



DBA thesis

Beurteilung von Investitionen in die digitalisierte Produktion

Dold, L.

Full bibliographic citation: Dold, L. 2020. Beurteilung von Investitionen in die digitalisierte Produktion. DBA thesis Middlesex University / KMU Akademie & Management AG

Year: 2020

Publisher: Middlesex University Research Repository

Available online: <https://repository.mdx.ac.uk/item/895qx>

Middlesex University Research Repository makes the University's research available electronically.

Copyright and moral rights to this work are retained by the author and/or other copyright owners unless otherwise stated. The work is supplied on the understanding that any use for commercial gain is strictly forbidden. A copy may be downloaded for personal, non-commercial, research or study without prior permission and without charge.

Works, including theses and research projects, may not be reproduced in any format or medium, or extensive quotations taken from them, or their content changed in any way, without first obtaining permission in writing from the copyright holder(s). They may not be sold or exploited commercially in any format or medium without the prior written permission of the copyright holder(s).

Full bibliographic details must be given when referring to, or quoting from full items including the author's name, the title of the work, publication details where relevant (place, publisher, date), pagination, and for theses or dissertations the awarding institution, the degree type awarded, and the date of the award.

If you believe that any material held in the repository infringes copyright law, please contact the Repository Team at Middlesex University via the following email address: repository@mdx.ac.uk

The item will be removed from the repository while any claim is being investigated.

See also repository copyright: re-use policy: <https://libguides.mdx.ac.uk/repository>

DISSERTATION

Beurteilung von Investitionen in die digitalisierte Produktion

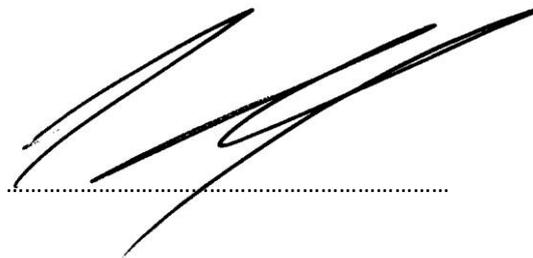
**Eine Mixed-Method-Studie zur moderierenden Wirkung von
Nutzenkonstrukten aus Geschäftsmodellen an der Lücke zwischen
digitaler Strategie und operativen Prozessen**

NAME:	Dip. Ing. (FH) Luzian Dold
MATRIKELNUMMER:	MUDR/0150
STUDIUM:	DBA
ADVISOR:	Dr. Christian Speck
ANZAHL DER WÖRTER:	71165
EINGEREICHT AM:	31.10.2020

EIDESSTÄTTLICHE ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass die vorliegende, an diese Erklärung angefügte Dissertation selbstständig und ohne jede unerlaubte Hilfe angefertigt wurde, dass es noch keiner anderen Stelle zur Prüfung vorgelegen hat und dass es weder ganz noch im Auszug veröffentlicht worden ist. Die Stellen der Arbeit einschließlich Tabellen, Abbildungen etc., die anderen Werken und Quellen (auch Internetquellen) dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, **habe ich in jedem einzelnen Fall als Entlehnung mit exakter Quellenangabe kenntlich gemacht**. Hiermit erkläre ich, dass die übermittelte Datei ident mit der geprüften Datei und des daraus resultierenden und übermittelten Plagiatsberichtes ist und die Angabe der Wortanzahl diesem entspricht. **Mir ist bewusst, dass Plagiate gegen grundlegende Regeln des wissenschaftlichen Arbeitens verstoßen und nicht toleriert werden. Es ist mir bekannt, dass der Plagiatsbericht allein keine Garantie für das Fehlen eines Plagiats darstellt und dass bei Vorliegen eines Plagiats Sanktionen verhängt werden können**. Diese können neben einer Bearbeitungsgebühr je nach Schwere zur Exmatrikulation und zu Geldbußen durch die Middlesex University führen. Die Middlesex University führt das Plagiatsverfahren und entscheidet über die Sanktionen. **Dabei ist es unerheblich, ob ein Plagiat absichtlich oder unabsichtlich, wie beispielsweise durch mangelhaftes Zitieren, entstanden ist, es fällt in jedem Fall unter den Tatbestand der Täuschung**.

Seitingen- Oberflacht am 31.10.2020

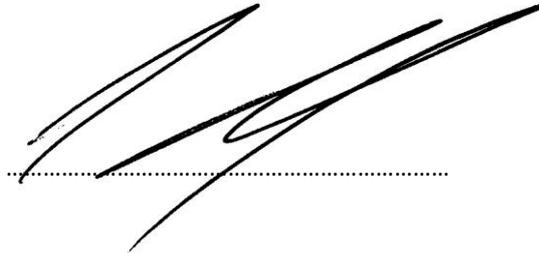


SPERRVERMERK

Die Einschränkung der Bereitstellung zur Benützung meiner Dissertation mit dem Titel „Beurteilung von Investitionen in die digitalisierte Produktion“ ist aus wichtigen rechtlichen oder wirtschaftlichen Interessen notwendig oder zweckmäßig.

Begründung: Die Dissertation durfte auf Kontakte und Ressourcen des Arbeitgebers zurückgreifen. Daher sind einige Informationen im Anhang der Dissertation vertraulicher Natur. Die Datenerhebung speziell der Interviews repräsentiert erheblichen Aufwand und ist daher kommerziell schützenswert. Die Dissertation ohne Anhänge kann uneingeschränkt genutzt werden, jedoch sind die Anhänge nicht ohne schriftliche Freigabe zugänglich. Durch Nachfrage unter luciandold@aol.com kann jederzeit auf die Informationen der Anhänge zurückgegriffen werden.

Seitingen Oberflacht am 31.10.2020



Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	1
1.1. Kurzvorstellung des Themas	1
1.2. Begriffliche Grundlagen.....	9
1.2.1. Industrie 4.0	9
1.2.2. Geschäftsmodell.....	10
1.2.3. Vertikale Integration	11
1.2.4. Investitionsbereitschaft.....	12
1.2.5. Produktivität.....	12
1.3. Nahrungsmittelindustrie und assoziierte Industrien	13
1.4. Aufbau der Arbeit.....	15
2. PROBLEMSTELLUNG	16
2.1.1. Problem der Entkopplung von Investition und Nutzen	24
2.1.2. Problem der abstrakten Geschäftsmodelle.....	25
2.1.3. Problem der Disziplinen	26
3. ERKENNTNISINTERESSE UND ZIELSETZUNG DER ARBEIT	27
3.1. Zielsetzung.....	28
3.2. Forschungslücke	33
4. STAND DER FORSCHUNG	37
4.1. Literaturrecherche	39
4.2. Industrie 4.0 und Initiativen der Digitalisierung	40
4.3. Datenstrukturen und Standardisierung	44
4.4. Wertermittlung industrieller Produktion und Daten	46
4.4.1. Overall Equipment Efficiency (OEE)	47
4.4.2. Datennutzung der Informationstechnik.....	48
4.5. Geschäftsmodelle.....	50
4.5.1. Theorie des Geschäftsmodells	51
4.5.2. Ontologie und Konstruktion von Geschäftsmodellen	56
4.5.3. Zusammenfassung der Geschäftsmodelle	62
5. FORSCHUNGSFRAGEN UND METHODISCHES VORGEHEN	63
5.1. Forschungsfragen	63

5.2.	Methodisches Vorgehen	66
5.3.	Mixed-Method-Untersuchungsansatz	72
6.	QUALITATIVE UNTERSUCHUNG	76
6.1.	Offenes Kodieren.....	77
6.2.	Axiales Kodieren	79
6.3.	Erste Welle qualitativer Interviews – semistrukturiertes Interview	86
6.3.1.	Auswahl und Akquisition der Experten	87
6.3.2.	Festlegung der Untersuchungsfrage	88
6.3.3.	Leitfadenerstellung	90
6.3.4.	Operationalisierung des Interviewleitfadens	91
6.3.5.	Pretest	93
6.3.6.	Durchführung	95
6.3.7.	Auswertung und Ergebnisse.....	95
6.3.8.	Anpassung der axialen Verbindungen und Ergebnisse	98
6.4.	Zweite Welle qualitativer Interviews – problemzentriertes Interview.....	102
6.4.1.	Das problemzentrierte Interview	103
6.4.2.	Auswahl und Akquisition der Experten	105
6.4.3.	Festlegung der Untersuchungsfrage	106
6.4.4.	Erstellung von Leitfaden, Kurzfragebogen und Begleitpräsentation	107
6.4.5.	Operationalisierung der Begleitpräsentation.....	108
6.4.6.	Pretest	113
6.4.7.	Durchführung	115
6.4.8.	Auswertung und Ergebnisse.....	116
6.5.	Selektives Kodieren	121
6.5.1.	Ermittlung der Kernkategorie.....	122
6.5.2.	Verifizierung der Zusammenhänge zum Festlegen der Kernkategorie	124
6.5.3.	Paradigmatischer Ausbau der Kernkategorie.....	128
6.6.	Finale Grounded Theory.....	135
6.6.1.	Aufbau der Grounded Theory um die Kernkategorie.....	136
6.6.2.	Ermittlung der „verbindenden Balance“	137
6.6.3.	„Verbindende Balance“ im Kontext	140
6.6.4.	Handlungen, Strategien und Nutzenschöpfung	147
6.6.5.	Konsequenz der Gesamtwirkung durch die „Verbindende Balance“	149
6.7.	Zusammenfassung und Zwischenfazit der qualitativen Theoriebildung	151
7.	QUANTITATIVES UNTERSUCHUNGSMODELL	154

7.1.	Transformation der Grounded Theory in ein quantitatives Modell	155
7.2.	Hypothesen	159
7.2.1.	Wirkung der verbindenden Balance.....	160
7.2.2.	Wirkung des Kontextes	161
7.2.3.	Wirkung der Nutzenschöpfung	162
7.3.	Strukturgleichungsmodell	162
7.3.1.	Strukturmodell	163
7.3.2.	Messmodell der latenten exogenen Variablen	164
7.3.3.	Messmodell der latent endogenen Variablen.....	166
7.3.4.	Verbinden der Teilmodelle zum gesamten SGM.....	168
8.	QUANTITATIVE UNTERSUCHUNG	170
8.1.	Operationalisierung der manifesten Variablen.....	170
8.1.1.	Operationalisierung der Variablen der verbindenden Balance (VB)	172
8.1.2.	Operationalisierung der Variablen des Gesamtkontextes (GK)	178
8.1.3.	Operationalisierung der Variablen der Nutzenschöpfung (NS).....	182
8.1.4.	Operationalisierung der Variablen der digitalen Investitionsbereitschaft (DI)	183
8.1.5.	Kontrollvariablen.....	187
8.1.6.	Zusätzliche Daten	188
8.1.7.	Zusammenfassung der Operationalisierung	188
8.2.	Methodik der Datenerhebung	189
8.2.1.	Generierung der Kontakte und Festlegung der Stichprobe	189
8.2.2.	Erstellung des Fragebogens.....	192
8.2.3.	Pretest.....	197
8.2.4.	Umfrage Zielindustrie.....	197
8.2.5.	Umfrage andere Industrien	199
8.2.6.	Zusammenfassung der gesamten Teilnahmen	200
8.3.	Datenauswertung Strukturgleichungsmodell	201
8.3.1.	Überprüfung der Stichprobe	202
8.3.2.	Deskriptive Statistik.....	208
8.3.3.	Güteprüfung der Variablen des SGM	212
8.3.4.	Konfirmatorische Faktorenanalyse	220
8.3.5.	Zwischenfazit konfirmatorische Faktorenanalyse.....	225
8.4.	Kritische Überprüfung des bisherigen Messmodells	227
8.4.1.	Überprüfung auf systematische Messfehler	228
8.4.2.	Explorative Faktorenanalyse der Datensätze.....	231
8.4.3.	Theoretische Betrachtung der ermittelten explorativen Faktoren.....	232

8.4.4.	Formulierung eines alternativen explorativen Modells	236
8.5.	Auswertung des alternativen explorativen Modells	241
8.5.1.	Prüfung der Variablen des alternativen Modells	241
8.5.2.	Korrelationsanalyse des gesamten Datensatzes	242
8.5.3.	Korrelationsanalyse der Teilstichproben.....	243
8.5.4.	Mittelwertvergleich der Skalen.....	244
8.6.	Zusammenfassung der quantitativen Untersuchung.....	245
8.6.1.	Zwischenfazit der Untersuchungsergebnisse.....	246
8.6.2.	Überlegungen zu einem modifizierten Strukturmodell für weitere Forschungen	248
9.	INTEGRATION DER ERGEBNISSE.....	250
9.1.	Erkenntnisse zur Beantwortung der Forschungsfragen.....	251
9.1.1.	Forschungsfrage 1	251
9.1.2.	Forschungsfrage 2	253
9.1.3.	Forschungsfrage 3	255
9.2.	Beitrag zur Zielsetzung und Schließung der Forschungslücke	257
9.3.	Erkenntnisse aus der gewählten Methodik	258
9.4.	Weiterführende Erkenntnisse und Einblicke	259
9.4.1.	Unterschiede zwischen Zielindustrie und generellen Industrien	259
9.4.2.	Die Rolle der „digitalen Reife“	260
9.4.3.	Dimensionen der Investitionsbeurteilung.....	261
9.4.4.	Wettbewerbsdruck als eigenständiger Faktor	262
9.4.5.	Kenntnis von Geschäftsmodellen und Wirkungsweisen in den Unternehmen.....	263
9.5.	Experteninterviews zur Validierung	264
9.5.1.	Auswahl und Akquisition der Experten	264
9.5.2.	Leitfadenerstellung	265
9.5.3.	Pretest und Durchführung	267
9.5.4.	Auswertung und Ergebnisse.....	268
9.6.	Zusammenfassung der integrierten Ergebnisse.....	273
10.	DISKUSSION UND INTERPRETATION DER ERGEBNISSE	274
10.1.	Abschließende Betrachtung der gesamten Erkenntnisse	275
10.2.	Methodische und inhaltliche Einschränkungen	285
10.3.	Überlegungen zum zukünftigen Forschungsbedarf	289
10.4.	Überlegungen zum Erkenntnistransfer in die Praxis.....	291
11.	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	294

12.	LITERATURVERZEICHNIS	297
13.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	319
14.	TABELLENVERZEICHNIS	323
15.	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	327
16.	LEBENS LAUF.....	330
17.	DANKSAGUNG	332
18.	ANLAGEN.....	333
I.	Verzeichnis der Abbildungen in den Anlagen	333
II.	Kodierungsergebnisse qualitative Untersuchung	337
II.I.	Ergebnisse der offenen Kodierung	338
II.II.	Ergebnisse der primären axialen Kodierung	341
II.III.	Visualisierung der Kodierungszusammenhänge	359
II.IV.	Häufungs- und Pfadanalysen der primären axialen Kodierung.....	360
III.	Interviews Welle 1– Fragebögen, Transkripte und Ergebnisse.....	364
III.I.	Interviewfragebogen Welle 1.....	364
III.II.	Transkript Interview 1: Getränkehersteller am 5.Dezember 2018	369
III.III.	Transkript Interview 2: Süßwarenhersteller am 20.Dezember 2018	377
III.IV.	Ergebnisse der Kodierung aus Interviews 1 und 2	383
III.V.	Häufungs- und Pfadanalysen der überarbeiteten axialen Kodierung	393
IV.	Interviews Welle 2– Fragebogen, Transkripte und Ergebnisse.....	395
IV.I.	Interviewleitfaden und Kurzfragebogen Welle 2 – PZI –.....	396
IV.II.	Begleitende Interviewpräsentation für das PZI.....	399
IV.III.	Transkript Interview 3: Getränkehersteller am 3.Juni 2019.....	412
IV.IV.	Transkript Interview 4: Maschinenhersteller am 5.Juni 2019	438
IV.V.	Ergebnisse der Auswertung von Interviews 3 und 4	480
V.	Tabellen zur Nutzung der finalen Grounded Theory	494
V.I.	Transfertabelle der Kernkategorie	495
V.II.	Klassifizierungstabelle der Kontextkombinationen	496
V.III.	Aufstellung der Auswirkungen auf Strategien, Handlungen und Interaktion	497
V.IV.	Zuordnungen der Entscheidungsformen als Konsequenz der Wirkungstabelle	498
VI.	Fragebogen und Anschreiben der quantitativen Umfrage	499

VI.I.	Persönliches Anschreiben	499
VI.II.	Anschreiben für Zentrale und Marketing Email-Accounts	500
VI.III.	Fragebogen der quantitativen Umfrage.....	501
VI.IV.	DLG Mailing für das Snowball Sampling.....	508
VII.	Konfirmatorische Faktorenanalyse des SGM	509
VIII.	Explorativen Faktorenanalyse der Umfragedaten	512
IX.	Prüfung des alternativen explorativen Modells.....	517
X.	Erste Tests eines alternativen Strukturmodells	521
XI.	Experteninterviews zur Validierung	523
XI.I.	Interviewfragebogen Validierung.....	523
XI.II.	Einführungspräsentation Validierung	526
XI.III.	Transkript Interview 5	530
XI.IV.	Transkript Interview 6	533
XI.V.	Transkript Interview 7	535
XI.VI.	Transkript Interview 8	536
XI.VII.	Transkript Interview 9	538
XI.VIII.	Transkript Interview 10	540
XI.IX.	Transkript Interview 11	542
XI.X.	Transkript Interview 12	544
XI.XI.	Transkript Interview 13	547
XI.XII.	Transkript Interview 14	551

Diese Abhandlung wurde unter umfassender Berücksichtigung gendergerechter Formulierung verfasst. Bei einigen Passagen wurde aus Gründen der leichteren Lesbarkeit auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung, wie z.B. MaschinenbedienerInnen verzichtet. In diesen Passagen wird durchgängig die männliche Form benutzt. Im Sinne des Gleichbehandlungsgesetzes sind diese Bezeichnungen als nicht geschlechtsspezifisch zu betrachten, sondern schließen beide Formen gleichermaßen ein.

1. Einleitung

1.1. Kurzvorstellung des Themas

Auf der Hannover Messe 2011 wurde das Schlagwort Industrie 4.0 zum ersten Mal durch Bundeskanzlerin Angela Merkel etabliert. Wenn man den damaligen Aussagen von Kagermann, Lukas und Wahlster folgte (vgl. Kagermann et al. 2011), sollte Deutschland die erste Geige in der Digitalisierung der Industrie spielen. Auch international wurde das Thema prominent etabliert und es haben sich global viele weitere Initiativen zur Digitalisierung mit unterschiedlicher Ausprägung gebildet (vgl. Kagermann et al. 2016). Diese Digitalisierungsinitiativen, insbesondere die Initiative Industrie 4.0, sind bis einschließlich 2020 technisch orientiert und darauf ausgerichtet in den Bereichen Cyber-Physische Systeme (CPS) respektive Cyber-Physische Produktionssysteme (CPPS), horizontale Integration der Wertschöpfungskette und vertikale Integration von Produktionssystemen zu forschen und Lösungen zu realisieren (vgl. Kagermann et al. 2013, S. 39).

Zu Beginn der Überlegungen zu dieser Arbeit in 2014 wurde dem Themengebiet, wie der betriebswirtschaftliche Nutzen von Digitalisierung an den Schnittpunkten von Ökonomie und Technologie modelliert und quantifiziert werden kann, wenig Aufmerksamkeit in der Forschung gewidmet. Auch im Jahr 2020 hat sich diese Situation nicht merklich verändert. Zwar nutzen laut der Stufen AG in 2018 schon 9 % der Unternehmen die Ansätze der Industrie 4.0 operativ, allerdings sehr stark dominiert von der durch Produktivität getriebenen Automobilindustrie mit einem Anteil von 18 % (Stufen.AG 2019, S. 10ff). Auf der anderen Seite sind bei 41 % der von der Stufen AG befragten Unternehmen keinerlei operativen Anwendungen der Ansätze der Industrie 4.0 vorhanden. Es ist zu beobachten, dass die Themen auch 2020 primär technischer Natur sind. Aktuell wird zunehmend Aufmerksamkeit auf die Einbeziehung der Sozialpartner in die Bewältigung der möglichen Veränderung der Arbeitsbedingungen und Akzeptanz gelegt (vgl. Matuschek und Kleemann 2019; Abel et al. 2019; Rump und Eilers 2020). Die Fragen zur Investitionsbewertung und zu langfristiger finanzieller Betrachtung finden sich nicht als wesentlicher Bereich der Forschung

zu Digitalisierung/Industrie 4.0, sondern sind lediglich als sekundärer Faktor unter technischen und organisatorischen Einflussgrößen erwähnt (vgl. Veile et al. 2019). Obermaier (2019, S. 30) verweist in diesem Zusammenhang auf das „Solow-Paradox“, welches die Problematik der nicht ausreichend messbaren Produktivitätssteigerung durch IT-Investitionen beschreibt.

Die wirtschaftlichen Potenziale durch Digitalisierung werden als beachtlich eingeschätzt. Zum Beispiel beziffert die Beratungsfirma PwC in 2014 das Potenzial der Digitalisierung in der industriellen Fertigung mit 110 Milliarden € zusätzlichem Umsatz für die europäische Industrie und unter anderem einer Produktivitätssteigerung von 18 % in fünf Jahren (Geissbauer et al. 2014, S. 10f). Kritisch äußert sich Obermaier fünf Jahre später hierzu im Hinblick auf die Unsicherheiten der Wirtschaftlichkeitseffekte und mahnt zur Vorsicht bei der Interpretation.

„Nichtsdestotrotz schießen mit Blick auf Industrie 4.0 seit einiger Zeit vor allem von Beratungshäusern optimistische Schätzungen ins Kraut. Einschränkend ist zu derartigen Studien anzumerken, dass es sich methodisch um eher simple Hochrechnungen und selektive Einschätzungen handelt, die nicht frei von Eigeninteresse sind“ (Obermaier 2019, S. 30–31).

In Deutschland treibt deshalb die Plattform Industrie 4.0 unter Federführung der Branchenverbände Bitkom e.V., VDMA e.V. und ZVEI e.V. sowie der Bundesministerien für Bildung und Forschung (BMBF) und für Wirtschaft und Energie (BMWi) unterschiedlichste Projekte zur Förderung der digitalen Transformation in der Industrie voran. Die vordringlichsten Forschungsinitiativen beschäftigen sich mit der Schaffung und Weiterentwicklung von technologischen Kernbausteinen für die Digitalisierung von Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsnetzwerken (Dorst 2015, S. 15). In der Praxis behindert die Komplexität des Themas und die damit verbundenen Unsicherheiten der neuen digitalen Welt die Unternehmen dabei, technologische Neuerungen einzusetzen und die digitale Transformation voranzutreiben (vgl. Berghaus 2018; Magruk 2016; Fleisch et al. 2014).

