Co. KG (Weidmüller) 5G ein?

- 5G wird sowohl in der Produktentwicklung als auch in der Fertigung eingesetzt
- Produktentwicklung:
  - Von Router bis Gateway werden Use Cases abgebildet
  - 5G aktuell erstmalig eine Alternative zu WLAN, als Campusnetz, mit einem höheren Determinismus und eine höhere Zuverlässigkeit
  - Mit der erhöhten Zuverlässigkeit können neue Use Cases entwickelt werden, da Zuverlässigkeit in konkrete Prozesskommunikation gemappt werden kann
  - Reifegrad von 5G noch nicht an einem Punkt an dem Produktisierung stattfinden kann
- Fertigung:
  - Ca. 2017 erstes Forschungsprojekt 5G-Tango in der Fertigung zu 5G
  - Seitdem eigenes (reales) Campusnetz in der Fertigung
    - in den ersten Trials kein Produktivnetz, aber in Produktionsnähe werden neue Use Cases getestet, die die Themen Zuverlässigkeit und konvergente Netze adressieren
    - In keinem der Fälle wird 5G produktiv genutzt

Wieso hat Weidmüller sich für 5G in den Anwendungsfällen entschieden?

- Lange Vorgeschichte des Unternehmens mit Mobilfunk
- Neue Use Cases ähnlich der alten: Fernwartung, Fernzugriff, Remote Access, VPN, Telemetrie

Bestehen Hemmnisse bei der Nutzung von 5G?

- Reifegrad der Technologie führt zu Bedenken
- Jammer bereiten bisher keine Probleme
- Aktuell ist noch nicht verständlich, wie bestehende IT-Prozesse mit 5G abgedeckt werden können (speziell in der Fertigung), bestehend: Ethernet und W-LAN bilden das Liniennetz
- Wie 5G angewendet wird, ist noch nicht in der Denkweise angekommen, da es zum einen klassische Breitbandanwendungen liefert, zum anderen aber auch bis zur Maschine
- W-LAN wird nicht bis zur Maschine, sondern nur auf Linienebene verwendet, weshalb 5G nicht analog aufgebaut werden kann

### **Anhang C.3 Experteninterview mit Ralf Wellens**

Datum: 02.02.2023 Dauer: 55 min

Das Interview wurde von Lara Johanning (FIR) mit Herrn Ralf Wellens (Ericsson) geführt. Das Interview wurde von Judith Radtke (FIR) begleitet. Die Transkription erfolgte durch Lara Johanning (FIR) und Judith Radtke (FIR). Die Transkription wurde von Herrn Ralf Wellens (Ericsson) geprüft und freigegeben.

#### **Einleitung**

Dieses Experteninterview dient dazu, verschiedene Erfahrungen mit dem Einsatz von der digitalen Technologie 5G des Interviewpartners zu besprechen und zu erfassen. Dem Interviewpartner werden zu Beginn des Gesprächs die Zielstellung und das angestrebte Ergebnis des Dissertationsvorhabens präsentiert. Nachdem etwaige Rückfragen beantwortet sind, werden spezifische Fragen zu der betrachteten Technologie 5G gestellt. Um eine möglichst natürliche Gesprächssituation zu erzeugen wird ein semistrukturierter Leitfaden für das Interview verwendet. Die Interviewergebnisse werden zusammengefasst und transkribiert, sodass der Interviewpartner die Möglichkeit hat, etwaige Aussagen zu korrigieren bzw. vollständig zu streichen. Die zusammengefassten Inhalte werden unter Nennung des Namens von Interviewpartner und Unternehmen ausschließlich im Rahmen des Dissertationsprozesses verwendet, sofern sich der Interviewpartner dazu bereit erklärt.

Mithilfe dieses Interviews werden folgende Ziele verfolgt:

- Aufnahme und Beschreibung der Erkenntnisse zum Einsatz von 5G,
- implizite und passive Prüfung der bisherigen Ergebnisse im Dissertationsvorhaben,
- Erweiterung des praktischen Hintergrundwissens des Interviewers.

Die Dokumentation der Interviewergebnisse erfolgt stichpunktartig.