*„Die digitale Welt – und damit auch ihre Branchen – unterscheiden sich in zahlreichen Dimensionen von der physischen Welt und deren Branchen“
(Fleisch et al. 2014, S. 816).*

Das Konzept des Internets der Dinge (IoT) ist ein Teilbereich der Industrie 4.0 und die Grundlage, um ausreichend Daten aus der physikalischen Welt für die Nutzung von digitalisierter Technologie zu gewinnen. Fleisch et al. (2014, S. 818) beschreiben Wertschöpfungsstufen für IoT, die durch die Kombination von physikalischem Gegenstand und digitalen Diensten und Funktionen beschriftet werden. Die einzelne Wertschöpfungsstufe durch Daten generiert in dieser Betrachtung per se keinen Mehrwert. Dieser entsteht durch Integration der Dienste über die Schritte der Wertschöpfung. Daraus folgt, dass Unternehmen, welche aus der Digitalisierung von Produktionsprozessen produktiven Nutzen ziehen wollen, in eine starke Integration zwischen der Information Technology (IT) und der Operational Technology (OT) (Gartner IT glossary 2018) in der Produktion investieren müssen.

Das spezifische Konzept des Industrial Internets of Things (IIoT) zielt darauf ab, dass im Produktionsprozess, konkret in den Produktionsmaschinen und Vorrichtungen, die Rohdaten für die Realisierung neuer digitalisierter Produkte und Dienstleistungen entstehen. Die Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 setzt voraus, dass eine umfassende vertikale Integration von Daten aus der Sensor-Aktor-Ebene heraus erfolgt (vgl. Kagermann et al. 2013, S. 36). Nach wie vor findet man eine solche Infrastruktur von durchgängiger OT in bestehenden Produktionsanlagen nur vereinzelt vor. Eine Aus- bzw. Aufrüstung hängt von der Entscheidung für die geeignete Technik und der ausreichenden Bereitstellung von finanziellen Mitteln hierzu ab. Es stellt sich damit die Frage, wie der zu erwartende Mehrwert ermittelt und bewertet werden kann, um die Investitionsentscheidung richtig zu treffen. Um den Mehrwert durch Digitalisierung greifbar zu machen, beschreibt Kaufmann die Abhängigkeit von Geschäftsmodell, Rolle in der Wertschöpfungskette und Reifegrad bei der Anwendung digitaler Technologien (vgl. Kaufmann 2015, S. 41f). In kritischer Form gehen Ludwig et al. auf die Umsetzung von Industrie 4.0 und die bisherige einseitige Ausrichtung

des Themas auf Großunternehmen ein. Sie zweifeln die Anwendbarkeit von Konzepten der Digitalisierung respektive Industrie 4.0 für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) an (vgl. Ludwig et al. 2016, S. 72). Die Literatur liefert ein polarisiertes Bild, das die Potenziale und Möglichkeiten der Anwendung von digitalisierter Technologie zwar aufzeigt, aber eine seriöse Betrachtung der Wirtschaftlichkeit weitgehend offenlässt.

Wesentliche Voraussetzung der digitalisierten Produktion und der Nutzung von Daten aus der Produktion ist die horizontale Datenintegration, die idealisiert die gesamte Wertschöpfungskette der Unternehmung erfasst. Planungsdaten werden dabei an die nachgelagerten Wertschöpfungsstufen bzw. Produktionsprozesse in Echtzeit übermittelt. Messdaten, die ebenfalls in Echtzeit vom Konsumenten über die gesamte Logistikkette und die Produktionsschritte gesammelt werden, sollen den vorgelagerten Wertschöpfungsstufen zur Optimierung und verfeinerten Planung übermittelt werden. Der Datenfluss verläuft entlang der physischen Wertschöpfung und ist in Abbildung 1 dargestellt. Kagermann et al. und weitere Autoren setzen in ihren Betrachtungen voraus, dass die Daten für alle Instanzen des Wertschöpfungsprozesses vorhanden und transparent sind (vgl. Kaufmann 2015, S. 5; Kagermann et al. 2013, S. 24ff; Maier und Weber 2013, S. 13). Es wird unzureichend darauf eingegangen, wo und zu welchem Ausbaugrad eine solche Integration in den Produktionsanlagen mindestens realisiert sein muss, um Mehrwert aus der Datennutzung zu erzielen.

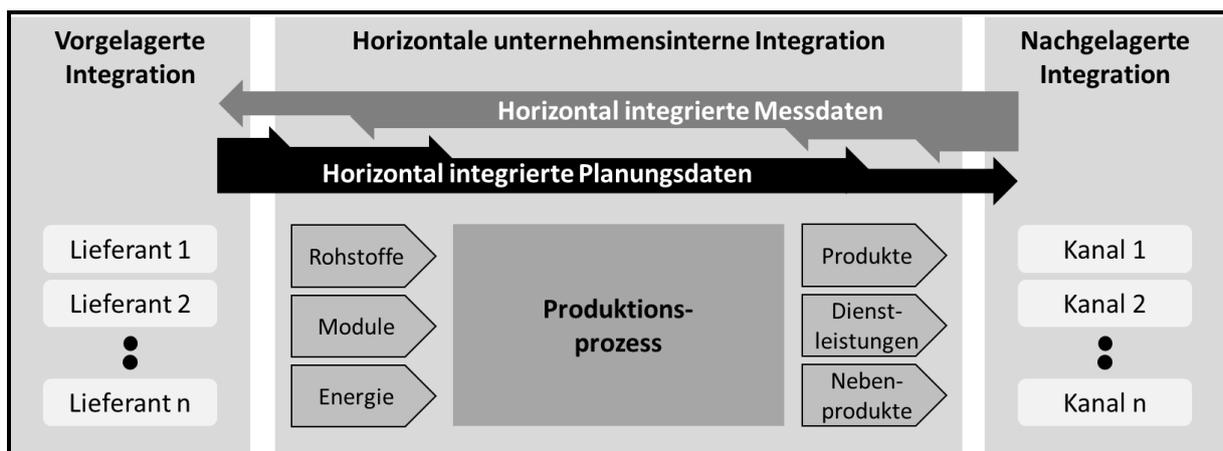


Abbildung 1: Schematische Darstellung horizontaler Datenintegration (Quelle: Darstellung des Autors)

In einer Studie der Friedrich-Ebert-Stiftung (Schröder 2016, S. 7f) wird konstatiert, dass sich die praktische Umsetzung langfristig gestalten wird und viele Unternehmen, vornehmlich KMU, bisher nur in eingeschränktem Maße die Ansätze von Industrie 4.0 umsetzen können. Im Maschinen- und Anlagenbau, als Kernbranche und Inkubator für die Anwendung von digitalisierten Technologien, waren im Jahr 2015 lediglich 18 % der Firmen, ganz oder teilweise, in der Umsetzung aktiv. Zusätzlich waren weitere 20 % zumindest mit diesem Thema beschäftigt. Diese niedrige Durchdringung wird auch durch eine Studie der IMPULS-Stiftung des VDMA bestätigt, welche 2016 ermittelte, dass 35 % seiner Mitgliedsfirmen zumindest eine Digitalisierungsstrategie verabschiedet haben und weitere 26 % bis 2019 eine Digitalisierungsstrategie entwickeln wollen (Kinkel et al. 2016, S. 16). Die Studie führt weiter aus, dass Investitionshemmnisse die Umsetzung und Nutzung wesentlich behindern, explizit gilt dies für KMU, die den Maschinen- und Anlagenbau dominieren (vgl. Kinkel et al. 2016, S. 64).

Es zeigt sich, dass sich die Wirtschaftlichkeitsbewertung von Investitionen in Digitalisierungsprojekten speziell in der Produktion schwierig gestaltet, da Technologie, dazu passende Geschäftsmodelle und die Verfügbarkeit von Ressourcen zur Umsetzung gegeben sein müssen (vgl. Illner et al. 2018, S. 8). Kaufmann beschreibt daher die Wirtschaftlichkeitsrechnung als „Herausforderung, da es schwierig ist Kosten und Umsätze fünf Jahre und mehr im Voraus zu schätzen“ (Kaufmann 2015, S. 41).

Ohne eine gesicherte Investitionsbewertung der einzusetzenden Technologie kann allerdings nicht von einer weitreichenden Transformation hin zur Digitalisierung in Produktionsanlagen ausgegangen werden. Um den Beitrag zur Wertschöpfung, der durch eine umfassende Integration von Daten entsteht, berechenbar zu quantifizieren, sollten vertikal generierte und horizontal verwendete Planungs- und Messdaten (siehe Abbildung 1) schon anfänglich einen quantifizierbaren Nutzen repräsentieren. Passend hierzu wird im Leitfaden zum Management von Big-Data-Projekten des Bitkom die Kernthese vertreten, dass Daten in der digitalen Welt als „vierter Produktionsfaktor neben Kapital, Arbeitskraft und Rohstoffe“ treten werden (Maier und Weber 2013, S. 9). Für Big Data ist eine Wertschöpfungskette der Datenwirtschaft definiert und zeigt auf, wie Daten zu Information aggregiert werden, um

Nutzen durch Visualisierung und Interpretation zu schöpfen (vgl. Maier und Weber 2013, S. 15). Für die industrielle Produktion ist so ein Modell derzeit nicht verfügbar und durch die höhere Komplexität nicht ohne weiteres anwendbar. Im Hinblick auf industrielle Produktionsprozesse zeigt die Forschung bis dato Erkenntnisse in technologischer Hinsicht, um die Voraussetzungen einer weitreichenden digitalen Produktionsinfrastruktur zu schaffen (vgl. Dorst 2015; DKE und VDE 2018; Sauer 2014). Für die Betrachtung der digitalen Nutzenschöpfung bieten Untersuchungen zu Geschäftsmodellen basierend auf E-Commerce und Informationssystemen (IS) (vgl. Baden-Fuller und Haefliger 2013; Pozzi et al. 2016; Teece 2010; Zott et al. 2011) komplementär Erkenntnisse für Modelle zu datenbasierter Wertschöpfung. Grundlegende konzeptionelle Arbeiten wie die Business-Modell-Ontologie nach Osterwalder (2004) oder der Ansatz zu einem wertbasierten Geschäftsmodell von Bieger und Reinhold (2011) liefern eine belastbare Basis aus der Theorie von Geschäftsmodellen (vgl. Baden-Fuller und Morgan 2010; Chesbrough und Rosenbloom 2002; Chesbrough 2010). Eine Anwendung dieser Erkenntnisse bietet sich für eine genauere Untersuchung der Zusammenhänge im Kontext digitalisierter Produktion an. Als Grundlage für eine durchgängige datenbasierte Nutzenschöpfung in der Produktion ist die Verfügbarkeit von Informationen aus Maschinen, Anlagen und deren jeweiligen Sensoren und Kontrolleinrichtungen anzusehen.

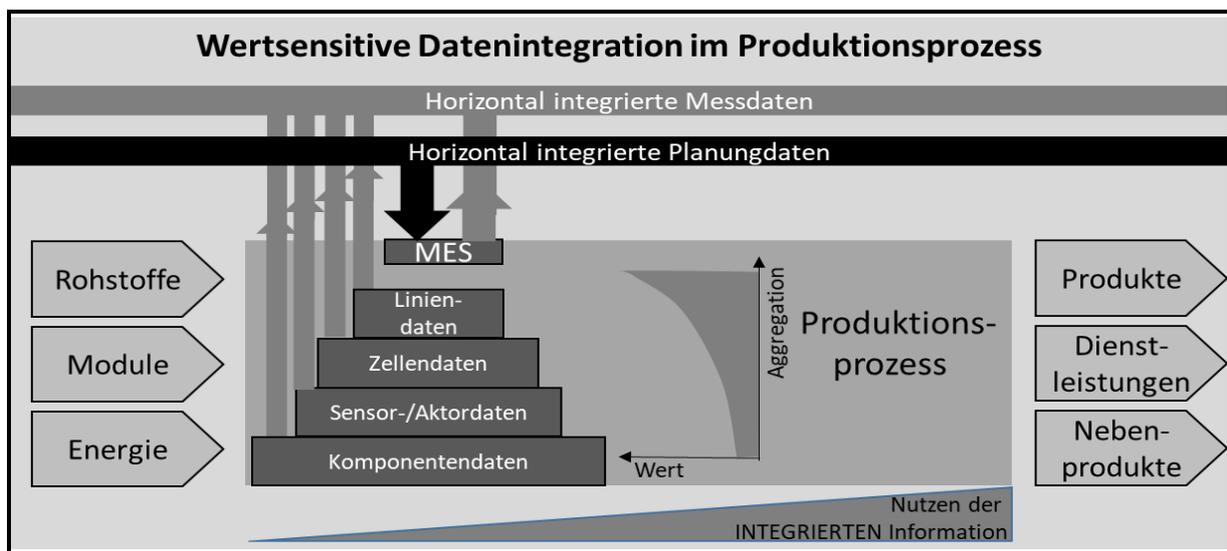


Abbildung 2: Wertsensitive Datenintegration – am Schnittpunkt vertikaler und horizontaler Datenintegration (Quelle: Darstellung des Autors)

Die horizontale Datenintegration stützt sich auf ausreichend verfügbare Daten aus der vertikalen Datenintegration der jeweiligen Stufen einer Produktion. Damit geht eine Verbindung der horizontalen Integration mit der vertikalen Datenstruktur im Produktionsprozess einher. Zum besseren Verständnis visualisiert Abbildung 2 schematisch die unterschiedlichen Ebenen der Integration und die damit einhergehende Komplexität der Datengewinnung. Der Durchgriff der horizontalen Datenströme auf die vertikalen Daten in der Produktion folgt den technischen Anforderungen für die Industrie 4.0 (vgl. Dorst 2015, S. 26). In der Praxis verfügen heutige Produktionslinien über eine oft schwer überschaubare Anzahl von Systemen und Prozessen. Diese heterogene Infrastruktur behindert die richtige Festlegung von Prioritäten und Strategien, obwohl Konsens in der Industrie besteht, dass sehr viel Potenzial in Industrie 4.0 steckt. Die Frage, wie sich die Nutzenschöpfung aus Daten der vertikalen Integration quantifizieren lässt, ist von besonderem Interesse, weil damit Investitionen in Technologie nachvollziehbar wirtschaftlich unter Ansatz des Produktionsfaktors Daten betrachtet und beurteilt werden können (vgl. Maier und Weber 2013, S. 9).

Diese Arbeit beschäftigt sich mit den Fragestellungen, wie es gelingt in der Praxis die Zusammenhänge und Konstrukte zu verstehen, die zu positiven Investitionsentscheidungen oder Zurückhaltung bei der Digitalisierung in der Produktion führen. Die Veröffentlichungen, Studien und Indizes zu Industrie 4.0 und Digitalisierung untersuchen viele Aspekte, enden aber an der ganzheitlichen Betrachtung des Nutzens, um dadurch gesicherte Investitionsentscheidungen richtig und gezielt zu fällen. Es ist eine ganzheitliche Sichtweise notwendig, um die Disziplinen, die ein Unternehmen bei Aspekten der Digitalisierung tangieren, zu erfassen. Es zeigt sich, dass neben den offensichtlichen technologischen Fragestellungen auch Fragen der Organisation eine wesentliche Rolle spielen. Die Moderation zwischen strategischen und operativen Belangen, um ein Verständnis des Nutzenversprechens und der daraus generierten Nutzenschöpfung zu erzielen, erfordert den Blick auf Erkenntnisse, wie Geschäftsmodelle Nutzen schaffen und schöpfen.

In dieser Arbeit soll die Lücke zwischen technologischen Ansätzen der Industrie 4.0 und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für Investitionen identifiziert und geschlossen werden. Durch das Mixed-Method-Untersuchungsdesign werden die notwendigen, aber nicht

notwendigerweise kompatiblen Forschungsdisziplinen zuerst zu einem fundierten qualitativen Theoriemodell für die vertikale Integration in der industriellen Produktion zusammengeführt. Diese Theorie liefert Ergebnisse, wie unternehmerische Elemente genutzt werden sollen, um zukünftige Investitionsentscheidungen für Industrie 4.0 und Digitalisierung schnell und erfolgreich zu treffen.

Um den Einstieg in die weiteren Überlegungen, Untersuchungen und Erkenntnisse zu erleichtern, sind nachfolgend die wesentlichen Kernaspekte der Kurzvorstellung zusammengefasst.

- Digitalisierung und Industrie 4.0 sind ein junges Forschungsfeld.
- Investitionsentscheidungen beziehen alle unternehmerischen Disziplinen mit ein, jedoch befasst sich die aktuelle Forschung primär mit den technologischen Fragen.
- Viele Fragen drehen sich um das Schaffen von Nutzen aus Daten bzw. Information und darum, wie dieses „Datengold“ monetisiert werden kann.
- Das Forschungsfeld der Geschäftsmodelle aus unterschiedlichsten Betrachtungswinkeln bietet Ansätze, wie innerhalb komplexer Zusammenhänge moderiert wird.
- Es mangelt an einer ganzheitlichen Untersuchung, wie Investitionsentscheidungen in der digitalen Welt für digitalisierte Produktion verstanden und bewältigt werden.
- Ein Mixed-Method-Untersuchungsansatz soll die vielen unterschiedlichen Quellen zu einer Theorie verbinden, um diese dann mit dem Wissen von Experten abzugleichen.

1.2. Begriffliche Grundlagen

Die Arbeit widmet sich der Klärung einer Fragestellung im Kontext Industrie 4.0. Es wird auf die Entkopplung von Investitionen in Technologie zur Digitalisierung und dem mittelbaren wirtschaftlichen Nutzen hierdurch eingegangen. Der Lösungsansatz wendet Erkenntnisse aus der Forschung zu Geschäftsmodellen an und betrachtet Aspekte der Produktivität und zur Ermittlung von Nutzen. Es ist in diesem komplexen Zusammenhang unvermeidlich, dass neue Begrifflichkeiten oder Wissensbereiche in Bezug gebracht werden müssen. Dieser Abschnitt widmet sich daher der Klärung der wichtigsten begrifflichen Grundlagen, um der Arbeit und deren Ansätze schlüssig folgen zu können.

1.2.1. Industrie 4.0

Der Begriff Industrie 4.0 geht zurück auf die Anstrengungen der Digitalen Agenda der Bundesregierung und zielt im Kern darauf ab, Wachstum und Beschäftigung zu schaffen und zu sichern.

„Wir haben daher hervorragende Chancen, die mit Industrie 4.0 bezeichnete, intelligente und maßgeschneiderte Produktion und Logistik fortzuentwickeln, sie um intelligente Dienste zu erweitern und somit für dauerhaftes Wachstum und anhaltend hohe Beschäftigung zu sorgen“ (BMW i 2014, S. 2).

Seit 2011 arbeiten Unternehmen, Verbände, Konsortien und staatliche Institutionen daran dem Zukunftsprojekt Industrie 4.0 Struktur und Richtung zu geben. Die grundlegenden Ansätze zielen darauf ab die Möglichkeiten, die neue Technologien bieten, in Produktion und Logistik zu vernetzen und dadurch Wettbewerbsvorteile in Produktivität und Flexibilität zu erlangen. Kagermann et al. haben diese Richtung in ihren Umsetzungsempfehlungen 2013 umfassend dargelegt.

„Industrie 4.0 meint im Kern die technische Integration von CPS in die Produktion und die Logistik sowie die Anwendung des Internet der Dinge und Dienste in industriellen Prozessen – einschließlich der sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Wertschöpfung, die Geschäftsmodelle sowie die nachgelagerten Dienstleistungen und die Arbeitsorganisation“ (Kagermann et al. 2013, S. 18).

Im Verlauf der Arbeit wird auch Industrie 4.0 repräsentativ für weitere Digitalisierungsinitiativen, die sich international mit ähnlicher Zielsetzung und durch unterschiedliche Zusammenschlüsse gebildet haben, verwendet. Auf die Zielsetzung und Hintergründe der dominanten Digitalisierungsinitiativen wird in Abschnitt 4.2 eingegangen.

1.2.2. Geschäftsmodell

Im Managementjargon wird sehr oft, gar inflationär, von Geschäftsmodellen gesprochen. Geht man jedoch ins Detail, ergeben sich viele Fragestellungen zum Kontext eines spezifischen Modells sowie dessen Elemente und Wirkungsmechanismen.

„The ubiquity of the term and the plethora of its uses suggest that business models are profoundly important to the world of work - yet management academics rarely put the concept centre stage, preferring their established stresses on such concepts as competitive advantage, core capabilities, routines and resources“ (Baden-Fuller und Morgan 2010, S. 156).

Geschäftsmodelle liefern im Kern eine Struktur und Logik, wie Nutzen einer Dienstleistung, eines Produkts oder der Kombination aus beiden entsteht und in messbare Vorteile für Kunden, Unternehmen und involvierte Einheiten eines Unternehmens transformiert wird. Im Zusammenhang mit einer komplexeren Investition in digitalisierte Produktionstechnologie sind viele Stufen und Entitäten beteiligt, die alle einen Teil zum Gesamtnutzen leisten. Die Zusammenhänge und Anteile am Entstehen des Nutzens kann über die Logik, die bestehender Forschung zu Geschäftsmodellen zugrunde liegt, moderiert werden. Konkret

sind Geschäftsmodelle in E-Commerce und dem Feld der Informationssysteme bekannt und Subjekt von weitreichenden Forschungsprojekten. Die Arbeit geht sehr detailliert auf die verfügbare Forschung zu Geschäftsmodellen ein und nutzt die theoretischen Grundlagen und Konstrukte um diese als Moderator der digitalisierten Produktion anzuwenden. Der Forschungsstand bei Geschäftsmodellen ist in Abschnitt 4.5 dargelegt.

1.2.3. Vertikale Integration

Produktionsprozesse erfordern eine weitgehende Integration von Prozessen, um den Ablauf der Arbeitsschritte effektiv organisieren zu können. Die Wertschöpfung entsteht durch die Verkettung der Arbeitsschritte in der bestmöglichen Sequenz. Es wird daher von einer horizontalen Integration des Wertstromes gesprochen (vgl. Dorst 2015, S. 19).

Die Durchgängigkeit des Daten- bzw. Informationsflusses innerhalb der Steuerungsebenen einer Produktion über deren funktionale Hierarchieebenen hinweg (vgl. ANSI/ISA 2010b, S. 19), stellt in den Produktionsschritten eine wesentliche Voraussetzung für eine reibungslose Produktion dar. Dieses System zur Verbindung von Daten über die Hierarchien hinweg wird im Kontext von digitalisierter Produktion als vertikale Integration begriffen.

„Unter vertikaler Integration versteht man in der Produktions- und Automatisierungstechnik sowie der IT die Integration der verschiedenen IT-Systeme auf den unterschiedlichen Hierarchieebenen (beispielsweise die Aktor- und Sensorebene, Steuerungsebene, Produktionsleitebene, Manufacturing and Execution-Ebene, Unternehmensplanungsebene) zu einer durchgängigen Lösung“ (Kagermann et al. 2013, S. 24).

Der Forschungsstand zu Standardisierung und Datenstrukturen wird für die Realisierung von vertikaler Integration in Abschnitt 4.3 ausführlich behandelt.

1.2.4. Investitionsbereitschaft

Unternehmen investieren in neue Produktionsmittel, um eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit zu erzielen. Es gibt viele Formen, wie Investitionen getätigt werden, jedoch verfolgen alle das Ziel und die Absicht einen Nutzen, materiell oder immateriell, aus der getätigten Investition zu ziehen.

Investition ist die „langfristige Bindung finanzieller Mittel in materiellen oder in immateriellen Vermögensgegenständen. Bei Investitionsentscheidungen steht die zielgerichtete Verwendung der durch die Finanzierung beschafften Finanzmittel im Mittelpunkt“ (Gabler Wirtschaftslexikon 2019).

Im Umfeld der Produktion sind Mittel zur Investition begrenzt. Es herrscht daher ein stetiges Abwägen, welche Investition den maximalen Nutzen erbringt. Je größer, schneller und nachvollziehbarer der Zusammenhang zwischen Investition und Nutzen ist, desto größer ist die Bereitschaft die zur Verfügung stehenden Mittel dafür zu verwenden. Neben dem Nutzen steht die Verpflichtung zur Einhaltung rechtlicher Vorgaben als Element, das die Bereitschaft zur Investition fördert. Neben den rationellen Betrachtungsweisen für die Investitionsbereitschaft gibt es, vorwiegend bei inhabergeführten Unternehmen und Entrepreneuren, Investitionen, die durch persönliche Überzeugung motiviert sind.

Im Kontext dieser Arbeit ist der rationale Ansatz der Investitionsbereitschaft zugrunde gelegt. Durch die qualitative Untersuchung werden im Verlauf von Abschnitt 6.6.5 auch die beobachteten Ausprägungen von Investitionsbereitschaft für digitalisierte Produktion beschrieben.

1.2.5. Produktivität

Im Produktionsprozess betrachten wir das Zusammenspiel der Abläufe im betriebswirtschaftlichen Sinn. Der bestmögliche Einsatz von Material und Arbeitskraft und die effizienteste Verwendung von Produktionsmitteln liefern eine maximal erreichbare

Ausbringung von Gütern. Im vereinfachten Sinn ist die Produktivität damit das Verhältnis von Output zu Input eines Produktionsunternehmens bzw. einer Untereinheit.

Produktivität ist die „Ergiebigkeit der betrieblichen Faktorkombination. Produktivität ist nicht gleichbedeutend mit Wirtschaftlichkeit, auch nicht mit Rentabilität, sondern ist das Verhältnis von Output-Menge zu Input-Menge“ (Gabler Wirtschaftslexikon 2018).

Für die Betrachtung einer Maschine, einer Linie oder verketteten Produktionseinheit werden für die Ermittlung der jeweiligen Produktivität Messinstrumente benötigt. Für die diskrete Produktion werden hierzu meist die Overall Equipment Efficiency (OEE) bzw. Metriken, die den Ansatz der OEE anwenden, herangezogen (vgl. Muchiri und Pintelon 2008, S. 3517). Wird die Produktivität durch den Einsatz von digitaler Technologie verbessert, ist OEE eine nachvollziehbare Methode Nutzen zu quantifizieren. Die Produktivität ist der Kern der Wertermittlung industrieller Produktion und Daten, die in Abschnitt 4.3 betrachtet werden.

1.3. Nahrungsmittelindustrie und assoziierte Industrien

Die ersten Gedanken zu den Zusammenhängen zwischen Digitalisierung und Investitionsverhalten kamen dem Autor in den frühen 2010er Jahren durch seine Tätigkeit im Marketing. Es zeigte sich eine sehr starke Zurückhaltung im Maschinenbau und in der produzierenden Industrie, in Digitalisierungsprojekte zu investieren. Die Aufbruchsstimmung der Verbände, Bundesregierung und Hersteller von Technologie schien auf eine konservative, an Best Practices orientierte Industrie mit hoher Skepsis zu treffen. Die Universität St. Gallen hat sich sehr früh des Themas angenommen und zusammen mit der Crosswalk AG den sogenannten „Digital Maturity & Transformation Report“ erstellt, der seit 2016 jährlich publiziert wird (Berghaus et al. 2017, 2016). In diesen Berichten zeigt sich, dass sich Industrieunternehmen und die Konsumgüterindustrie erst langsam der Digitalisierung zuwenden und an ihrer digitalen Reife arbeiten (vgl. Berghaus et al. 2017, S. 11, 16). Die IMPULS-Stiftung des VDMA veröffentlichte im Jahr 2016 eine Studie zum digital- vernetzten Denken in der Produktion und stellte fest, dass der Maschinenbau im unteren

Bereich und die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie auf dem letzten Platz bei der Anwendung von digitaler Technologie rangieren (vgl. Kinkel et al. 2016, S. 64-65). Ergänzend dazu hat sich die IMPULS-Stiftung in einer weiteren Studie von 2018 dem Produktivitätsparadox des Maschinenbaus (Rammer et al. 2018) gewidmet und kommt zu der Erkenntnis, dass die Investitionen in die Digitalisierung eine wesentliche Rolle für die notwendige Verbesserung der Arbeitsproduktivität im Maschinenbau spielen.

„Der Haupteffekt geht von der Digitalisierung aus. Die Digitalisierung befindet sich in den meisten Unternehmen des deutschen Maschinenbaus noch in der Investitions-phase. Dies bedeutet, dass neue Strukturen aufgebaut und neue Tätigkeiten mit Mitarbeitern besetzt werden müssen. Das Ertragspotenzial von digitalen Produkten und Geschäftsmodellen ist zum großen Teil erst noch zu erschließen. Dies bremst klar die Produktivität“ (Rammer et al. 2018, S. 13).

Die Studien haben die Auffassung bestätigt, dass es sehr viel Forschungsbedarf zur Digitalisierung im Umfeld der industriellen Produktion von Konsumgütern, im Schwerpunkt Nahrungsmittel und Getränke gibt. Der Maschinenbau spielt hierbei für die Realisierung der technologischen Infrastruktur eine Hauptrolle. Die Erkenntnis, dass die Maschinenbaubranche an sich spät und langsam in die digitale Transformation einsteigt, zeigt eine interessante Konstellation, um fundierte Erkenntnisse über die Zusammenhänge von Investitionsentscheidungen zu gewinnen. In seiner beruflichen Praxis beobachtet der Autor, dass die Hersteller der Pharmabranche und von Gebrauchsgütern des täglichen Bedarfs in sehr ähnlichen Strukturen operieren wie die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie.

Aus diesem Grund wurden die Untersuchungen stark auf das Segment der Nahrungsmittel, Getränke, Pharma- und Konsumgüterbranche fokussiert. Die Einbeziehung der assoziierten Maschinenbauer vertieft die Erkenntnisse für die Infrastruktur hin zu vertikaler Datenintegration.

1.4. Aufbau der Arbeit

Die Abhandlung besteht aus elf Kapiteln, die in vier Teilen verstanden werden sollen. Im ersten Teil, der Einführung, wird auf das Thema, die Motivation des Autors und folgend auf die Problemstellung und das konkrete Erkenntnisinteresse eingegangen. Im zweiten Teil wird auf den Stand der Forschung, die Forschungsfragen und das Untersuchungsdesign eingegangen. Der umfassendste dritte Teil beinhaltet die empirische Umsetzung und Auswertung der Untersuchungsschritte. Die Resultate in Form der integrierten Ergebnisse, Diskussion und Interpretation mit der finalen Zusammenfassung bilden den vierten Teil der Dissertation. Der Aufbau der Arbeit ist in Abbildung 3 dargestellt. Ergänzend sind detaillierte Anhänge mit den Unterlagen zu den jeweiligen Bearbeitungsschritten in den Anlagen beigelegt.

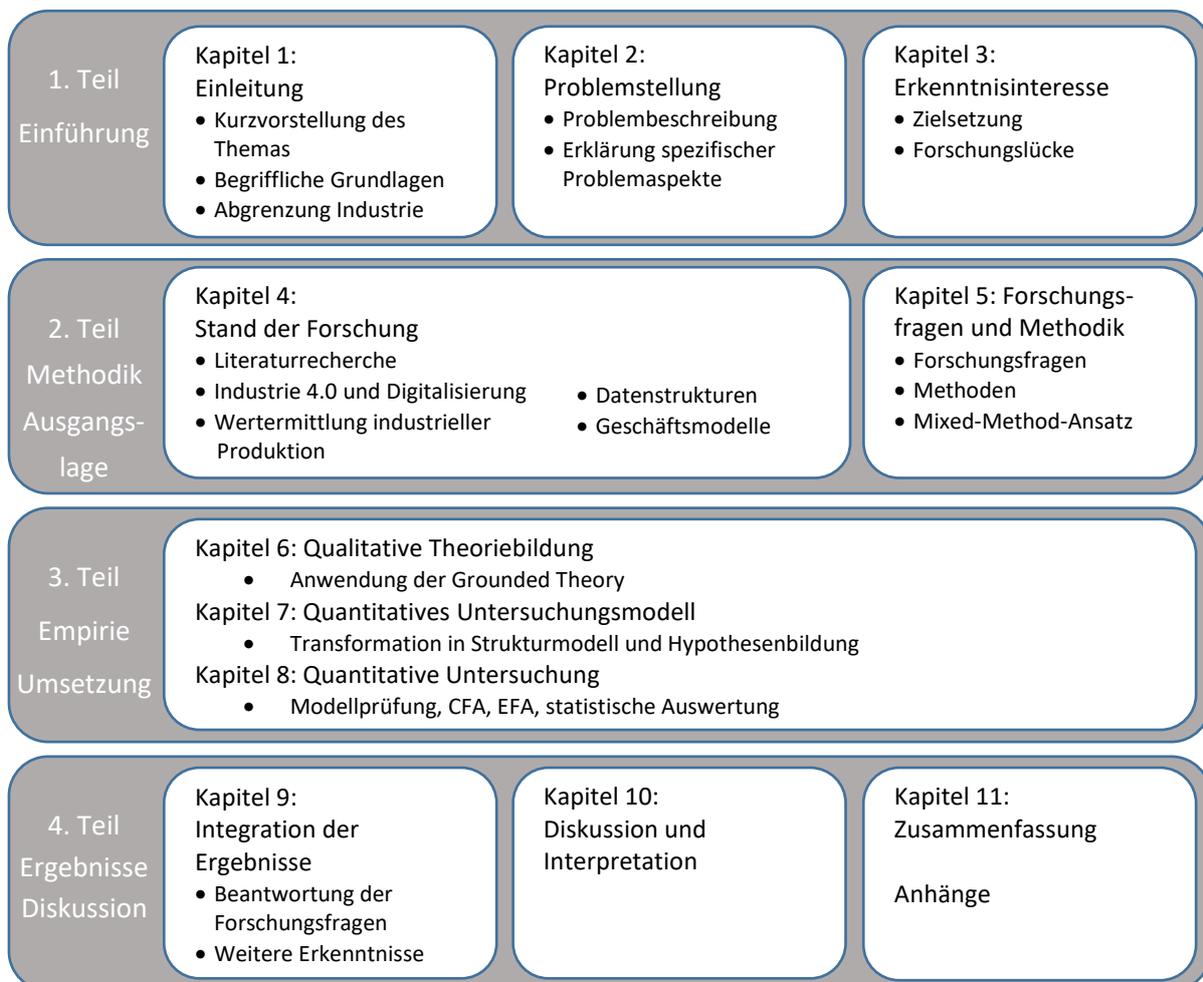


Abbildung 3: Aufbau der Dissertation (Quelle: Darstellung des Autors)

2. Problemstellung

Die Begriffe Industrie 4.0 und im englischsprachigen Raum Industrial Internet of Things (IIoT) beschreiben die Nutzung von Technologie und Methoden zur Digitalisierung bei diskreten Produktionsprozessen und Ökosystemen zum Zweck der Herstellung und des Vertriebs industrieller Produkte. Die Universität St. Gallen ermittelt hierzu seit 2015 den Reifegrad der Digitalisierung in Unternehmen und nutzt dazu ihr eigens entwickeltes „Digital Maturity Model“ (Berghaus et al. 2016, 2017). Dieser Index prüft Aspekte der Digitalisierung in neun Dimensionen, indem Unternehmen wissenschaftlich fundierte Fragen zur Umsetzung und Planung gestellt werden. Dieser Report befragt primär Schweizer und sekundär deutsche Unternehmen und kann daher nicht vollumfänglich den Stand aller Unternehmen widerspiegeln, zeigt aber eindringlich, dass der Industriesektor im Jahr 2016 die niedrigsten Reifegrade aufwies (vgl. Berghaus et al. 2016, S. 17, 44). Im Report von 2017 wird im Vergleich ersichtlich, dass sich der Industriesektor weiterentwickelte und sich im Mittelfeld angesiedelt hat (vgl. Berghaus et al. 2017, S. 19). Es besteht demnach noch Nachholbedarf um die Vorteile der Digitalisierung umfassend im produzierenden Umfeld zu nutzen. Zu den gleichen Schlüssen kommen unterschiedlichste Studien von Unternehmensberatungen (vgl. Staufen.AG 2019) sowie Interessenverbände der Industrie (vgl. Lichtblau et al. 2015) aus deren jeweiligen Perspektiven. Um die Digitalisierung weiter in den Unternehmen zu propagieren und zu fördern, finden sich in allen führenden Industrieländern Digitalisierungsinitiativen mit unterschiedlichsten staatlichen und industriellen Trägern und heterogenen Zielsetzungen.

In konzeptioneller Hinsicht folgen diese Digitalisierungsinitiativen, vordringlich Industrie 4.0 in Deutschland gefolgt von den USA, Japan, China und sekundär Frankreich, im Kern der Technologie-Roadmap, die durch die Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 aufgezeigt wird (vgl. Dorst 2015, S. 15). Diese Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 definiert die Handlungsfelder zur Realisierung von digitalisierten Wertschöpfungsketten und -netzwerken in Form von Kernbausteinen technologischer, rechtlicher und normativer Natur (vgl. Abbildung 4). Die Referenzarchitektur des Industrial Internet Consortiums (IIC) ist in ähnlicher Weise technisch

geprägt. Im Gegensatz zur Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 findet sich darin ein erster Versuch, der den Nutzen und die Erfahrung der Stakeholder in einen Zusammenhang zu Kosten, Investition und Nutzen stellt (vgl. Lin et al. 2017, S. 20f). Die Forschungsschwerpunkte für die Realisierung von Industrie 4.0 und des IIoT liegen bis dato vordringlich in der Erforschung und Realisierung von Technologien. Die Aspekte und Betrachtungen der Rentabilität von weitreichenden Investitionen in die digitalisierte Produktion werden erst ab dem Jahr 2018 vereinzelt behandelt, wie der Investitionsrechner des VDMA eindringlich zeigt (Illner et al. 2018). Die starke Ausrichtung auf Technologie spiegelt die Forschungs-Roadmap der Plattform Industrie 4.0 klar wider (Abbildung 4).

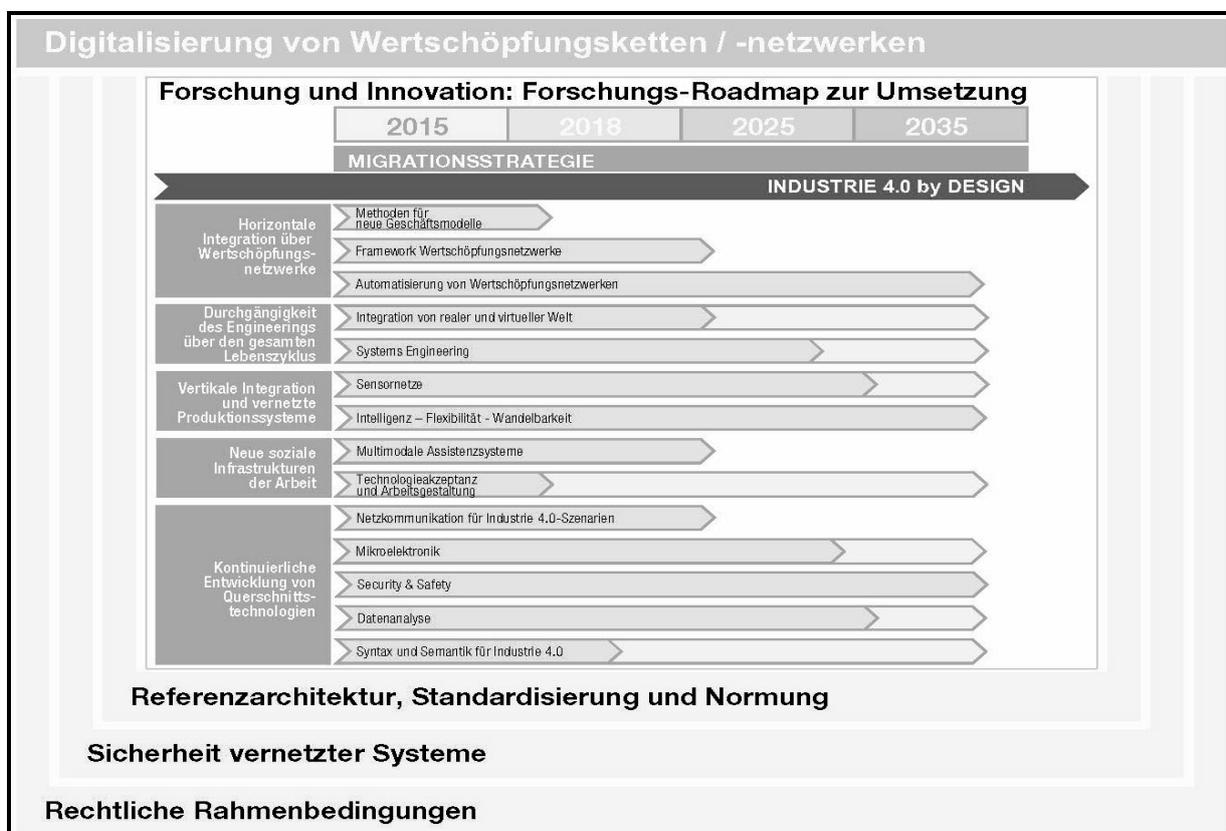


Abbildung 4: Kernbausteine der Roadmap Industrie 4.0 (Quelle: Dorst 2015, S. 15)

Die Notwendigkeit, die Unternehmen zu transformieren und digitale Geschäftsmodelle zu entwickeln, ist als Kernaufgabe zu betrachten und findet in der Forschung entsprechende Beachtung (vgl. Burmeister et al. 2016; Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) 2016). Der VDI (2016, S. 5, 20) formuliert zehn Thesen zur Geschäftsmodellentwicklung bei

Industrie 4.0 und schlägt einen *Industrie 4.0 Canvas* als Umsetzungsrahmen vor. Dieser Ansatz ist wegweisend, da hier in klarer Form auf die Arbeit von Osterwalder und Pigneur (2010) und deren Business Model Canvas Bezug genommen wurde. Die Rolle von Daten und deren Analyse als wesentliche Grundlage für eine Nutzenschöpfung wird erkannt und zugleich die Ermittlung des monetären Gegenwertes als wesentliche Herausforderung definiert (vgl. Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) 2016, S. 9f). Die Informationen, gewonnen aus aggregierten Daten des Unternehmens, werden zur Grundlage des digitalisierten Geschäftsmodells (Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) 2016, S. 8) und treten „als vierter Produktionsfaktor neben Kapital, Arbeitskraft und Rohstoffe“ (Maier und Weber 2013, S. 9). Mehrere Autoren unterstreichen die Notwendigkeit von neuen digitalen Geschäftsmodellen (vgl. Geissbauer et al. 2014, S. 42; Dorst 2015, S. 15; Burmeister et al. 2016, S. 132ff). Alle diese Betrachtungsweisen beschränken sich indes auf Ansätze für die Transformation der horizontalen Wertschöpfung. Für eine Transformation zu einer digitalisierten Produktion, welche die Ansätze von Industrie 4.0 nutzt, ist es relevant die komplexen Interdependenzen der ökonomischen und technologischen Instanzen zu berücksichtigen. Abbildung 5 veranschaulicht die Abhängigkeiten einer digitalen Transformation in industrieller Produktion unter Berücksichtigung von Erfordernissen der Wirtschaftlichkeit, der benötigten Technologie, des entwickelten Geschäftsmodells, der Maßnahmen zur horizontalen Integration und der Anforderungen an die vertikale Integration.