#### **Allgemeine Informationen**

Herr Ralf Wellens ist seit Ende 1991 in verschiedenen Positionen bei Eriksson tätig und beschäftigt sich im internationalen Rahmen seit 6 Jahren mit 5G Technologien. Zuvor hatte er ein Studium der Elektrotechnik an der RWTH Aachen absolviert. In den letzten 6 Jahren war er im Rahmen des Projektes 5G For Europe (5GFE) an verschiedenen Projekten in Zusammenarbeit mit dem IPT und WZL beteiligt, wie beispielsweise dem Campusnetz des IPT. Außerdem war er auch an verschiedenen Projekten in der Industrie beteiligt (Logistik und Fertigung/Montage) und hat sich ebenfalls in diesem Kontext mit Problemlösungen und der Umsetzbarkeit von 5G Technologien, sowie und ähnlichen Technologien in diesem Bereich auseinandergesetzt.

#### **Inhaltliche Fragen**

Was bietet Ericsson für produzierende Unternehmen an?

- Beratungsleistung und Forschungsaktivität

- Zum einen wird aus Industrieprojekten abgeleitet, welche Features 5G noch benötigt und zum anderen wird Industrieunternehmen ein kommerzielles Angebot gemacht

Welche 5G Anwendungsfälle in der Produktion und der Lieferkette gestaltet ihr aus?

- Etablierte Usecases sind beispielsweise selbstfahrende Fahrzeuge für das Mining (vor allem Betrachtung in Schweden und Brasilien) oder in Häfen wie Rotterdam,
- Vieles noch im Stadium von Technology Trials, Unternehmen testen bestimmte Usecases entweder in eigener Produktion oder Einbindung von 5G in ein Produkt. Allerdings gibt es auch Kunden, die beginnen 5G in Ihrer Wertschöpfung einzusetzen
- „Usecasefamilie“ Selbstfahrende Fahrzeuge
  - Immer wieder (von der Industrie) nachgefragt
  - Ein großes Potential an Effizienzgewinnung wird gesehen
  - Eine Flotte von AGVs wird in enem ersten Schritt über 5G angebunden, es ersetzt WiFi, aber es werden keine neuen Anwendungen hinzugefügt
  - Daten vom Fahrzeug und der Sensorik werden in die Cloud gesendet und dort ausgewertet
  - Livemaps über Kameras, Straßenverkehr/Verkehr in der Fabrik kann live verfolgt werden
  - Kurzfristig: Einsatz von 5G und damit Verbesserung der Anbindung der Fahrzeuge und höhere Zuverlässigkeit.
  - Langfristig: (manche Meinungen) wird 5G hochgradig relevant, dass man es nicht ignorieren kann
- Robotics:
  - Anwendungen im Bereich mit niedriger Latenz 8 (oder 16) ms sind heute mit 5G noch nicht zuverlässig möglich. Die Grenzen für Anwedungen mit einer signifikanten Anzahl von Teilnehmern (ca. 50) liegt bei ca. 45-60 ms (bei Verwendung des in Deutschland gebräuchlichen TDD-Patterns)
- Logistik: Warenverfolgung in jeder Variante
  - Vorteil von 5G/ LTE: Es existiert keine Fabrikgrenze und ermöglicht damit neue Use Cases
  - Fragestellung hier: Übergang zwischen privatem und öffentlichem Netz

Welche Ursachen hat der bisher nur spärliche produktive Einsatz von 5G in produzierenden Unternehmen in deinen Augen?

- Mannigfaltige Gründe für die langsame Entwicklung
- Technologiegrund: Unternehmen warten auf die Millisekunde Latenz (20 GB im Download)
- Geräteseite existieren noch nicht und werden 2023 und 2024 erwartet
- In aktuellen Anwendungen werden keine Latenzen garantiert, sondern nur stochastisch angegeben
- Verfügbarkeit und Preis von Modulen, erheblich teurer als LTE Module

- Beschränkte Integrierbarkeit von 5G in der Industrieumgebung (betriebliche Sicht  
Sind dir organisatorische und sicherheitsrelevante/ gesundheitliche Hemmnisse bei der Nutzung von 5G in den Use Cases der Produktion bekannt? Gibt es Probleme mit der Akzeptanz? Wenn ja welche?
- Mitsprache von Betriebsräten
- Anforderungen an Datensicherheit beziehen sich weniger auf die Funkschnittstelle als mehr auf den Zugriff auf Systeme im Rahmen von Fernwartung und ähnlichem
  - Über welche Schnittstellen passiert dies
  - Trennung von Nutzdaten und Controldaten
  - Sicherstellen, dass nur befugter Zugriff auf diese Daten stattfindet
- Bedenken, ob Sicherheitsabstände eingehalten werden (insbesondere zu Antennen)
  - Gute und bereits etablierte Regelwerke, anhand derer Sicherheitsfaktoren gut handhabbar sind
  - WiFi sendet und empfängt auf 2,5 und 6 GHz, 5G liegt zwischen diesen Werten (3,7 – 3,8 GHz)