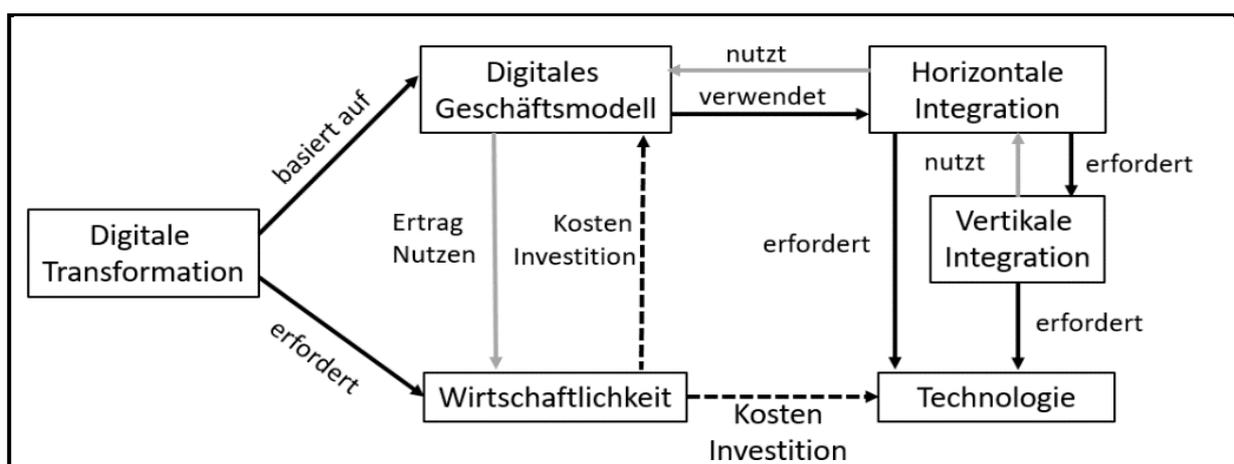


Abbildung 5: Instanzen einer Industrie-4.0-Transformation und ihre Abhängigkeiten
(Quelle: Darstellung des Autors)

Die Transformation der Wertschöpfungskette basiert demnach auf einem digitalen Geschäftsmodell, welches sowohl die Digitalisierung der Produkte und Dienstleistungen als auch die Integration innerhalb der Wertschöpfungsstufen beinhaltet (vgl. Geissbauer et al. 2014, S. 15). Die Wirtschaftlichkeit des Geschäftsmodells ist essenziell für den Erfolg der Transformation und bildet sich neben der technologischen Ebene als parallele Ebene aus. Es entsteht eine Entkopplung von Nutzen und Kosten durch die digitale Transformation, wie in Abbildung 5 klar zu erkennen ist. Dies bedingt, dass in der Praxis ein schwerwiegendes Paradoxon besteht, das sich wie folgt darstellt. Für die Investition in vertikale Integration kann per se keine direkte Wirtschaftlichkeit ermittelt werden, da der Nutzen in der horizontalen Integration geschöpft wird. Das digitale Geschäftsmodell setzt wiederum die Verfügbarkeit der Produktionsinfrastruktur voraus, um aus den vertikal integrierten Daten Informationen zu nutzen. Werden Investitionen konventionell nach abteilungsbezogenen Methoden bewertet und freigegeben, ist zu erwarten, dass für die Ausrüstung der Produktionsanlagen mit digitaler Infrastruktur keine ausreichende Rentabilität ermittelt werden kann und somit nicht investiert wird. Die Aktivitäten und Investitionen in die horizontale Wertschöpfungskette kommen dadurch nicht zu den erwarteten Ergebnissen und fallen hinter den Erwartungen an Rentabilität zurück.

Obermaier et al. (2019, S. 194) bieten einen aktuellen Ansatz, um die Wirtschaftlichkeit von Investitionen in digitalisierte Infrastruktur zu bewerten, indem eine Kombination von Prozess- und Potenzialanalyse zur Anwendung kommt. Diese Betrachtungsweise isoliert weithin die Effekte auf der horizontalen Integrationsebene wie vorab beschrieben, wodurch die notwendigen Investitionen in die vertikal integrierte Infrastruktur nicht ausreichend berücksichtigt sind. Es besteht die Gefahr einer Fehleinschätzung des gesamten Investitionsvolumens und des Gesamtnutzens. Wird dieser Situation nicht ausreichend Beachtung geschenkt, können sich die erwarteten Steigerungen von Wertschöpfung respektive Produktivität und daraus resultierende Wettbewerbsvorteile von Industrie 4.0 nicht in einem wesentlichen Maße erschließen lassen. Die Dissertation verfolgt deshalb den innovativen Ansatz, theoretische Konstrukte und logische Zusammenhänge aus der

Geschäftsmodelltheorie als Moderator heranzuziehen, um Investitionen in digitale Infrastruktur bei der Maschinenautomatisierung besser bewerten zu können.

In den deutschen Industriebetrieben findet die Anwendung datenbasierter digitalisierter Produktionstechnik noch wenig operative Anwendung. Die Studie der IMPULS-Stiftung des VDMA ermittelte, dass im Jahr 2016 bei lediglich 14 % der befragten Unternehmen datenbasierte Dienstleistungen angeboten werden und 11 % der Unternehmen diese selbst nutzen (Kinkel et al. 2016, S. 20ff). Die Studie zeigt zudem, dass beim Einsatz von digitaler Technologie für eine „Smart Factory“ der Maschinenbau auf mittleren Plätzen und die Verarbeiter von Nahrung, Futtermitteln, Getränken und Tabak auf dem letzten Platz rangieren (vgl. Kinkel et al. 2016, S. 65). Die Stufen-Unternehmensberatung hat in ihrer Erhebung 2018 zum Industrie 4.0 Index ermittelt, dass im Vergleich zu 2014 der Anteil der Betriebe, die digitale Techniken der Smart Factory umfassend nutzen, von 1 % auf 9 % gestiegen ist. Der Prozentsatz der Firmen, die zumindest an operativen Einzelprojekten arbeiten, nahm merklich von 14 % auf 43 % zu. Es verbleiben 2018 noch immer 41 % der Firmen, die sich entweder noch in der Planung befinden oder sich noch gar nicht mit dem Thema digitalisierter Produktion auseinandersetzen (vgl. Stufen.AG 2019, S. 11).

Die Verwendung von datenbasierten Methoden und die Monetarisierung der daraus resultierenden Nutzenschöpfung sind im Zusammenhang mit Erfahrungen aus E-Commerce, Informationssystemen und technologischer Innovation hinreichend bekannt und Gegenstand von weitreichenden wissenschaftlichen Untersuchungen (vgl. Zott et al. 2011, S. 1023–1034). Geschäftsmodelle sind für den Bereich der Informationssysteme wichtiger Forschungsgegenstand, um diese komplexere Form der Wertschöpfung durch die komplexen Zusammenhänge theoretisch zu sichern. Al Debei und Avison (2010, S. 373) schaffen einen konzeptionellen Rahmen, der die Rolle des Geschäftsmodells als Mediator zwischen Strategie und operativen Prozessen beschreibt. Das Paradoxon zwischen digitalem Geschäftsmodell, horizontaler bzw. vertikaler Integration und Wirtschaftlichkeit, wie in Abbildung 5 dargestellt, kann mit den Erkenntnissen von Al Debei und Avison (2010), Bieger und Reinhold (2011) sowie Zott et al. (2011) theoretisch bearbeitet werden. Das theoretische Problem kann damit umschrieben werden, die Zusammenhänge zu verbinden,

die zur Entstehung von quantifizierbarem Nutzen durch die digitalisierte Produktion führen. Dieser digitale Zusatznutzen materialisiert sich nach Auffassung des Autors an der Schnittstelle von vertikal und horizontal integrierten Daten. Sind die notwendigen Voraussetzungen der Technologie in der Produktionsinfrastruktur geschaffen und treffen auf ein durchgängiges Geschäftsmodell, lässt sich die Verortung der Nutzenschöpfung wie in Abbildung 6 visualisiert einordnen.

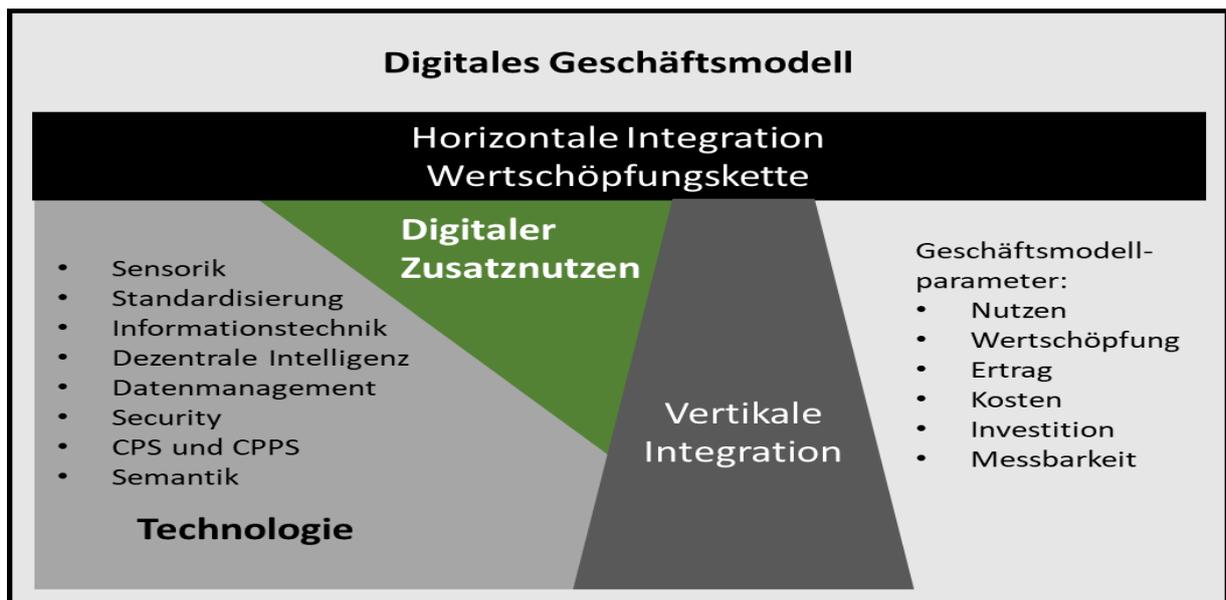


Abbildung 6: Einordnung der Nutzenschöpfung des digitalen Zusatznutzens
(Quelle: Darstellung des Autors)

Informationen aus vertikal integrierten Maschinen, bzw. Produktionslinien, bilden demnach die Grundlage, um Zusatznutzen durch Daten aus der digitalisierten Produktion zu schöpfen. Dieser Nutzen wirkt sich unterschiedlich auf die Wertschöpfung aus. Zum einen kann er primär zur Verbesserung der Overall Equipment Efficiency (OEE) durch direkte Zeiteinsparung und höhere Verfügbarkeiten von Anlagen dienen. Es können zum anderen Qualitätsverbesserungen, die durch Musterauswertung von Qualitätsdaten und Umgebungsparametern gewonnen werden, realisiert werden.

Die Verfügbarkeit von Informationen in Echtzeit aus der Sensor-Aktor-Ebene der Maschine bietet die Grundlage zur Optimierung von Produktionsprozessen durch Visualisierung bzw. Analyse und Eingriff durch Systeme mit künstlicher Intelligenz.

Diese Wirkungen der erweiterten Datennutzung tragen alle zur Realisierung von finanziell quantifizierbarem Nutzen in einer digitalisierten Produktion bei.

In der Praxis bestehen Produktionslinien aus Anlagen mit Maschinen unterschiedlichen Alters, dem sogenannten „Brownfield“. Selten werden neue Produktionen auf der grünen Wiese, dem „Greenfield“ errichtet, um von Anfang an die durchgängige Datenintegration vorzusehen. Die Digitalisierung der Brownfields führt zu einer herausfordernden Beurteilungslage, da je nach technologischem Stand umfassende Investitionen notwendig sind, um diese Anlagen zu digitalisieren. Die erzielbare zusätzliche Wertschöpfung monetär zu erfassen, ist dabei pro Maschine schwer möglich. Der umfassende Effekt einer digitalisierten Produktion erfordert daher eine solide Entscheidungsgrundlage dafür, welcher Bereich einer Produktion nachträglich mit Technologie zur vertikalen Integration aufgerüstet werden soll. Praktikable Ansätze zur Erfassung der digitalen Nutzenschöpfung, die tatsächlich relevante Voraussetzungen belastbar und nachvollziehbar aufzeigen, existieren bis dato nicht. Wie eine Moderation zwischen Wirtschaftlichkeit einer Investition und notwendiger Technologie entsteht, ist dabei von zentralem Interesse. Ein Ansatz, der die Einflussfaktoren der technologischen Realisierung der Dateninfrastruktur, die Einflüsse der Produktionsoptimierung und die Erfordernisse der digitalen Unternehmensstrategie moderiert, kann durch die Verwendung von Konstrukten aus dem Forschungsfeld der Geschäftsmodelle entwickelt werden (vgl. Al-Debei und Avison 2010, S. 369ff).

Bisher wurden Geschäftsmodelle primär im Verhältnis Unternehmen zu Konsumenten (B2C) oder zu deren nachgelagerten Kunden (B2B) angewendet, um die Zusammenhänge von Nutzenversprechen und Nutzenschöpfung zu modellieren und strategisch zu planen. Die Digitalisierung in der Produktion führt nun zu einer ähnlich komplexen Verteilung der Wertschöpfung durch die zusätzliche Nutzenschöpfung aus digitaler Information. Die Forschungsergebnisse zum Geschäftsmodellansatz begrenzen die Wirkung der Zusammenhänge nicht nur auf die Bereiche des B2C und B2B, sondern beachten explizit die Wirkungsweisen innerhalb einer Unternehmung zur Realisierung des Nutzens (vgl. Osterwalder 2004; Bieger und Reinhold 2011; Rese et al. 2013). Diese Perspektive lässt eine Herangehensweise zu, wie Wertschöpfung durch vertikale Integration ermittelt werden

kann. Der digitale Zusatznutzen (vgl. Abbildung 6) wird darin durch Konstrukte aus Geschäftsmodellen, wie z.B. „*Value Proposition*“, „*Value Creation*“ und „*Value Capture*“ (Stott et al. 2016, S. 945), erfasst und als integrales Bewertungskriterium in die Investitionsbewertung einbezogen.

Zusammenfassend lässt sich die Problemstellung mit den mittelbaren Wechselwirkungen zwischen digitaler Unternehmensstrategie und notwendiger Investition in Technologie in der Produktion begründen. Das Erfordernis des wirtschaftlichen Nachweises des zusätzlichen Nutzens durch Digitalisierung ist essenziell, um eine nachhaltige Profitabilitätssteigerung zu sichern. Die Anwendung von Konstrukten aus der Geschäftsmodelltheorie bietet hierzu ausreichend Ansätze zur Bearbeitung der Forschungslücke. In den jeweiligen wissenschaftlichen Einzeldisziplinen sind fundierte Grundlagen vorhanden, es wurde allerdings bisher keine zusammenhängende Fragestellung in Hinblick auf digitalisierte Produktion erforscht. Die Moderation zwischen Investitionsstrategie und operativ genutzter Technologie zur Erfassung von Daten auf Maschinenebene steht dabei im Zentrum des Forschungsinteresses. Die Zusammenhänge sind komplex und erfordern ein tragfähiges theoretisches Modell. Shafer et al. (2005) zeigen auf, dass sich Geschäftsmodelle dazu eignen Unternehmensstrategien operativ anzuwenden. Diesen Gedanken haben Al-Debei und Avison (2010) konsequent weitergeführt und dargestellt, wie Elemente von Geschäftsmodellen diese Lücke schließen können. Sie bieten die Grundlage für die in Abschnitt 3.2 beschriebene Forschungslücke.

Für die Festlegungen der Methodik und die im Verlauf der Untersuchungen getroffenen Entscheidungen ist das Verständnis der folgend beschriebenen wesentlichen begleitenden Problemstellungen vordringlich.

- Problem der Entkopplung von Investition und Nutzen
- Problem der abstrakten Geschäftsmodelle
- Problem der Disziplinen

2.1.1. Problem der Entkopplung von Investition und Nutzen

Die Beurteilung von Investitionen gestaltet sich komplex und unterliegt vielen Einflüssen, unter anderen auch seitens der Unternehmenskultur und Unternehmenspolitik. Porter unterstreicht die Notwendigkeit für Technologieinvestitionen damit, dass erfolgreiche Firmen mit einer aggressiven Investitionsstrategie die Kostenantriebskräfte zugunsten des Unternehmens ausrichten (vgl. Porter 2010, S. 150, 225ff). In klassischen Investitionen ist eine Bewertung, in welcher Weise die Technologie den Wertstrom verbessern bzw. Kosten reduzieren kann, meist linear durch einen Wertstrom darstellbar (vgl. Porter 2010, S. 226). Bei der Betrachtung von digitalen Technologien zeigt sich, im Gegensatz zu Porters Ansätzen, eine starke Komplexität der Investitionsbewertung. Ein Whitepaper von The Open Group geht auf die Bewertung von Cloud-Services im Vergleich mit konventioneller IT-Technik ein (vgl. Skilton et al. 2010) und stellt sehr deutlich heraus, dass Käufer, respektive Nutzer der Infrastruktur, nicht an der Art und Weise der technischen Realisierung interessiert sind. Es ist vielmehr relevant, wie zusätzlicher Nutzen durch Dienstleistung und Kosteneinsparung erbracht wird.

„Buyers are typically not concerned about how the sources of energy, resources, or services were generated and delivered. They seek to understand whether their businesses can be supported by the products or services, and whether these can be reliable and cost-effective” (Skilton et al. 2010, S. 11).

Technologie, in welcher Form auch immer, muss sich in quantifizierbarem Nutzen niederschlagen. Es ergibt sich daher die Notwendigkeit Nutzen darzustellen und möglichst nachvollziehbar messen zu können. Das Whitepaper von Skilton et al. zeigt auf, dass es sich selbst bei Cloud-Services schwierig gestaltet die Wettbewerbsvorteile einfach darzustellen, wengleich die einzelnen Vorteile aus Sicht des Nutzers logisch darstellbar sind (vgl. Skilton et al. 2010, S. 16). Es ist davon auszugehen, dass bei Investitionen in Technologie zur Digitalisierung von Produktionsanlagen eine weitaus höhere Komplexität herrscht. Al-Debei und Avison (2010) führen an, wie sich, im Gegensatz zu konventionellen Geschäften, im digitalen Umfeld eine Lücke zwischen Strategie und operativer Umsetzung bildet. Hirsch-

Kreinsen (2014, S. 426) erwartet „langwierige Einführungsprozesse“ bei der Industrie 4.0, da die Abstimmung mit bestehenden Systemen und betrieblichen Bedingungen äußerst aufwändige Abgleiche erfordern wird. Diese Herausforderung sieht auch Brauckmann in der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit in der Digitalisierung, die sich nach seiner Auffassung „dem Zahlenwerk der Kostenrechnung einzelner Kapazitäten nicht zurechnen“ lässt (Brauckmann 2019, S. 116). Damit werden sich Investitionen nicht sofort in direkter Form in messbarem Nutzen bemerkbar machen, sondern wirken mit zeitlicher Latenz oder indirekt an anderer Stelle der Wertschöpfungskette (vgl. Abbildung 5).

2.1.2. Problem der abstrakten Geschäftsmodelle

Der Begriff des Geschäftsmodells wird im Zusammenhang mit den Schlagworten Industrie 4.0, Digitalisierung, IoT etc. inflationär benutzt. Analog zu den Beobachtungen während der Entstehung des E-Business durch den Internetboom (vgl. Hedman und Kalling 2003) sowie bei den Informationssystemen zeigen sich viele Unklarheiten und Strömungen, wie der Begriff verwendet wird.

„Although the Business Model (BM) concept provides a convenient unit of analysis in the business practices, BM research in the information Systems (IS) field emphasizes blurriness and divergence in its structure“ (Pozzi et al. 2016, S. 115).

Die Wissenschaft erkennt schon seit den 1990er Jahren die Notwendigkeit den Begriff und die Konstrukte, die mit dem Konzept des Geschäftsmodells einhergehen, zu klären und ein einheitliches Verständnis zu schaffen. Bislang bleiben diese Initiativen jeweils auf die spezifische Disziplin fokussiert und sind nur eingeschränkt allgemein anwendbar.

Für die digitale Transformation, konkret im Kontext des Wandels des Produktionsumfeldes, kann aufgrund des recht jungen Themas auf keine tragfähigen wissenschaftlichen Ergebnisse zurückgegriffen werden. Die Erkenntnisse zu Geschäftsmodellen aus Technologieinnovation, Informationssystemen und E-Commerce bieten sich daher als wissenschaftliche Grundlage an. In jedem der Felder ist das Thema mehr oder minder ähnlich abstrakt und erfordert

dadurch eine fundierte Theorie und Festlegung der relevanten Elemente für die Anwendung in dieser Arbeit. Um die Komplexität zu bewältigen, schlagen Zott et al. (2011, S. 1038) vor, das Forschungsfeld des Geschäftsmodells als „Activity System“ zu betrachten, sofern es sich bei der Anwendung um Themen der Strategie dreht. Dies wird von Wirtz et al. (2016, S. 38) in ähnlicher Form vertreten und durch „Dimensionen“ der Wirkung von Organisation und Technologie angereichert. Die Literaturrecherche und die theoretischen Grundlagen werden die Forschungen zur Geschäftsmodellen intensiv betrachten und die notwendigen Elemente und Konstrukte festlegen, um die abstrakten Geschäftsmodelle hinreichend für die Anwendung im Kontext digitalisierter Produktion praktisch anwendbar zu machen.

2.1.3. Problem der Disziplinen

Wissenschaftliche Disziplinen fokussieren sich zumeist um die Kernbereiche der jeweiligen spezifischen Forschungsinteressen. Exemplarisch zeigt sich dies an den Erkenntnissen zur Digitalisierung. Die Veröffentlichungen im Kontext der Digitalisierungsinitiativen wie Industrie 4.0, IVI oder IIC sind sehr konzeptorientiert und fokussieren sich auf Technologiethematen. Die Technologie wiederum greift sich neuartige Entwicklungstrends wie OPC-UA, MQTT, Big Data oder künstliche Intelligenz als Kern der weiteren Forschung. Geschäftsmodelle werden aus der Perspektive der Unternehmensstrategie und des jeweiligen Wirkungsfelds, also E-Commerce oder Informationstechnologie, untersucht und drehen sich meist um Belange des Geschäfts mit externen Partnern, also B2B, B2C und um die Belange des „Officefloor“. In gleicher Form widmen sich die Arbeiten aus den Disziplinen der Produktion ausschließlich der Untersuchung von Werkzeugen für die kontinuierliche Produktivitätssteigerung auf dem „Shopfloor“.

Es mangelt an Untersuchungen an der Berührung bzw. Überlappung von wissenschaftlichen Disziplinen, wenngleich sich die Lösungen und Erkenntnisse vereinzelt an den Schnittstellen identifizieren lassen. Oft werden diese Aspekte oberflächlich am Rande erwähnt oder als Bedarf an weiterer Forschung am Ende der Arbeiten ausgewiesen. Die Aufgabenstellung der Dissertation ist mit diesen isolierten Betrachtungen der einzelnen Disziplinen in höchstem

Maße konfrontiert. Der Kern der Erkenntnis über die moderierenden Zusammenhänge von Investitionen in digitale Produktionsinfrastruktur für Maschinen und deren vertikale Datenintegration liegt im Zusammenspiel mehrerer Disziplinen der Wissenschaft.

Die steigende Komplexität lässt darauf schließen, dass die digitale Transformation eine Lücke zwischen Strategie und operativer Umsetzung bildet. Diese Lücke vermag es konventionelle Wirkungsweisen bei grundlegenden unternehmerischen Entscheidungen, im Speziellen über Investitionen, zu behindern oder falsch zu bewerten. Al-Debei und Avison (2010) greifen dies auf und schlagen vor, durch die Lehre der Geschäftsmodelle diese Lücke zu überwinden.

„Therefore, the BM has risen to prominence as a conceptual tool of ‘alignment’ to fill the gap between corporate strategy and business processes including their IS, and to provide a crucial harmonization among these organizational layers“ (Al-Debei und Avison 2010, S. 371).