Wie schätzt du die technische Komplexität von 5G und Standardisierung (im Vergleich zu anderen Kommunikationstechnologien) für produzierende Unternehmen ein? Führt dies zu einem Hemmnis?

- Kann sehr unterschiedlich sein
- Es gibt Produkte, die ohne tiefe 5G Kenntnisse genutzt werden können
- Je mehr Parameter vom Nutzer eingestellt werden können, desto komplexer in der Anwendung, deshalb nur für Anwender, die Tiefenkenntnisse von 5G haben

Wie schätzt du anhand deiner Erfahrung den aktuellen Reifegrad von 5G für den Einsatz in der Produktion ein?

- Weg heraus aus dem Tal der Enttäuschung, unter anderem durch R16
- Nächstes Ziel ist weg von PoC hin zur tatsächlichen Anwendung
- Größere Ausschreibungen sind in der Vorbereitung, gerade bei Automobilisten
- Ausstattung eines Werks mit 5G ist im Stadium der Angebotseinreichung
- 6G Forschung startet gerade erst
- Viel Aufklärungsarbeit notwendig

Denkst du Regulierung/Leitplanken können heute oder in Zukunft den Einsatz von 5G vorantreiben oder verhindern?

- 5G ist in technischer Hinsicht hochgradig standardisiert, die Integration von 5G in OT Systeme ist kaum bis schlecht standardisiert, Standardisierung in diesem Bereich kann fehlerhaft sein, eine Verbesserung der Integrationsfähigkeit sollte eher angestrebt werden

## **Anhang C.4 Experteninterview mit Murtaza Abbas**

Datum: 12.12.2022 Dauer: 1Std 11min

Das Interview wurde von Lara Johanning (FIR) mit Herrn Murtaza Abbas (FIR) geführt. Das Interview wurde von Michael Phan (FIR) begleitet. Die Transkription erfolgte durch Lara Johanning (FIR) und Michael Phan (FIR). Die Transkription wurde von Herrn Murtaza Abbas (FIR) geprüft und freigegeben.

### **Einleitung**

Dieses Experteninterview dient dazu, verschiedene Erfahrungen mit dem Einsatz von der digitalen Technologie 5G des Interviewpartners zu besprechen und zu erfassen. Dem Interviewpartner werden zu Beginn des Gesprächs die Zielstellung und das angestrebte Ergebnis des Dissertationsvorhabens präsentiert. Nachdem etwaige Rückfragen beantwortet sind, werden spezifische Fragen zu der betrachteten Technologie 5G gestellt. Um eine möglichst natürliche Gesprächssituation zu erzeugen, wird ein semistrukturierter Leitfaden für das Interview verwendet. Die Interviewergebnisse werden zusammengefasst und transkribiert, sodass der Interviewpartner die Möglichkeit hat, etwaige Aussagen zu korrigieren und vollständig zu streichen. Die zusammengefassten Inhalte werden unter Nennung des Namens von Interviewpartner und Unternehmen ausschließlich im Rahmen des Dissertationsprozesses verwendet, sofern sich der Interviewpartner dazu bereit erklärt.

Mithilfe dieses Interviews werden folgende Ziele verfolgt:

- Aufnahme und Beschreibung der Erkenntnisse zum Einsatz von 5G,
- implizite und passive Prüfung der bisherigen Ergebnisse im Dissertationsvorhaben,
- Erweiterung des praktischen Hintergrundwissens des Interviewers.

Die Dokumentation der Interviewergebnisse erfolgt stichpunktartig.