Für die Zielsetzung der Arbeit ist es erforderlich auch Erkenntnisse zur Technologie der Automatisierungstechnik und Produktionsoptimierung mit in die Untersuchungen zu integrieren. Kapitel 4 widmet sich in diesem Sinn dem Stand der Forschung in vier relevanten Disziplinen. Der Mix an Disziplinen ist schwer in einem ausschließlich quantitativen Untersuchungsansatz zu erfassen. Es muss zuerst ein Weg gefunden werden, wie die Erkenntnisse aus unterschiedlichen Disziplinen mit unterschiedlichen Termini in einem Modell für die Beantwortung der Forschungsfragen nachvollziehbar verbunden werden können. In Abschnitt 5.3 wird deshalb ein mehrstufiger Mixed-Method-Ansatz besprochen, der dieser Aufgabe gerecht wird.

3. Erkenntnisinteresse und Zielsetzung der Arbeit

Das Interesse der Untersuchungen dieser Dissertation kann im weiteren Sinn damit umschrieben werden, dass eine wissenschaftlich fundierte Theorie erarbeitet und empirisch überprüft wird, um die Mechanismen hinter der Entkopplung von Investition und Nutzen zu

verstehen und zu bewältigen. Die Erkenntnisse durch die ganzheitliche Betrachtung der unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen fördern ein innovatives sozio-technisches Verständnis der digitalisierten Produktion und notwendigen Investitionen in die Industrie 4.0. Die Moderation zwischen heterogenen Einflussfaktoren wird geklärt, um die Entkopplung weitgehend aufzulösen. Damit wird eine Grundlage geschaffen, um Kriterien für Investitionsentscheidungen zur Digitalisierung in der Produktion zu erkennen und in der Praxis anzuwenden. Die Methoden integrieren dabei insbesondere spezifisches Expertenwissen durch Interviews und die zielgerichtete Umfrage, um die Erkenntnisse wieder in die Praxis zu transferieren. In diesem Kapitel werden die detaillierte Zielsetzung und die ermittelte Forschungslücke konkretisiert.

3.1. Zielsetzung

Die Zielsetzung bezieht sich auf die spezifische Problemstellung im Zusammenhang mit digitaler Transformation von Industrieunternehmen, wie in Kapitel 2 erläutert. In den Jahren 2011 bis 2020 ist viel Augenmerk auf die Forschung und Entwicklung notwendiger Technologie zur Digitalisierung des Produktionsprozesses gelegt worden. Aspekte der Wirtschaftlichkeit, die eine nachhaltige und umfassende digitale Transformation sichern, werden bislang nicht ausreichend betrachtet. In neueren Untersuchungen reift die Erkenntnis, dass die klassischen Methoden der Kosten- und Investitionsbetrachtung durch die Komplexität von digitalisierten Wertströmen und Prozessen nicht mehr greifen.

„Eine weitere Unbekannte, die einen erheblichen Einfluss auf die Umsetzung der Digitalisierung hat, besteht in der unklaren Wirtschaftlichkeit solcher Maßnahmen. Das betriebliche Rechnungswesen, insbesondere in der Kosten- und Leistungsrechnung kann die erheblichen Vorteile der Digitalisierung im Bereich des Materialflusses und der Kundenzufriedenheit nicht bewerten“ (Brauckmann 2019, S. 90).

Durch den weitreichenden Einsatz von digitalisierter Produktion wird der Abstand zwischen strategischen Unternehmensentscheidungen und operativer Beurteilung weiter wachsen.

Die in dieser Arbeit identifizierte Forschungslücke greift diesen durch die digitale Transformation wachsenden Abstand zwischen der Strategie eines Unternehmens und der operativen Anwendung komplexer Technologie in modernen Produktionslinien auf. Investitionsentscheidungen werden durch steigende Komplexität und Unsicherheiten erschwert. Technologische Risiken, kommerzielle und rechtliche Unsicherheiten und die wachsenden Ängste der betroffenen Beschäftigten sind wesentliche Faktoren, die es zu bewältigen gilt, um eine nachhaltige und erfolgreiche digitale Transformation zu erreichen. Digitalisierung erfordert durchgängige Informationssysteme und Infrastruktur. Kosten und Entscheidungen für Investitionen in diesem Bereich sind meist auf viele unterschiedliche Abteilungen und Hierarchien verteilt. Legrenzi (2017) fordert Budgets ganzheitlich zu betrachten und erklärt, wie Möglichkeiten zur Nutzenschöpfung nicht genutzt werden, falls dies nicht geschieht.

„Poor governance resulting into the lack of managerial involvement or lack of courage to initiate changes that are essential to creating value“ (Legrenzi 2017, S. 38).

Der politische und wettbewerbsbedingte Druck auf Unternehmen, die Potenziale der Digitalisierung zu nutzen, führt zu einem strategischen Bedürfnis in den Unternehmen in diesem neuen Bereich aktiv zu werden. Operative Prozesse im Tagesgeschäft sind dabei weiterhin noch durch konventionelle Technologie und Prozesse geprägt. Eine durchgängige operative Umsetzung mit einer quantifizierbaren Nutzenschöpfung der Maßnahmen wird durch diesen Umstand erschwert. Unternehmen müssen sich der Herausforderung stellen, diese Lücke durch neuartige Ansätze zu überbrücken, um die notwendigen Investitionen zielgerichtet und erfolgreich tätigen zu können.

Al-Debei und Avison (2010, S. 370) schlagen vor eine Verbindung zwischen Strategie und operativen Prozessen einer digitalen Organisation mit Hilfe von Geschäftsmodellansätzen zu schaffen (Abbildung 7). Diesen Vorschlag greift diese Arbeit auf und untersucht wie Elemente, die aus der Forschung zu Geschäftsmodellen hervorgehen, zur Moderation zwischen strategischen Entscheidungen und operativer Umsetzung beitragen. In ihrer Forschung zu einem gemeinsamen Rahmen für digitale Geschäftsmodelle für

Informationssysteme stellen Al-Debei und Avison (2010) dar, wie sich diese Lücke durch die digitale Transformation entwickelt (Abbildung 8). Die digitale Welt bringt demnach eine hohe Dynamik der Prozesse bei steigender Komplexität und Unsicherheit mit sich. Magruk (2016) greift Unsicherheiten im Zusammenhang mit der Einführung von Industrie 4.0, also Digitalisierung im Produktionskontext, auf, um dringenden Forschungsbedarf aufzuzeigen, damit eine nachhaltige Umsetzung hin zu digitalisierten Unternehmen realisiert werden kann.

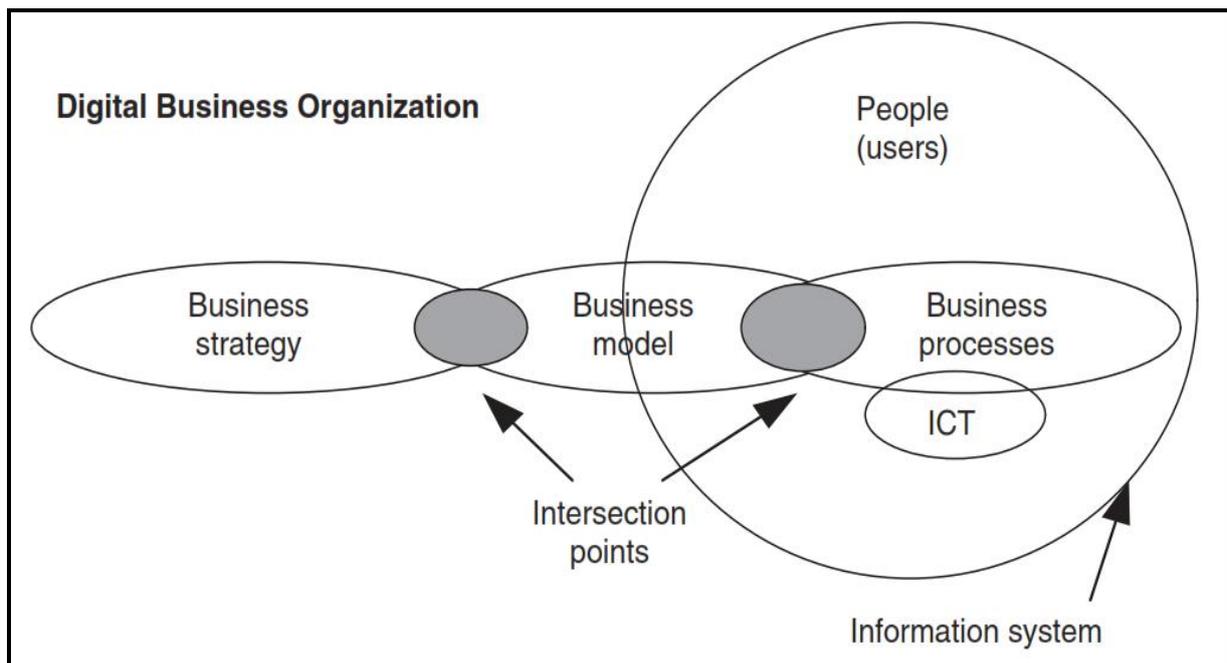


Abbildung 7: Anknüpfungspunkte des Geschäftsmodells in digitalen Organisationen
(Quelle: Al-Debei und Avison 2010, S. 370)

„Structural uncertainty (in terms of a binary way of describing uncertainty) will occur when there will be the opportunity to identify the chain of cause-and-effect relationships regarding the analyzed events (in contexts: economic, technological, social, legal, etc.), but, due to the a huge dynamic development of the Industry 4.0 will not be possible to determine probable future events based on conditions of present“ (Magruk 2016, S. 286).

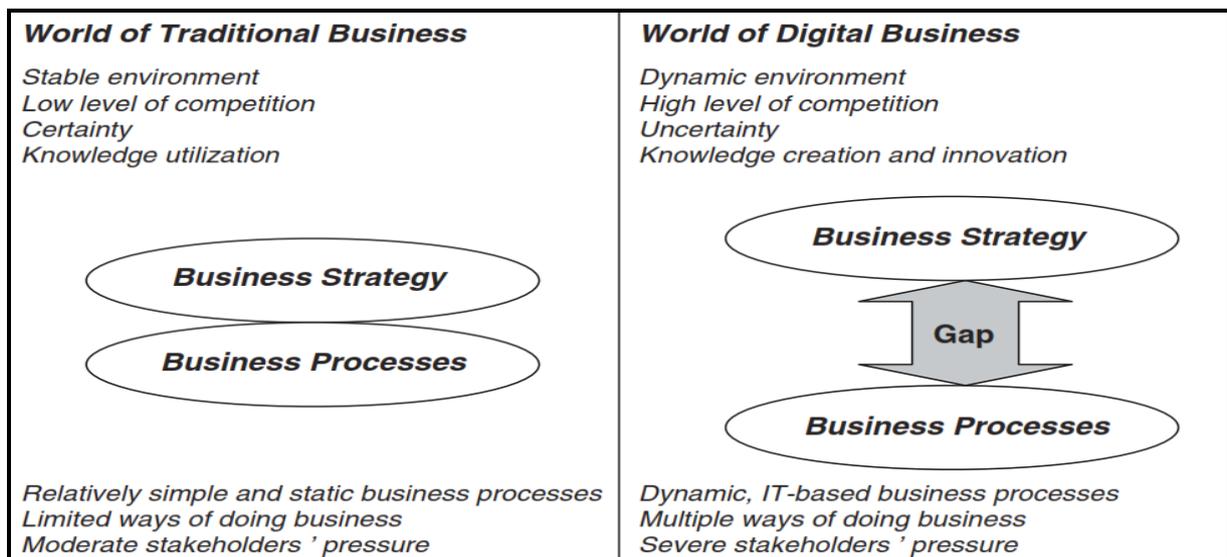


Abbildung 8: Vergleich der Welten des traditionellen und digitalen Geschäfts
(Quelle: Al-Debei und Avison 2010, S. 369)

Magruks Argumentation beschreibt, wie sich aus der Komplexität einer digitalen Unternehmung Unsicherheiten für Investitionen und notwendige Veränderungen ergeben. Diese Zusammenhänge ergänzen den Ansatz von Al-Debei und Avison um den spezifischen Kontext der digitalisierten Produktion. Der Bedarf, an der Schnittstelle zwischen Aspekten der Unternehmensstrategie, Investition im Speziellen und technologischen Innovationen zu forschen, wird auch von Kiel et al. (2017) aufgegriffen und explizit auf Herausforderungen an finanzielle Ressourcen und Profitabilität hingewiesen.

„Eventually, our findings underline wide-ranging financial benefits in terms of growing sales volumes and decreasing costs, which are closely related to the aforementioned implications of the IIoT. Since these implications are also associated with large investments into, e.g., the IIoT’s core technologies and skilled workers, a conclusive evaluation of profitability remains unclear” (Kiel et al. 2017, S. 25).

Chesbrough und Rosenbloom (2002, S. 532–536) verdeutlichen in ihrer Arbeit die Rolle des Geschäftsmodells als Mediator zwischen technologischem und wirtschaftlichem Nutzen. In diesen Untersuchungen zu technologischen Innovationen von Xerox verdeutlichen sie,

dass es ein kognitives Umdenken erfordert aus neuen Technologien auch kommerziellen Nutzen zu ziehen.

Diese Herausforderung offenbart sich auch bei den Betrachtungen im Kontext von digitalisierter Produktion und wird sehr deutlich, indem Kiel et al. (2017, S. 26) mangels Lösungsansatz lediglich mit einem Appell hin zur Investition in IIoT abschließen.

Im Zusammenhang mit dem Ansatz von Al-Debei und Avison ist es wichtig den Begriff des Geschäftsmodells zu definieren und abzugrenzen. Dazu haben sich Doganova und Eyquem-Renault (2009, S. 1560) der Frage gewidmet, was Geschäftsmodelle tun, und regen in ihrer Argumentation dazu an, einen pragmatischen Ansatz bei Geschäftsmodellen für neuartige Technologien zu wählen. Zott et al. (2011, S. 1035) liefern umfassende Grundlagen, indem Geschäftsmodelle recherchiert wurden, die aus den Bereichen E-Commerce, Strategie und Innovationsmanagement stammen. Es wird festgestellt, dass sich Geschäftsmodelle bis zum Zeitpunkt der Studie isoliert entwickelt und wenig Verbindung zueinander haben. Diese Isolierung zeigen auch die Arbeiten von Rese et al. (2013) und Osterwalder (2004), die jede für ihren Bereich eine leistungsfähige Ontologie liefert, jedoch keine gemeinsam und generell anwendbare Definition und Struktur der internen Konstrukte erlaubt.

Es kann festgestellt werden, dass sich die jeweiligen internen Konstrukte der individuellen Arbeiten zu Geschäftsmodellen (Rese et al. 2013; Osterwalder 2004; Bieger und Reinhold 2011; Gassmann et al. 2013) im Hinblick auf die Verwendung der Wirkung von Nutzen und im Englischen „Value“ weitgehend bestätigen oder ergänzen.

„The centrality of the notion of value in the business model literature is apparent from the various conceptualizations of the business model that have been proposed“ (Zott et al. 2011, S. 1037).

Zur klaren Abgrenzung wird darauf verwiesen, dass diese Arbeit ausdrücklich nicht das Ziel verfolgt, ein Geschäftsmodell als Ganzes zu entwickeln oder anzuwenden. Die Relevanz der Forschung zu Geschäftsmodellen ergibt sich in der Anwendung der internen Konstrukte zur Moderation zwischen den Elementen der unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen.

(vgl. Abschnitt 2.1.3). Es bietet sich daher an, Value-Konstrukte zum z.B. Value Proposition, Value Creation und Value Capture, als Methode zum Verbinden oder Moderieren von latenten Zusammenhängen zu nutzen.

Damit lassen sich die Fragestellungen hinsichtlich der Investitionsbereitschaft als Teil der strategischen Überlegungen zur digitalisierten Technologie in der Produktion untersuchen.

3.2. Forschungslücke

Wie in Kapitel 2 und Abschnitt 3.1 beschrieben, bietet die digitale Transformation in der industriellen Produktion erhebliche Potenziale zur Produktionsoptimierung (vgl. Kagermann et al. 2016, S. 6; Lichtblau et al. 2015, S. 18; Rammer et al. 2018, S. 29). In der praktischen Umsetzung sehen sich die Unternehmen mit neuen Aspekten der Komplexität und Unsicherheit konfrontiert, um notwendige Investitionen richtig zu bewerten. Dieses Phänomen kann als die Entkopplung von Investition und Nutzen beschrieben werden (vgl. Abbildung 5). Schon 2002 haben Chesbrough und Rosenbloom (2002, S. 532–536) die Leistungsfähigkeit von Geschäftsmodellen als „Mediator“ zwischen Technologie und wirtschaftlichem Nutzen im Kontext technologischer Innovation untersucht. Im Hinblick auf die digitale Welt zeigen Al-Debei und Avison (2010) auf, wie eine Lücke zwischen Unternehmensstrategie und operativen Prozessen entsteht bzw. wächst. Um diese Lücke zu überbrücken, werden Geschäftsmodelle, bzw. Elemente aus diesen, zwischen den Verbindungspunkten angewendet (vgl. Al-Debei und Avison 2010, S. 370). Die Moderation zwischen den Anknüpfungspunkten dieser Lücke, zwischen digitaler Strategie und operativen Prozessen, umreißt das theoretische Fundament, um die praktische Problemstellung wissenschaftlich zu untersuchen. Einen alternativen Ansatz bieten hierzu Bieger und Reinhold (2011, S. 31) mit dem wertbasierten Geschäftsmodell an (vgl. Abbildung 20). Im Gegensatz zur Sichtweise von Al-Debei und Avison, welche die Elemente der Geschäftsmodelle moderierend verbinden, ist der Ansatz von Bieger und Reinhold ein sich ganzheitlich iterierender Prozess, dessen Elemente sich in jedem Durchlauf anpassen und das Geschäftsmodell dadurch optimieren. Zusammenhänge zwischen den Elementen des

wertbasierten Geschäftsmodells sind einfach zu verstehen und zu prüfen. Lediglich die zeitliche Komponente ist sorgfältig in Erwägung zu ziehen, um die tatsächliche Optimierung ermitteln zu können. Unter Betrachtung der Zielsetzung, die Zusammenhänge an der digitalen Lücke zu verstehen und zu bewältigen, zeigt sich, dass im wertbasierten Geschäftsmodell ein Großteil der Logik vorab zu definieren ist (Bieger und Reinhold 2011, S. 32). Für die Zusammenhänge der digitalen Produktion sind die Zusammenhänge bis dato nicht definiert, es ist vielmehr notwendig diese zu ermitteln und in einer fundierten Theorie zu fassen. Die Nutzung der Erkenntnisse von Geschäftsmodellen, um zwischen Strategie und operativen Prozessen zu moderieren, ist daher zielführend an der Forschungslücke anwendbar. Der wertbasierte Geschäftsmodellansatz kann komplementär zur Optimierung herangezogen werden, sobald die Logik und die Zusammenhänge in der digitalen Produktion vorliegen.

Die zentrale Forschungslücke der Dissertation gründet sich damit auf der Anwendung von Erkenntnissen aus dem Forschungsfeld zu Geschäftsmodellen zur Moderation der Lücke zwischen strategischen Investitionsbewertungen und den operativen Aspekten zur Nutzenschöpfung durch Digitalisierungstechnologie in der Produktion.

Exemplarisch für diesen Ansatz haben Adrodegari et al. (2017) für ein finnisches KMU der Robotik ein Modell für den Aufbau eines Product-Service-Systems (PSS) untersucht, indem sie mitunter der Logik von Al-Debei und Avison gefolgt sind. Die Untersuchung offenbart dabei durch die Anwendung des Business Model Canvas von Osterwalder und Pigneur (2010), wie Kosten, Risiken und Investitionen strukturiert bewertet werden können. Allerdings verdeutlicht die Arbeit von Adrodegari et al. auch eindrücklich, wie komplex die Überlegungen speziell für kleine und mittlere Unternehmen sind und dass diese Firmen oft über unzureichende Fähigkeiten oder Ressourcen verfügen. KMU sind daher insbesondere mit der Herausforderung konfrontiert die verfügbaren Mittel für Investitionen präzise zu priorisieren, da ihre Ressourcen stark limitiert sind und die Innovationsfähigkeit oft auf den Fähigkeiten einzelner Personen beruht (vgl. Kinkel et al. 2017, S. 324). Strategische Investitionen mit einer wertbasierten Entscheidungsgrundlage zu treffen, wird in der digitalen Transformation entscheidend für den Erfolg oder das Scheitern von Firmen, KMU

im Speziellen, sein. Agostini und Nosella (2019) haben in ihrer Studie bei KMU in unterschiedlichen europäischen Industrieregionen die Verbindung zwischen Investition und Adoption von Industrie 4.0 untersucht. Im Ergebnis wird festgestellt, dass neben dem Willen des Managements in Digitalisierung zu investieren auch ein hohes Maß Verständnis und Unterstützung der Organisation notwendig ist. Neben der gut nachvollziehbaren Wirkung von Investitionen und Social Capital auf die technologische Anwendung, wird abschließend explizit darauf hingewiesen, dass eine weitere Untersuchung der „balance between investments and benefits or return on investments in the I4.0 domain“ (Agostini und Nosella 2019, S. 14) erforderlich ist.

Das Schaffen von Wert ist für jedwede strategische Investition wichtig, dies stellen auch Spremann und Frick (2011, S. 95–99) klar heraus, indem ihrer Meinung nach eine Finanzierung von Geschäftsmodellen unbedingt den Kriterien „Kommunizierbarkeit“ und „Berechenbarkeit“ genügen muss.

„Geschäftsmodelle sind Architekturen der Wertschöpfung. Sie stellen dar, wie Faktoren (Ressourcen und Fähigkeiten) zusammenwirken sollen, damit Wertvolles entsteht“ (Spremann und Frick 2011, S. 93).

Auf Seiten der operativen Prozesse stellt sich die Frage, wie sich der jeweilige Reifegrad der Prozessdigitalisierung (vgl. Berghaus et al. 2017, S. 31) und der digitalisierten Technologie speziell im Hinblick auf die Standardisierung (vgl. Dorst 2015, S. 64) in der Wertschöpfung durch einen digitalen Zusatznutzen (vgl. Abbildung 6) auswirkt. Die durch die Elemente der Geschäftsmodelle zu überbrückenden Anknüpfungspunkte sind damit klar im Kontext der digitalen Produktion darstellbar. Abbildung 9 visualisiert dementsprechend die innovative Erweiterung des Modells von Al-Debei und Avison, die zur Bearbeitung der Forschungslücke in dieser Dissertation angewendet wird.

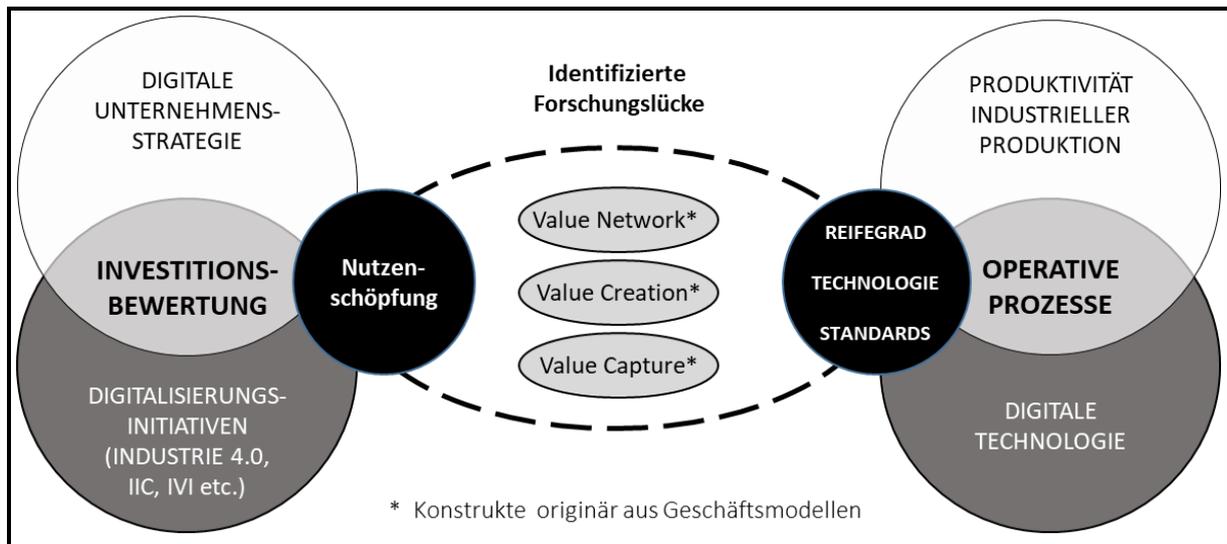


Abbildung 9: Erweitertes Modell von Al-Debei und Avison zur Konkretisierung der zu untersuchenden Bereiche (Quelle: Darstellung des Autors)

Im wissenschaftlichen Sinne wird die Dissertation die Relevanz der techno-ökonomischen Wechselwirkung im Zusammenhang mit digitaler Transformation aufzeigen, um die bisherige Forschung zu Geschäftsmodellen (Abschnitt 4.5) durch diesen Ansatz zu erweitern. Die Forschung zwischen Unternehmensstrategie und operativen Prozessen der Produktion verspricht neue, durch die digitale Transformation entstandene Zusammenhänge und Unsicherheiten zu klären. In praktischer Hinsicht wird untersucht, inwieweit Zusammenhänge zwischen operativen Prozessen der industriellen Produktion und den strategischen Bewertungen der digitalen Transformation ergründet und in verständlicheren Modellen abgebildet werden können.

Zusammenfassend greift die Dissertation damit die von Al-Debei und Avison (2010) sowie Chesbrough und Rosenbloom (2002) beobachteten moderierenden Zusammenhänge als zentrales Thema auf und konkretisiert diese mit dem von mehreren Autoren identifizierten Bedarf nach Forschung im Kontext der Investition in digitalisierte Produktion (vgl. Magruk 2016; Kiel et al. 2017; Kinkel et al. 2017; Kaufmann 2015).

4. Stand der Forschung

In Abschnitt 2.1.3 wurde das wesentliche Problem der unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen erläutert. Die identifizierte Forschungslücke zwischen der digitalen Strategie und den operativen Prozessen, die in Abschnitt 3.2 hergeleitet wurde, zeigt die unterschiedlichen wissenschaftlichen Wissensgebiete, welche für die Umsetzung der Dissertation betrachtet werden müssen. Es lassen sich vier eigenständige Wissensbereiche identifizieren, die für die Schaffung einer theoretischen Grundlage von Relevanz sind. Abbildung 10 stellt die vier Bereiche zusammenhängend dar. Das Segment der Geschäftsmodelle ist dabei von zentraler Bedeutung und grenzt an die Standardisierung sowie die Wertermittlung. Die Digitalisierungsinitiativen umfassen den gesamten Bereich der digitalen Transformation und sind dementsprechend als umspannender Rahmen dargestellt.

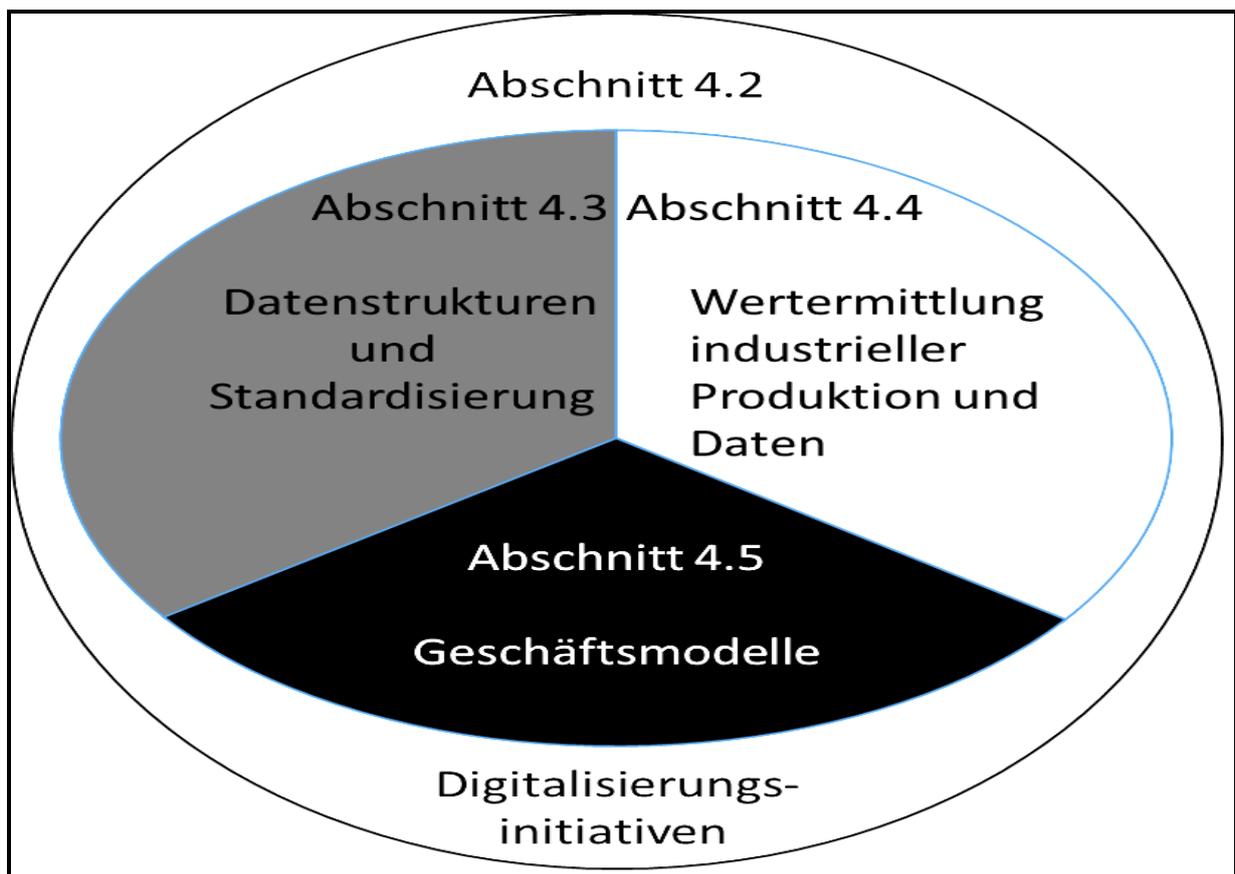


Abbildung 10: Forschungsfelder zur Betrachtung der Forschungslücke (Quelle: Darstellung des Autors)

Abschnitt 4.1 beschreibt den Umfang und die Methode der Literaturrecherche für die beschriebenen Forschungsstände.

Abschnitt 4.2 stellt anschließend Digitalisierungsalternativen in ihrer Zielsetzung und Struktur gegenüber, um den umspannenden Gesamtkontext darzulegen. Dies ist für die Arbeit wichtig, um die Anwendbarkeit der Überlegungen für Investitionsbereitschaft für eine digitalisierte Produktion klar von Verzerrungen durch staatliche Förderungen abzugrenzen und zugleich eine Validität der Studie für generelle Initiativen zur digitalen Transformation zu erreichen. Hierzu wurden die aktuellen Veröffentlichungen der Digitalisierungsinitiativen und Arbeiten zur internationalen Entwicklung der Aktivitäten herangezogen.

Abschnitt 4.3 geht auf die relevanten industriellen Standards, um Daten zu erfassen und innerhalb der Fertigung zu nutzen, ein. Hierzu werden auf die für die Automatisierungstechnik grundlegenden relevanten Normen aufbauend, auch die übergeordneten Standards für Kommunikationsstrukturen in einem digitalisierten Automatisierungsumfeld betrachtet.

In Abschnitt 4.4 erfolgt die Klärung grundlegender Begriffe zur Wertermittlung in der industriellen Produktion als Basis für die Quantifizierung der Nutzenschöpfung durch digitalisierte Technik. Das Augenmerk wurde auf die Anwendung von Lean-Methoden und das Konzept der Overall Equipment Efficiency (OEE) gelegt. Für diese Recherche wurden erste informelle Interviews mit Produktionsleitern im beruflichen Umfeld des Autors geführt, um praxisbezogene Literatur aus den operativen Prozessen zu berücksichtigen.

Abschließend wird in Abschnitt 4.5 der Stand der Forschung zu Geschäftsmodellen dargelegt. Die Berührungspunkte zu den Abschnitten 4.3 und 4.4 werden zur vertiefenden Klärung der Wirkung von Nutzen innerhalb von Geschäftsmodelle dienen. Um ein umfassendes theoretisches Fundament zum weitreichenden Komplex der Geschäftsmodelle zu bilden, wurden grundlegende Primärquellen genutzt, Fachbücher und Dissertationen studiert und die weitreichenden Quellen im Bereich E-Commerce, Informationstechnologie und Industrie 4.0 ergänzend recherchiert.

4.1. Literaturrecherche

Der Stand der Forschung wurde umfassend auf Basis einer strukturierten Literaturrecherche ermittelt und während der Bearbeitung im Zuge einer kontinuierlichen Überwachung relevanter Keywords aktualisiert und abgeglichen.

Eine erste Analyse zur Erstellung des Exposé erfolgte im Zeitraum Dezember 2016 bis April 2017. Hierzu wurden zuerst neun Schlüsselworte aus den ersten Ansätzen der Themenfindung in Emerald und EBSCOhost recherchiert. Hierbei wurden 1.658 Treffer in deutschen und englischen Quellen erzielt, deren Titel und Autoren-Schlüsselworte auf Relevanz geprüft wurden. Im weiteren Verlauf wurde der Abstract herangezogen und es wurden 27 primäre Quellen als relevant bewertet. Diese Quellen wurden vollumfänglich gelesen und weitere Referenzen aus den Literaturverweisen als weiterführend identifiziert. Diese neuen Quellen wurden dann über Google Scholar, Emerald, EBSCOhost und ResearchGate heruntergeladen oder die Bücher bei Springer oder Amazon angeschafft und gelesen. Die erste Recherche lieferte 144 vorläufig relevante Quellen. Nach vollständiger Prüfung der Abstracts und selektivem Querlesen wurden 65 Quellen als nicht relevant oder redundant beurteilt und ausgeschlossen.

Zwischen Februar und März 2018 wurde die Recherche auf Basis des erarbeiteten Erkenntnisgewinns des Exposé erweitert und vertieft. Der Suchumfang wurde durch 13 Schlüsselwörter ergänzt. Um alle möglichen Quellen zu finden, wurden alle 22 Schlüsselworte wie in der ersten Recherche in EBSCOhost, Emerald und Google Scholar recherchiert. Insgesamt führte diese Recherche zu 15.450 deutschen und internationalen Treffern, was eine 9,3-fach höhere Suchreichweite annehmen lässt als bei der ersten Suche. Die Prüfung der Titel und Autoren-Schlüsselworte ergab 118 vorläufig relevante Quellen, die sich aus 69 neuen und 49 bekannten Quellen zusammensetzten.

Die neuen Quellen wurden in bereits beschriebener Arbeitsweise ausgewertet und durch weiterführende Literatur ergänzt, sodass sich daraus insgesamt 194 vorläufig relevante Quellen ergaben. Aus diesen Quellen wurden nach Studium des Inhaltes 73 als nicht relevant beurteilt und ausgeschlossen. Im Gesamtergebnis stehen damit 121 relevante Quellen für

die Aufarbeitung des Standes der Forschung und als Datenquelle zur Verfügung. Diese Quellen bilden im weiteren Verlauf die wissenschaftliche Datenbasis für die offene Kodierung der Grounded Theory in Abschnitt 6.1.

4.2. Industrie 4.0 und Initiativen der Digitalisierung

Dieser Abschnitt erläutert die Initiativen zur Förderung und Unterstützung der Digitalisierung von Produktion und Gesellschaft. Verständnis hierfür ist erforderlich, um eine Erforschung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen zur weitreichenden Umsetzung in allen Bereichen der Industrie langfristig zu erreichen. Der Begriff Digitalisierung im grundlegenden Sinn bezeichnet die Nutzung digitaler Technologien zur Ergänzung oder Substitution konventioneller Arbeitsabläufe. Im Zusammenhang mit industriellen Prozessen ist unter Digitalisierung die Anwendung von Informationstechnologie zur Produktion und Organisation von Gütern und Dienstleistungen zu verstehen (Gabler Wirtschaftslexikon 2017a).

Politik und Forschung erkennen die Potenziale durch den Einsatz von Digitalisierung, zum einen für die Realisierung von Produktivitätssteigerungen, zum anderen als Grundlage für neuartige Produkte und Dienstleistungen, um den jeweiligen Industriestandort zu stärken und Wettbewerbsvorteile zu erlangen. Es wird in diesem Zusammenhang von einer „4. industriellen Revolution“ gesprochen, welche dem Terminus *Industrie 4.0* zugrunde liegt (Kagermann et al. 2011). In Deutschland wurde die Initiative zur Hannover Messe 2011 der Öffentlichkeit vorgestellt. Um die Maßnahmen voranzutreiben, wurde die Plattform Industrie 4.0 gegründet, die zuerst vordringlich durch die Interessenverbände VDMA, ZVEI und Bitkom betrieben wurde und seit 2015 unter dem Vorsitz der Ministerien BMBF und BMWi steht. 2013 wurden zuerst umfassende Umsetzungsempfehlungen von der Plattform Industrie 4.0 veröffentlicht, die 2015 durch eine Umsetzungsstrategie ergänzt wurden (Dorst 2015; Kagermann et al. 2013). Die Aktivitäten der Industrie 4.0 sind weitgefächert und werden durch staatliche Förderprogramme unterstützt.

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist federführend in Forschungsprojekten zu Technologien für Industrie 4.0 und deren Transfer in die industrielle Praxis.

In den USA sind im selben Zeitraum zwei Initiativen gegründet worden, die sich mit dem Einsatz von Digitalisierung im industriellen Umfeld beschäftigen. Die *Smart Manufacturing Leadership Coalition* (SMLC) wurde 2012 gegründet und befasst sich mit Kostensenkungspotenzialen für Produktionsprozesse (Smart Manufacturing Leadership Coalition 2017). Die Mitglieder der SMLC bestehen weitestgehend aus Firmen der produzierenden Industrie und Lieferanten von Automatisierungstechnik. Das *Industrial Internet Consortium* (IIC) wurde 2014 von fünf dominierenden amerikanischen Konzernen gegründet. Die Ausrichtung des IIC ist das IoT im weiteren industriellen Sinne und umfasst neben der industriellen Produktion unter anderem Healthcare, Energie und Infrastruktur. Die SMLC wird daher an den Erkenntnissen des IIC teilhaben und die entsprechenden Technologien anwenden.

China hat im Jahr 2015 mit dem Programm *Made in China 2025* einen Zehnjahresplan veröffentlicht, der neun Handlungsfelder ausweist. Der Leitsatz „China’s manufacturing sector has to be improved quickly in the aspect of major technical equipment innovation“ (China State Council 2016, S. 5) definiert die Zielsetzung der chinesischen Initiative. Es soll mit Hilfe von Investitionen in neue digitale Technologie und Infrastruktur der steigende Bedarf des Binnenmarktes befriedigt werden und durch einen schnellen Ausbau moderner Industrialisierung die globale Wettbewerbsfähigkeit verbessert werden.

Japan, nach den USA und China die drittgrößte Industrienation, nutzt seit vielen Jahren Lean-Produktionstechniken, die eine gute Adaption von digitalisierten Technologien ermöglichen (Gabler Wirtschaftslexikon 2017c). Japan hat dadurch einen Vorsprung beim praktischen Einsatz von Datenerfassung und Visualisierung industrieller Produktion. Die Kaizen-Kultur, also das stetige Streben nach Verbesserung (Gabler Wirtschaftslexikon 2017b), bildet eine Grundlage für zwei Initiativen zur digitalen Transformation und stärkeren Automatisierung der industriellen Produktion. Die *Industrial Value Chain Initiative* (IVI) orientiert sich an den dominierenden Initiativen Industrie 4.0 sowie IIC und verknüpft diese zu einem praktikablen Ansatz, Digitalisierungstechnologie im Zuge des kontinuierlicher Verbesserungsprozesses auf Basis der drei Achsen von Produktion einzuführen (vgl. Industrial Value Chain Initiative 2018,

S. 5). Die IVI wird vornehmlich von Unternehmen getragen. Die *Robot Revolution Initiative* (RRI) wird, im Gegensatz zur IVI, von Regierung und Universitäten unterstützt, um die Vorreiterrolle Japans in der Robotik durch die weitreichende Anwendung von Digitalisierungstechnologie, IoT und künstlicher Intelligenz zu festigen (vgl. Robot Revolution Initiative Council 2015, S. 2).

Die französische Regierung hat 2015 mit *Industrie du Futur* eine Initiative gegründet, um mit starker staatlicher Förderung die digitale Transformation der französischen Industrie zu beschleunigen. Deutschland spielt in der Partnerschaft mit Frankreich eine besondere Rolle, um durch Standardisierung und Entwicklungskooperation gemeinsam zu partizipieren (vgl. Directorate Generale des Enterprises 2015, S. 13). Kagermann et al. (2016, S. 11f) führen in ihrer Studie zur internationalen Zusammenarbeit bei der Digitalisierung auch Großbritannien und Südkorea mit auf. Beide Länder folgen den beschriebenen globalen Initiativen durch weitestgehende Kooperationen mit etablierten Initiativen, vornehmlich Industrie 4.0 bzw. IIC und werden daher nicht tiefer in die Betrachtung einbezogen.

Zusammenfassend stellt Tabelle 1 die global wichtigsten Initiativen zur Digitalisierung gegenüber. Alle Zielsetzungen beinhalten eine starke technische Komponente, um Wettbewerbsvorteile bis hin zur erklärten Markt- oder Technologieführerschaft zu erlangen. Zudem wird großer Wert auf Standardisierung gelegt. Wesentliche Unterschiede zeigen sich im Anwendungsfeld, das entweder nur industrielle Anwendungen oder alle Bereiche die von Digitalisierung partizipieren umfasst. Der Aspekt, Methoden bereitzustellen, um eine nachhaltige Wirtschaftlichkeit der notwendigen Investitionen zu erreichen, findet sich in keiner der Zielsetzungen wieder. Es wird ein langfristiger Nutzen angenommen oder vorausgesetzt. Bei den staatlich geprägten Programmen wird versucht etwaigen Investitionsrisiken durch Förderungen entgegenzuwirken. Nach Auffassung des Autors führt staatliche Förderung nicht zwingend zur weitreichenden Nutzung des Potenzials von Digitalisierung, da KMU oft nicht über die Ressourcen zur Administration von Förderprogrammen verfügen. Daher nutzen oftmals eher Großunternehmen und Forschungseinrichtungen diese staatliche Förderung, was dem Ziel entgegenwirkt, das Risiko von Fehlinvestitionen für kleine und mittlere Unternehmen zu reduzieren.

Nr.	Initiative	Land	Förderung	Zielsetzung	Quelle
1	Industrie 4.0	Deutschland	Staatlich, Wirtschaftsverbände	Duale Zielsetzung: 1) Deutsche Ausrüster-industrie führend im Weltmarkt 2) Wettbewerbsfähigkeit industrieller Produktion in Deutschland weiterentwickeln.	(Dorst 2015; Kagermann et al. 2013)
2	Industrial Internet Consortium (IIC)	USA	Unternehmen (vornehmlich Großkonzerne)	Unterstützung technischer Innovation durch Use Cases; Entwicklung einer anwendungsübergreifenden Referenzarchitektur	(Industrial Internet Consortium 2017)
3	Smart Manufacturing Leadership Coalition (SMLC)	USA	Unternehmen (Produzenten und Automatisierungshersteller)	Reduzierung der Risiken und Kosten bei der Einführung von Smart-Manufacturing-Technologien in industrieller Produktion.	(Smart Manufacturing Leadership Coalition 2017)
4	Made in China 2025	China	Staatlich	Transformation des chinesischen Produktionssektors hin zu weitgehender Automatisierung basierend auf chinesischem geistigem Eigentum	(China State Council 2016)
5	Industrial Value Chain Initiative (IVI)	Japan	Unternehmen und Forschungsinstitutionen	Aufbau einer neuen Gesellschaft, welche Produktions- und Informationstechnologie in Form von unverbindlich definierten Standards nutzt	(Industrial Value Chain Initiative 2017)
6	Robot Revolution Initiative (RRI)	Japan	Staatlich und Unternehmen	1) Japan wird das Zentrum der Innovation für Robotik 2) Japan ist die Nation mit der weitesten Nutzung von Robotik 3) Globale Führerschaft in der Standardisierung für IoT-gestützte Robotik	(Robot Revolution Initiative Council 2015)
7	Industrie du Futur	Frankreich	Staatlich	1) Entwicklung neuer führender Technologien 2) Internationale Kooperation bei der Standardisierung 3) Förderung der Adaptierung im Feld 4) Schulung der Personen in der Industrie 5) Promotion der Aktivitäten	(Directorate Generale des Enterprises 2015)

Tabelle 1 : Globale Initiativen zur industriellen Digitalisierung (Quelle: Darstellung des Autors)

4.3. Datenstrukturen und Standardisierung

Die im vorherigen Abschnitt vorgestellten Digitalisierungsinitiativen fordern, unter anderem aus Gründen der Investitionssicherheit und Stabilität, eine durchgängige und zukunftsorientierte Standardisierung (vgl. Dorst 2015, S. 64). Insbesondere Standards, die einheitliche Kommunikationsmethoden und Datenstrukturen ermöglichen, sind essentiell für eine effizient funktionierende digitalisierte Produktionsinfrastruktur. Die Digitalisierung von Prozessen, die schon mit Lean-Manufacturing optimiert wurden, bietet ein hohes Potenzial für den Einsatz dieser neuen Standards. Cottyn et al. (2008) zeigen auf, wie komplementär Lean-Produktionsmethoden und Informationstechnologie produktivitätssteigernd wirken, daher sind die im folgenden Abschnitt 4.4 beschriebenen Methoden der Wertermittlung in Zusammenhang mit den Standardisierungsgrundlagen zu betrachten. Der Standard ANSI/ISA-95 bzw. IEC62264 (ANSI/ISA 2010b) definiert die grundlegende Struktur zum datentechnischen Aufbau von Produktionssystemen auf Leit- und Unternehmensebene. Die Aussage „The ISA 95 is (or should be) the basis of every production software“ (Cottyn et al. 2008, S. 5) belegt die Relevanz der Standardisierung von Datenstrukturen zur Realisierung effizienter Produktionsprozesse. Die ANSI/ISA-95 definiert die Kommunikation in Ebenen, englisch Level. Die Level 3 und 4 beschreiben die Unternehmens- und Betriebsplanung und dienen primär der Realisierung von horizontaler Integration (vgl. Abbildung 1).