### **Allgemeine Informationen**

Murtaza Abbas, seit Mai 2019 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am FIR an der RWTH Aachen tätig, fokussiert sich auf die Erforschung und Entwicklung innovativer 5G-Anwendungsfälle in der Industrie. Als Bestandteil des renommierten Competence Centers 5G.NRW setzt er seine Fachkompetenz ein, um die Potenziale der 5G-Technologie in der Industrielandschaft zu erschließen. Seine Forschungstätigkeit konzentriert sich auf die Identifikation und Umsetzung neuartiger Einsatzszenarien für 5G in der Industrie. Durch die aktive Rolle im Competence Center 5G.NRW, einer Plattform, die sich der Förderung der 5G-Innovation in Nordrhein-Westfalen widmet, ist er stark in der Industrie zum Thema 5G vernetzt.

### **Inhaltliche Fragen**

Wie schätzt du den aktuellen Reifegrad von 5G für den Einsatz in der Produktion ein?

- Der Grundstein in der Forschung ist gelegt, die kommerzielle Anwendung ist noch nicht so weit fortgeschritten.

- Nicht genügend Hardware (industrielle 5G-fähige Endgeräte) auf dem Markt
- Richtigen Anwendungsfälle sind aktuell nicht ausreichend da, da Verfügbarkeit von Hardware nicht vorhanden
- Das Aufrüsten der Hardware auf dem Shopfloor ist dringend notwendig (5G-fähig), aktuell eine zentrale Herausforderung
- Forschung strebt bereits in Richtung 6G, aber 5G, die Anwendung von 5G wird immer noch erforscht

Welche Herausforderung haben produzierende Unternehmen beim Einsatz von 5G? Was hemmt oder fördert den Einsatz?

- Große Unternehmen haben eigene Forschungszentren und können Use Cases selbstständig entwickeln
- KMU hingegen fehlen die Ressourcen und die Zeit dafür, sie haben andere Herausforderungen
- Schulungen für Mitarbeiter die 5G nutzen sollen sind unerlässlich für Verständnis der neuen Technologie und Akzeptanz

Wie wird 5G in Unternehmen zur Vernetzung genutzt? Beispielhafte Use Cases? Was ist dabei zu bedenken?

- Es gibt 3-4 typische Use Cases die bisher oft umgesetzt wurden: fahrerlose Transportsysteme, KI-Bildbearbeitung, Verarbeitung mit Edge Computing
- Durch die veränderten Eigenschaften von 5G gegenüber z.B. WiFi-6 können neuartige Datenquellen angebunden werden bzw. auch neue Datensenden versorgt werden

Gibt es betriebliche Kernsysteme (Bsp. ERP, MES...), die aus deiner Erfahrung häufig mit 5G vernetzt werden? Welche Herausforderung haben Unternehmen dabei?

- Systeme und Anwendungen sind unabhängig von der Übertragungstechnologie, also auch von 5G
- Kommunikation zwischen den Netzwerken ist „egal“
- Unternehmen wollen, dass es läuft und nicht „wie“
- Es werden alle Arten von Daten (bsp. Personenbezogenen Daten wie auch Maschinendaten) übertragen und verarbeitet, darauf muss entsprechend eingegangen werden. Diese Herausforderung bestand auch schon in der Vergangenheit bei anderen Kommunikations- und Übertragungstechnologien

Wird 5G bereits in Produkten & Services eingesetzt? Wenn Ja, wie? Hast du ein Beispiel? Gibt es dabei Probleme?

- Bei der Anwendung gibt es sicherheitskritische Anwendungen
- Zuverlässigkeit der Technologie ist ein Problem
- Ausfälle bei Live-Führungen

Gibt es aus deiner Sicht und Erfahrung zu beachten, Aspekte in Interaktion von 5G mit dem Menschen? z. B. Akzeptanz?

- Gesundheitliche Bedenken
- Aufklärungsarbeit muss geleistet werden, genügend Studien, die Unbedenklichkeit zeigt
- Es gibt Seminare für das Thema bzgl. Gesundheit
- Zuverlässigkeit der Technologie

Denkst du Regulierungsbedarf ist heute erforderlich oder eher zukünftig? Werden Innovationen und Nutzung durch Regulierung vielleicht sogar verhindert?

- 5G in intelligenten Produkten
  - Nicht im kommerziellen Einsatz, theoretisch kein Problem (Kommunikation über 5G)
  - Noch keine Umsetzung, Hardware fehlt, vielleicht in 2-3 Jahren
- Stand jetzt, macht Sinn redundante Netze parallel laufen zu lassen, es gibt Ansätze
- Informierende Regelwerk für breite Masse (Gibt es noch nicht)