Die Aspekte der vertikalen Integration werden durch die ANSI/ISA-95 nur im Ansatz adressiert (ANSI/ISA 2010b, S. 18). Ergänzend konkretisiert deshalb die ANSI/ISA-88 bzw. IEC61512 (ANSI/ISA 2010a) die Kommunikation in Level 1 und 2, der Feld- und Steuerungsebene. Die ANSI/ISA-88 betrachtet die Anforderungen der chargenorientierten Produktion und beinhaltet noch keinerlei Ansätze der Industrie 4.0 oder IIoT, repräsentiert dennoch auch heute den Stand der Technik für Datenerfassung auf Maschinenebene. In Anlehnung an die beiden Normen ANSI/ISA-95 und ANSI/ISA-88 lässt sich das in der Automatisierungstechnik bislang weit verbreitete Modell der Automatisierungspyramide darstellen (vgl. Abbildung 11).

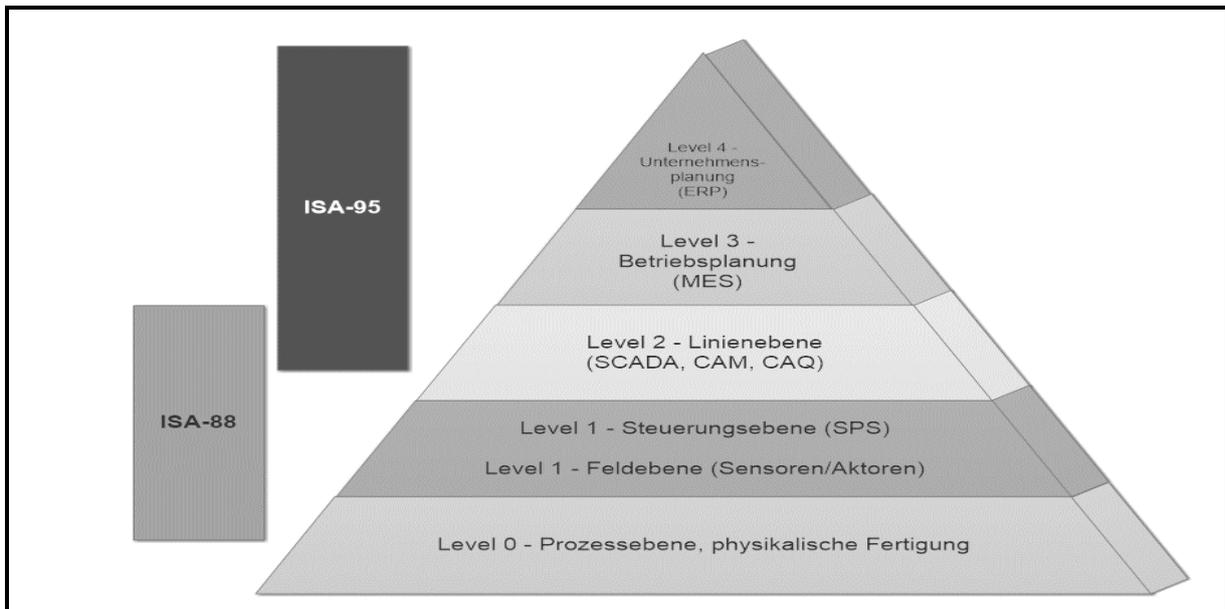


Abbildung 11: Automatisierungspyramide (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Vegetti und Henning 2014, S. 2; Sauer 2014, S. 294)

Vegetti und Henning (2014) zeigen, dass ISA-88 und ISA-95 in der Praxis nicht ohne Probleme nahtlos kombinierbar sind. Sauer (2014) schlägt vor, die Informationsarchitektur in der Produktion hin zu einer weitgehenden Durchgängigkeit zu ändern, und empfiehlt die Nutzung von OPC-UA bzw. IEC 62541 (Palm et al. 2014). Fleischmann et al. (2016, S. 700) gehen in ihrer Arbeit auf eine konkrete Anwendung bei der Audi AG ein und identifizieren die Limitierung der Datenstruktur durch den Ansatz der klassischen Automatisierungspyramide (vgl. Abbildung 11). Es wird eine OPC-UA-basierte serviceorientierte Architektur vorgeschlagen, die konform zur definierten Referenzarchitektur von Industrie 4.0 aufgebaut ist (vgl. Dorst 2015, S. 41). Auch Dorst (2015, S. 65) setzt auf die Eigenschaften von OPC-UA für die Realisierung der datentechnischen Anforderungen für die Industrie 4.0 bzw. IIoT. Dieser, ergänzend zu der hierarchischen Datenkommunikation der Standards ANSI/ISA-95 und ANSI/ISA-88, Kommunikationsstandard OPC-UA/IEC 62541 (OPC Specification) etabliert sich als fundamentaler Standard in vielen technologischen Umsetzungen digitalisierter Produktion (vgl. Eruvankai et al. 2017; Henssen und Schleipen 2014; Imtiaz und Jasperneite 2013; Gittler et al. 2019; Madiwalar et al. 2019). OPC-UA definiert ein durchgängiges System an offenen Spezifikationen und sogenannten spezifischen „Companion Specifications“, welches eine hierarchieunabhängige Informationsarchitektur zulässt. Daher wird OPC-UA

von vielen Autoren im Hinblick auf Industrie 4.0 als unabdingbare Voraussetzung für eine leistungsfähige digitalisierte Produktion benannt (vgl. Sauer 2014, S. 295; Fleischmann et al. 2016; Imtiaz und Jasperneite 2013). OPC-UA wird damit zum technologischen Bindeglied zwischen vertikaler und horizontaler Integration, da es die Grenzen zwischen strikter deterministischer Kommunikation im industriellen Feld hin zu Web Services analog der Verwendung in der Informationstechnologie überwindet (vgl. Rinaldini 2016, S. 18).

Es lässt sich zusammenfassend feststellen, dass es von Bedeutung ist, in welchem Umfang die in diesem Abschnitt erörterten Standards zur Kommunikationsstruktur und Kommunikation basierend auf OPC-UA, ANSI/ISA-95 und ANSI/ISA-88 in Projekten zur Digitalisierung Anwendung finden. Eine durchgängige vertikale Integration, um nachweislich Wertschöpfung durch eine Datenintegration (vgl. Abbildung 2) zu realisieren, basiert darauf, dass diese Voraussetzungen weitestgehend in den Unternehmen vorhanden sind oder zumindest die Bereitschaft zur Investition gegeben ist. Die Anwendung von grundlegenden Standards der digitalisierten Datenerfassung geht einher mit den Methoden zur Wertermittlung und Produktionsoptimierung, wie im folgenden Abschnitt erläutert wird.

4.4. Wertermittlung industrieller Produktion und Daten

Dieser Abschnitt geht auf den Stand der Forschung zur Erfassung von Wertschöpfung in der Produktion ein und schließt an die Disziplin der Standardisierung und Datenstruktur aus Abschnitt 4.3 an. Wertschöpfung im Produktionsprozess wird durch die jeweilige und gemeinsame Produktivität der eingesetzten Produktionsfaktoren erzielt und verbessert. Die Dissertation zieht im Grundsatz die verbreitete Methodik der Overall Equipment Efficiency (OEE) heran, um die unterschiedlichen Einflussgrößen der Produktivität messbar zu machen (vgl. Braglia et al. 2008, S. 9). OEE ist die Grundlage für viele weitere Konzepte, die heute in der Produktion Anwendung finden, z.B. Six Sigma oder TMP (vgl. Gibbons und Burgess 2010, S. 137; Ylipää et al. 2017, S. 129).

Die Annahme, dass eine Steigerung der OEE in einem vollständig optimierten Prozess auf Investitionen zur Digitalisierung des Produktionsprozesses angewiesen ist, führt zu der

Anforderung, Daten einen Wert des zusätzlich geschöpften Nutzens zuzuordnen. Hierzu zieht die Dissertation das vom Bitkom für Big-Data-Projekte empfohlene Modell der „Wertschöpfungskette der Daten-Wirtschaft“ heran (Maier und Weber 2013, S. 15).

4.4.1. Overall Equipment Efficiency (OEE)

Produktivität kennzeichnet die Fähigkeit, bei gegebener Investition eine kontinuierliche Steigerung des Ertrages zu erreichen (vgl. Schmenner 2015, S. 341). Spätestens seit der Massenproduktion spiegelt sich in der Produktivitätssteigerung die Motivation zur Nutzung von neuen Technologien wider. Schmenner (2015, S. 342) führt dies gar bis auf die ersten Fabriken im siebzehnten Jahrhundert zurück. Im zwanzigsten Jahrhundert wurde die Verbesserung der Produktivität durch die Massenproduktion bestimmt und nachfolgend wurde diese durch flexible Produktionskonzepte ersetzt wie z.B. Manufacturing Resource Planning (MRP) in den USA oder Total Productive Management (TPM), hervorgegangen aus dem Produktionssystem von Toyota in Japan (vgl. Hopp und Spearman 2004, S. 134). Die Umsetzung der Konzepte schlägt sich in Methoden wie Six Sigma, Lean Manufacturing, Total Equipment Effectiveness Performance, Production Equipment Effectiveness und vielen weiteren nieder. Hierzu argumentieren Muchiri und Pintelon (2008, S. 3533), dass alle diese Ansätze in ihren Elementen im Grundsatz mit der Methodik der OEE messen. Es wird zudem festgestellt, dass die OEE-Methodik, deren Objekt die einzelne Maschine ist, grundlegend auf Investitionsgüter und Gesamtproduktion anwendbar ist. OEE beschreibt das Verhältnis der theoretisch maximalen Produktionskapazität zum tatsächlich realisierten Ergebnis. Dieses Verhältnis bildet sich durch die Messgrößen Maschinenverfügbarkeit, Maschinenleistung und Qualität, wie in Abbildung 12 dargestellt. Für spezielle Prozesse wird der OEE-Ansatz weiter detailliert, um alle möglichen Verluste zu erfassen.

Ylipää et al. (2017, S. 131f) führen in ihrer Studie an, dass sich bei einem Sample von 98 OEE-Datensätzen aus industrieller Produktion eine durchschnittliche OEE von 51,5 % ergibt. Es wird festgestellt, dass Verfügbarkeit und Leistungsgrad stark in die Reduzierung der OEE eingehen und für eine Verbesserung primär in Betracht kommen.

Die restlichen 48,5 % der Untersuchung zeigen auf, dass die Industrie Potenzial aufweist die Produktivität, lediglich mit den bestehenden Anlagen, fast zu verdoppeln.

Verfügbare Zeit			
Verfügbarkeit	A Mögliche Produktionszeit		Keine Produktion vorgesehen
	B Tatsächliche Produktionszeit	Verfügbarkeitsverluste: - Störungen - Warten/Umrüsten - Linienbeschränkungen	
Leistung	C Mögliche Ausbringung		<i>Effektivitätsverlust</i>
	D Tatsächliche Ausbringung	Leistungsverluste: - Kurzstillstände - reduzierte Geschwindigkeit	
Qualität	E Tatsächliche Ausbringung		
	F Einwandfreie Produkte	Qualitätsverluste: - Ausschuss - Nacharbeit	
$OEE = \text{Verfügbarkeitsgrad} \times \text{Leistungsgrad} \times \text{Qualitätsgrad}$ $= B/A \times D/C \times F/E$			

Abbildung 12: Aufbau der OEE-Messgrößen (Quelle: Koch 2016, S. 49)

4.4.2. Datennutzung der Informationstechnik

Parallel zur physikalischen Wertschöpfungskette zeigt sich in der Informationstechnik die Notwendigkeit, Daten und die daraus gewonnenen Nutzinformationen mit einem finanziellen Gegenwert zu erfassen, um messbare Erträge zu realisieren (vgl. Iansiti und Lakhani 2014). Der Branchenverband Bitkom hat hierzu in einem Leitfaden für Big-Data-Projekte eine Wertschöpfungskette der Datenwirtschaft (Abbildung 13) definiert. Diese Wertschöpfungskette bestimmt Aggregationsstufen, die Daten durchlaufen, um an Informationsgehalt zu gewinnen. Mit jeder Aggregation erhöht sich der monetär wirksame Wert der jeweils generierten Information für die datenbasierte Wertschöpfung.

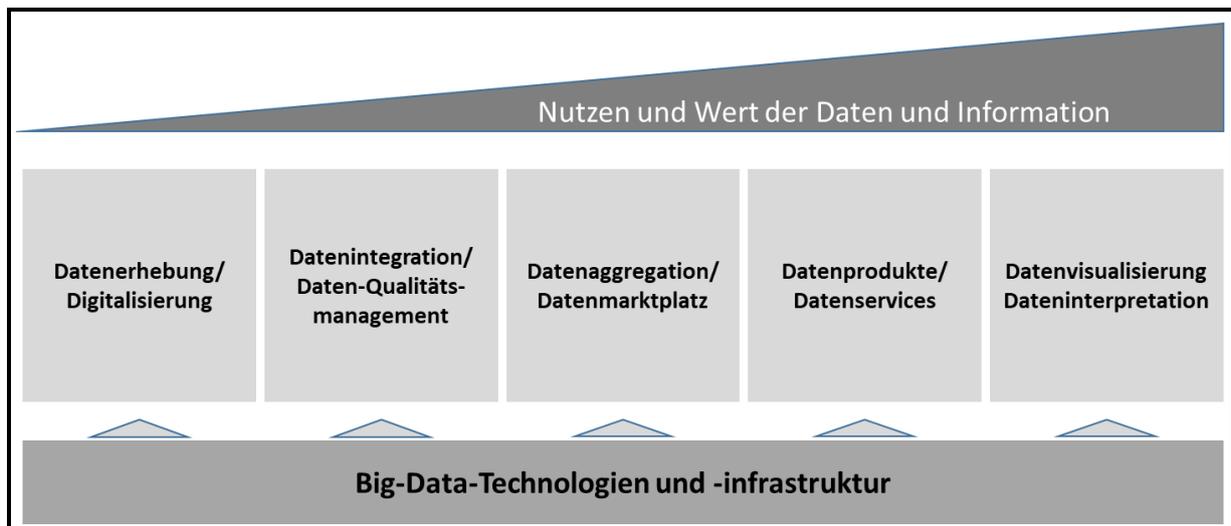


Abbildung 13: Wertschöpfungskette in der Datenwirtschaft (vgl. Maier und Weber 2013, S. 15; vom Autor ergänzt durch die schematische Zunahme von Nutzen und Wert der generierten Informationen)

Diese Wertschöpfungskette verdeutlicht, dass es erforderlich ist die notwendige technologische Infrastruktur zur Verfügung zu haben. Maier und Weber (2013, S. 37) definieren darauf aufbauend einen „Return on Information“ (ROInf), der die wertbasierte Bewertung von Informationen ermöglichen soll. Im Zähler der Berechnung stehen die Parameter zur Ermittlung des Informationswertes, im Nenner werden die zurechenbaren Kosten zur Informationsgewinnung und -verarbeitung aufgeführt (Abbildung 14). Wird dieser Ansatz an der Verbindung der beiden Dimensionen der vertikalen und horizontalen Datenintegration angewendet (vgl. Abbildung 2), entsteht ein integriertes Modell zur wertorientierten Informationsgewinnung in einem digitalisierten Produktionsumfeld. Dieser Ansatz bietet eine gute Grundlage, um den Nutzen und damit zuordenbare Werte von aggregierten Informationen zu erfassen.

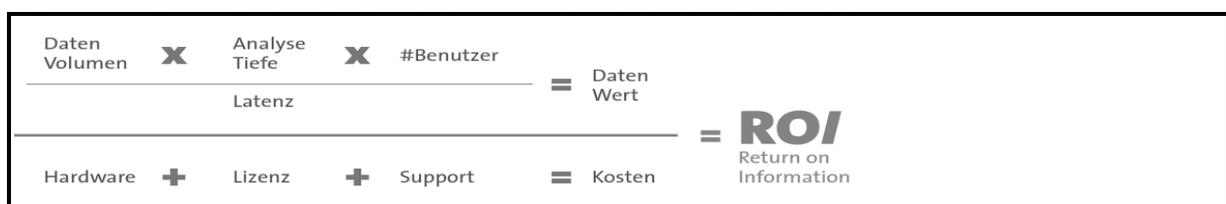


Abbildung 14: Return on Information – ROInf (Quelle: Maier und Weber 2013, S. 38)

Um einen Ansatz zur Messung des digitalen Zusatznutzens zu definieren, bietet sich die gemeinsame Verwendung von OEE und der Wertschöpfungskette der Datenwirtschaft an. Dies begründet sich in der stufenweisen Aggregation von Wert und Information, analog zu den betrachteten Big-Data-Projekten. Die Bedeutung der OEE-Methodik für moderne Produktionsmethoden speziell im Zusammenhang mit Lean Production und Six Sigma (vgl. Koch 2016, S. 13) liefert die Parameter der erreichten Produktivitätssteigerung um die Datenwerte zu quantifizieren.

4.5. Geschäftsmodelle

In diesem Abschnitt wird auf die Forschung zur Theorie und zu den Elementen von Geschäftsmodellen eingegangen. Es werden die theoretischen Grundlagen der bisherigen Forschung zu Geschäftsmodellen dargelegt und die zentrale Rolle des Nutzens als Moderator wird aufgezeigt.

Der Begriff Geschäftsmodell begann sich in den frühen 2000er Jahren zu verbreiten und wird heute in vielerlei Kontext verwendet. Krüger und Bach (2001, S. 31) erklären die allgemeine Rolle eines Geschäftsmodells im Wesentlichen durch die Anwendung der betriebswirtschaftlichen Modelltheorie.

„Bei einem Geschäftsmodell handelt es sich folglich um eine Darstellung des sozialen Systems Unternehmung mit einer Vereinfachung der realen Gegebenheiten hinsichtlich des Betrachtungsziels der erfolgreichen Geschäftstätigkeit“ (Krüger und Bach 2001, S. 31).

Porter (2004, S. 4, 2010, S. 29) legt mit den „Five Forces“ für die Entwicklung der Unternehmensstrategie und mit dem Ansatz der Wertkette für die Sicherstellung der Wettbewerbsvorteile einen grundlegenden Rahmen für die Logik der Geschäftsmodelle. Wenngleich Porter in den Anfängen eine sehr kontroverse Auseinandersetzung mit den frühen Formen der Geschäftsmodelle führte, erkannte er zu einem späteren Zeitpunkt deren Relevanz an (vgl. Krüger und Bach 2001, S. 30). In dem sehr oft zitierten Paper „Why do business model matter“ (Magretta 2002) wird Stellung für die essentielle Rolle des

Geschäftsmodells in erfolgreichen Organisationen genommen. Dies ist dahingehend wegweisend, da seinerzeit sehr wenig Einigkeit über Terminologie und Definition der verwendeten Konstrukte herrschte. In den darauffolgenden Jahren haben sich die Forschungsarbeiten zu Geschäftsmodellen stark entwickelt. Zott et al. (2011, S. 1022) zeigen eine sprunghafte Entwicklung an Veröffentlichungen im Zeitraum 1995 bis 2009 auf und bestätigen damit das steigende Interesse, Geschäftsmodelle, deren Elemente und Wirkungsweise zu erforschen.

4.5.1. Theorie des Geschäftsmodells

Der Begriff des Geschäftsmodells hat mit dem sogenannten *Dotcom*-Boom Einzug in das Vokabular der Wirtschaftswissenschaft gehalten. In Ergänzung und Anlehnung an Zott et al. (2011, S. 1023) liefert eine Recherche in der EBSCOhost-Datenbank nach 2010 eine Anzahl von durchschnittlich 333 Publikationen pro Jahr, wie Abbildung 15 zeigt. Der Trend war 2013 und 2014 stagnierend und zog ab 2015 merklich an. In 2018 war mit 504 Publikationen die höchste Anzahl an Nennungen zu verzeichnen, 2019 ist mit 458 Nennungen etwas geringer.

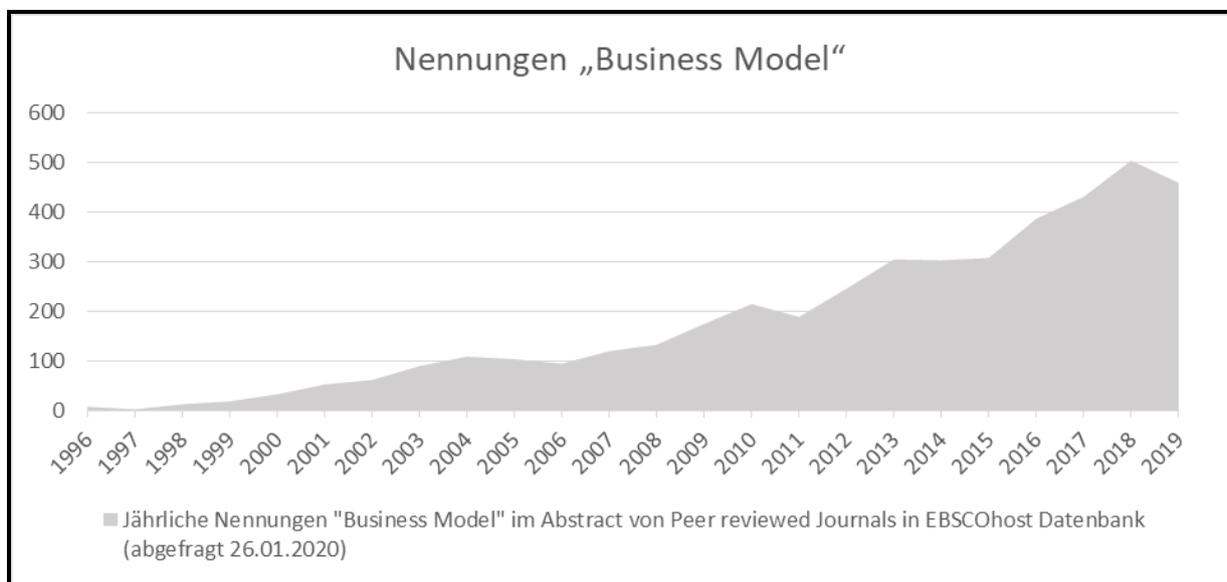


Abbildung 15: Jährliche Nennungen des Begriffes „Business Model“ in Peer reviewed Journals der EBSCOhost Datenbank (Quelle: Darstellung des Autors angelehnt an Zott et al. 2011, S. 1023)

Geschäftsmodelle werden in der Literatur unterschiedlich interpretiert und in verschiedene Kontexte zu Kundennutzen und Unternehmensstrategie gestellt (vgl. Zott et al. 2011, S. 1035). Über die Zeit wandelt sich die Generierung von Zusatznutzen der Geschäftsmodelle durch den Einfluss von verfügbarer Technologie, im Speziellen seit der Verfügbarkeit des Internets und neuen Möglichkeiten leistungsfähiger Datenverarbeitung.

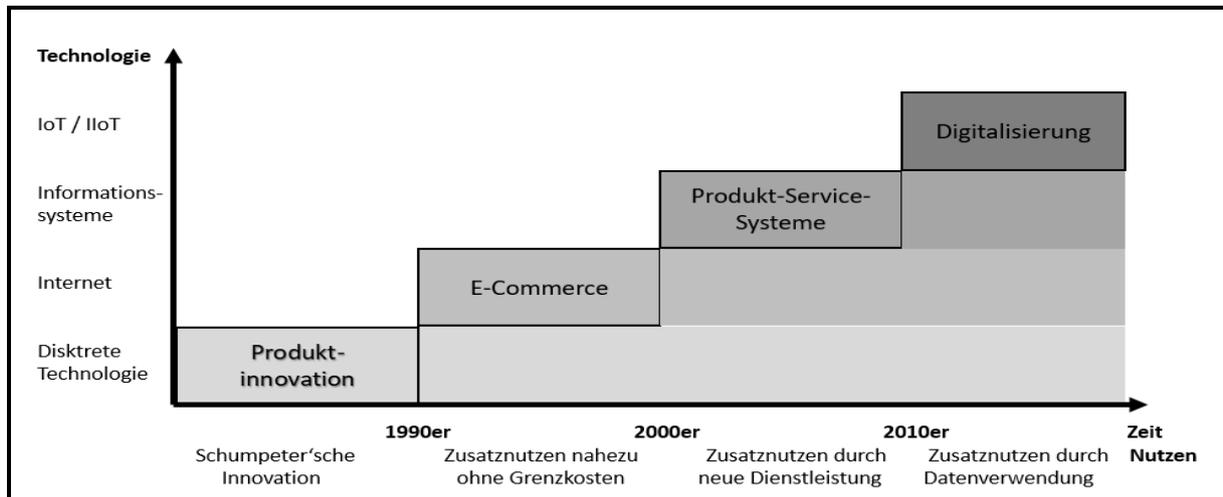


Abbildung 16: Gegenüberstellung von Geschäftsmodell und Technologie über Zeit und Nutzen
(Quelle: Darstellung des Autors)

Abbildung 16 illustriert die Entwicklung der jeweiligen Domänen von Geschäftsmodellen in Anhängigkeit von der verfügbaren Technologie. Die Darstellung ist in der Form zu verstehen, dass neuere Geschäftsmodelle durchaus die Methoden der anderen Domänen ganz oder teilweise anwenden und zudem neue eigenständige Mechanismen entwickeln. In jedem Fall ergeben sich Kombinationsmöglichkeiten hybrider Geschäftsmodelle. Bisher findet sich Literatur zur Erforschung der ersten drei Kategorien, deren Mechanismen und Struktur. Modelle zur Anwendung von Digitalisierung sind bisher von der Forschung wenig untersucht worden, weil das Thema noch sehr jung ist und bis dato das Hauptaugenmerk auf der Erforschung von digitalen Technologien liegt (vgl. Abschnitt 4.2).

Chesbrough und Rosenbloom (2002) haben in ihrer grundlegenden Analyse über den Einfluss von Technologie und Geschäftsmodell unterschiedliche Spin-offs der Xerox Corporation analysiert. Es wurden die Erfolge von Xerox im Zusammenhang von Technologie, Geschäftsmodell und Profitabilität untersucht. Das Fazit lautete, dass Technologie alleine nicht den

wirtschaftlichen Erfolg gewährleisten kann. Dies geschieht durch die Kombination mit einem passenden Geschäftsmodell, welches als „mediating construct between technology and economic value“ (Chesbrough und Rosenbloom 2002, S. 532) beschrieben wird. Auch Teece (2010) bestätigt diese Auffassung im Hinblick auf Geschäftsmodelle des E-Commerce. „Without a well-developed business model, innovators will fail to either deliver – or to capture – value from their innovations“ (Teece 2010, S. 172). Osterwalder (2004) erarbeitete eine umfassende Ontologie für E-Commerce, basierend auf 20 Quellen zum damaligen Stand der Geschäftsmodellforschung. Sein Ansatz wurde weiterentwickelt und fand Niederschlag in einem heute oft angewendeten Leitfaden, dem sogenannten „Business Model Canvas“ (Osterwalder und Pigneur 2010, S. 44). Weiterführend haben Al-Debei und Avison (2010) einen umfassenden Rahmen für Geschäftsmodelle in der Informationstechnologie erstellt, welcher aus einer Recherche von 22 Quellen abgeleitet wurde. Pozzi et al. (2016) bauen auf der Arbeit von Al-Debei und Avison auf und ergänzen die Synthese um 32 aktuellere Quellen, die den Stand der weiteren Forschung ab 2010 erfassen. Unterstützend ist auch der Beitrag von Bieger et al. (2011), die im gleichen Zeitraum einen Ansatz für ein universelles Geschäftsmodell entwickelt und hierzu Literatur aus 12 Quellen herangezogen haben. Tabelle 2 zeigt die verwendeten Quellen, welche die Autoren in ihren Untersuchungen zu Geschäftsmodellen zugrunde gelegt haben. Damit bietet sich eine augenscheinlich sehr breite Abdeckung der Forschungsarbeiten zu Geschäftsmodellen über einen Zeitraum von 1998 bis 2016.

Im Zuge von Digitalisierung der industriellen Produktion beginnt die Forschung sich für Geschäftsmodelle im Kontext mit dem IIoT (vgl. Kiel et al. 2016; Fleisch et al. 2014) und Industrie 4.0 (vgl. Burmeister et al. 2016; Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) 2016) zu interessieren. Diese Arbeiten zielen auf das Geschäftsmodell mit digitalisierten Produkten und der Nutzung von Effekten der horizontalen Integration des Wertschöpfungsnetzwerkes ab. Diese aktuellen Beiträge bauen weitestgehend auf Osterwalder, Teece und Chesbrough auf. Aus der essentiellen Schaffung von Nutzen an der Verbindung zwischen vertikaler und horizontaler Integration wie in Kapitel 2 ausgeführt ergibt sich der Bedarf, die Theorie von Geschäftsmodellen für die weitere Betrachtung der Investitionsbewertung zu verwenden.

Folgend werden die Elemente bzw. Konstrukte und die zugrunde liegende Ontologie erörtert, um diese zum Verständnis der zusammenhängenden Wirkung von Nutzen in den Untersuchungen dieser Dissertation anzuwenden.

Tabelle 2		Untersuchende Arbeiten zu Geschäftsmodel len			
Lfd. Nummer	Zitierte Quellen Aufsteigend nach Jahr	Osterwalder 2004	Al-Debei und Avison 2010	Bieger et al. 2011	Pozzi et al. 2016
1	Timmers 1998	x	x		
2	Venkatraman und Henderson 1998		x		
3	Bagchi und Tulske 2000	x			
4	Chesbrough und Rosenbloom 2000	x	x		
5	Hamel 2000	x			
6	Linder und Chantrel 2000	x	x		
7	Mahadevan 2000	x			
8	Tapsott et al. 2000	x			
9	Afuah und Tucci 2001:2003	x			
10	Alt und Zimmermann 2001	x			
11	Amit und Zott 2001	x	x		
12	Applegate 2001	x			
13	Hawkins 2001	x			
14	Papakirakopulos und Poulymenakou 2001	x			
15	Petrovic et al. 2001	x	x		
16	Rappa 2001	x			
17	Torbay et al. 2001		x		
18	Weill und Vitale 2001	x			
19	Bowman 2002		x		
20	Gordijn 2002	x			
21	Gordijn et al. 2002		x		
22	Magretta 2002	x	x	x	
23	Maitlund und Van de Kar 2002	x			
24	Campanovo und Pingeur 2003		x		
25	Hedman und Kalling 2003		x		
26	Stähler 2002	x	x		
27	Leem et al 2004		x		
28	Osterwalder et al. 2005		x		
29	Shafer et al. 2005		x		
30	Anderson et al. 2006		x		
31	Kaaker et al. 2006		x		
32	Kallio et al. 2006		x		
33	Rajala und Westerlund 2007		x		
34	Janssen et al. 2008		x		
35	Johnson et al. 2008			x	
36	Rappa 2008		x		
37	Zott und Amit 2008			x	
38	Björkdahl 2009			x	
39	Brockmann und Gronau 2009				x
40	Clemons 2009				x

Tabelle wird fortgesetzt

Fortsetzung Tabelle 2		Untersuchende Arbeiten zu Geschäftsmodellen			
Lfd. Nummer	Zitierte Quellen Aufsteigend nach Jahr	Osterwalder 2004	Al-Debei und Avison 2010	Bieger et al. 2011	Pozzi et al. 2016
41	Doganova und Eyquem-Renault 2009			x	
42	Chesbrough 2010			x	
43	Dahan et al. 2010			x	
44	Demil und Lecocq 2010			x	
45	Kijl und Boesma 2010				x
46	Svejenova et. Al. 2010			x	
47	Teece 2010			x	
48	Wirtz et al. 2010			x	
49	Yunus et al. 2010			x	
50	Burkhardt et al. 2011				x
51	feller et al. 2011				x
52	Tay und Chelliah 2011				x
53	Zolnowski und Böhmann 2011				x
54	Buder und Felden 2012				x
55	Di Valentin et al. 2012				x
56	Krumeich et al. 2012				x
57	Kundisch und John 2012				x
58	Moreno et al. 2012				x
59	Morgan und Conboy 2013				x
60	Rensmann 2012				x
61	Schief und Buxmann 2012				x
62	Bonakdar et al. 2013				x
63	Di Valentin et al. 2013				x
64	Giessmann und Legner 2013				x
65	Keen und Williams 2013				x
66	Krumeich et al. 2013				x
67	Labes et al. 2013				x
68	Zolonski und Bohmann 2013				x
69	Fritscher und Pigneur 2014				x
70	Ghezzi et al. 2014				x
71	Kijl und Nieuwenhuis 2014				x
72	Kuebel et al. 2014				x
73	Lindmann et al. 2014				x
74	Rai und Tang 2014				x
75	Raivo et al. 2014				x
76	Ryschka et al. 2014				x
77	Sitoh et al. 2013				x
78	Zolnowski et al. 2014				x

Tabelle 2: Quellen für Grundlagenarbeiten zu Geschäftsmodellen (Quelle: Darstellung des Autors)

4.5.2. Ontologie und Konstruktion von Geschäftsmodellen

Eine Ontologie wird im Duden als „Lehre vom Sein“ und als „System von Informationen mit logischen Relationen“ definiert (Duden 2017). Die junge Forschung an Geschäftsmodellen bringt viele Definitionen und Vorschläge hervor, wie aus der Literaturzusammenstellung in Tabelle 2 hervorgeht. Die interne Struktur der verschiedenen Ansätze von Geschäftsmodellen ähnelt sich in der Form, dass entweder Bausteine, Dimensionen oder Charakteristiken definiert werden. Der Einfachheit halber werden diese Definitionen als interne Konstrukte des jeweiligen Geschäftsmodellansatzes in dieser Arbeit bezeichnet. In der aktuellen Literatur finden sich zwei grundlegende Beiträge zur Ontologie von Geschäftsmodellen. Gemäß Osterwalder (2004, S. 39) ist eine Ontologie als eine explizite Spezifikation einer Konzeptualisierung zu betrachten. Diese Spezifikationen finden sich zum einen in der Dissertation von Osterwalder (2004), welche eine Ontologie für Geschäftsmodelle in E-Commerce anbietet. Zum anderen haben Rese et al. (2013) im Zuge von Industriellen Produkt-Service-Systemen (IPSS) hierfür eine spezifische Ontologie konzeptualisiert.

Osterwalder (2004, S. 43) strukturiert seine Ontologie basierend auf den Elementen seiner Literaturrecherche in vier Säulen, die dann in neun Bausteine der Ontologie aufgegliedert sind. Tabelle 3 zeigt dies im Detail. Diese Erkenntnisse sind für viele weitergehende Arbeiten zu Geschäftsmodellen grundlegend und werden oft zitiert. Es ist zu beachten, dass der Beitrag von Osterwalder im Kontext von E-Commerce-Angeboten entstanden ist. Osterwalders Ontologie betrachtet das Unternehmen en bloc und geht detailliert auf die Wahrnehmung und die Realisierung von Kundennutzen, also die externe Wirkung ein. Interne Nutzennetzwerke und Abhängigkeiten sind lediglich im Baustein „*Value Configuration*“ repräsentiert und es wird mit konventionellen Methoden zur Erbringung der Leistungen in der Unternehmung gearbeitet (Osterwalder 2004, S. 83). Osterwalders Ontologie definiert die Zusammenhänge der Bausteine sehr systemisch und detailliert, um diese für den Entwurf einer XML-basierten Programmiersprache zur Beschreibung der Zusammenhänge eines Geschäftsmodells zu verwenden.

Dadurch eignet sich dieser ontologische Ansatz auch dafür, einzelne Elemente für die Betrachtung interner Nutzenschöpfung heranzuziehen.

Pillar	Building Block of Business Model	Description
Product	Value Proposition	A Value Proposition is an overall view of a company's bundle of products and services that are of value to the customer.
Customer Interface	Target Customer	The Target Customer is a segment of customers a company wants to offer value to.
	Distribution Channel	A Distribution Channel is a means of getting in touch with the customer.
	Relationship	The Relationship describes the kind of link a company establishes between itself and the customer.
Infrastructure Management	Value Configuration	The Value Configuration describes the arrangement of activities and resources that are necessary to create value for the customer.
	Capability	A capability is the ability to execute a repeatable pattern of actions that is necessary in order to create value for the customer.
	Partnership	A Partnership is a voluntarily initiated cooperative agreement between two or more companies in order to create value for the customer.
Financial Aspects	Cost Structure	The Cost Structure is the representation in money of all the means employed in the business model.
	Revenue Model	The Revenue Model describes the way a company makes money through a variety of revenue flows.

Tabelle 3: Vier Säulen und neun Bausteine der Business-Modell-Ontologie (Quelle: Osterwalder 2004, S. 43)

Rese et al. (2013) beschäftigen sich in ihrer Ontologie mit Geschäftsmodellen, welche die Erbringung von Leistungen in einem Industrial Product-Service System (IPSS) beschreiben. Die Komplexität von IPSS ist im Vergleich zu einem E-Commerce-System weitaus höher zu bewerten. Die Berücksichtigung der Kollaboration zwischen Anbieter und Kunde ist ein wesentliches Merkmal, dem die Ontologie von Rese et al. zur Realisierung und Schaffung von Nutzen in einem IPSS Rechnung trägt. Die Ontologie besteht in der vertikalen Dimension aus fünf beschreibenden partiellen Modellen, die ergänzend durch vierzehn Charakteristiken konkretisiert sind. Horizontal werden fünf Nutzungsformen als Attribute aufgezeigt, um die jeweilige Art der Kollaboration zwischen Unternehmen und Kunde zu berücksichtigen.

„The business relation between customer and provider shifts from a transaction-based relation towards a relation-oriented model“ (Rese et al. 2013, S. 191).

Es entsteht dadurch eine intensive ökonomisch-technische Beziehung, welche in den partiellen Modellen *organization* und *risk distribution*, explizit in den Charakteristiken *task distribution and process responsibility* und *risk sharing* abgebildet wird (Abbildung 17). Die Ontologie für IPSS zeichnet sich dadurch aus, dass die Intensität der Kollaboration durch horizontale Attribute festgelegt werden kann.

partial model	BUSINESS MODEL CHARACTERISTICS	ATTRIBUTES OF BUSINESS MODEL CHARACTERISTICS						
	customer value (benefit)	property of the physical product	use of the product	availability of the product	result of the use of the product	consumption of the product		
value	value architecture	product-oriented		service-oriented		integrated (product-service-oriented)		
	expansion of benefits	core benefit alone		multiple benefits aggregated together		multiple benefits integrated with each other		
organization	task distribution and process responsibility	customer		provider				
	provider's life cycle activities	specification, procurement and installation	maintenance	upgrading	continuous improvement	manufacturing resources	operation	
	customer's life cycle activities	operation	manufacturing resources	continuous improvement	upgrading	maintenance	specification	
	service initiative	customer initiates services		provider initiates additional services		provider initiates services to ensure availability		provider operates industrial product-service system
risk distribution	risk sharing	customer		provider				
	provider's risk assumption	risk up until product sale/invest	risk for life cycle activities	risks for the availability (operating errors, preterm wear of the product)		risk for result of the use of the product		market risks
	customer's risk assumption	risk up until product sale/invest	risk for life cycle activities	risks for the availability (operating errors, preterm wear of the product)		risk for result of the use of the product		market risks
revenue streams	economic value based on	transfer of property	use (e.g. leasing, rental)	management of activities		assuming responsibility in the use		result of the use
	revenue	based on order (sale of product or service: cost plus, fixed price)	based on order (one-time sale of product and additional services)		not based on unit		based on result (e.g. revenue per produced unit)	
property rights	ownership	customer (buyer) gains ownership of product		product in ownership of a third party		product in ownership of the provider		
	access	always present at the customer	present at the customer when needed (serial use)	present at the provider when needed	always present at the provider	present at a third party when needed	always present at a third party	

Abbildung 17: IPSS Business-Modell-Ontologie (Quelle: Rese et al. 2013, S. 193)

Die Strukturen von Osterwalder und Rese et al. komplementieren sich in vielfacher Hinsicht. Beide stellen das Nutzenversprechen, die *Value Proposition*, in den Mittelpunkt. Osterwalder (2004, S. 49–55) konkretisiert diesen Baustein als Verbindung von elementaren *Offering(s)*, die wiederum durch die Attribute *Reasoning*, *Value Level*, *Price Level* und *Life Cycle* konkretisiert sind. Rese et al. konkretisieren das Nutzenversprechen durch die Unterscheidung in der Kooperation zwischen Kunde und Anbieter in *Customer Value*, *Value Architecture* und *Expansion of Benefits*. Beide beachten die notwendigen organisatorischen Aspekte sowie die Infrastruktur zur Erbringung von Nutzen. Ergänzend decken Rese et al.

Risikomanagement und -verteilung sowie die Frage nach Eigentums- und Verfügungsrechten ab. Osterwalder adressiert die finanziellen Aspekte klarer und identifiziert die Kostenstruktur als Baustein gleichberechtigt zum eigentlichen Ertragsmodell. Abbildung 18 visualisiert die komplementären Zusammenhänge der beiden Ansätze. Durch Verwendung der Ergänzungen ergibt sich eine ontologische Grundlage für die Verwendung von Elementen aus Geschäftsmodellen für die anschließenden Untersuchungen.

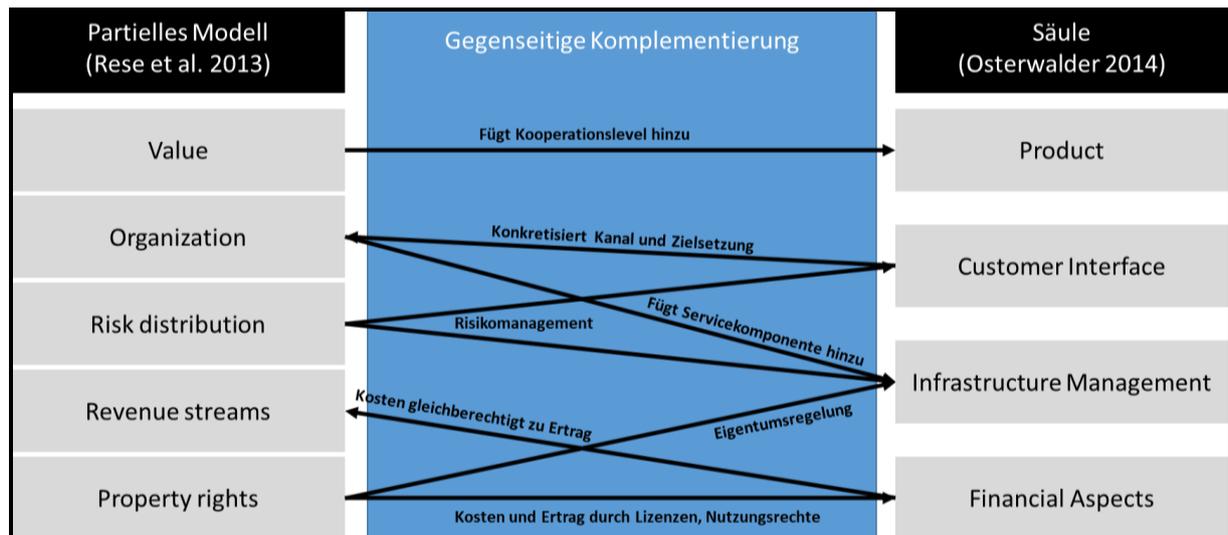


Abbildung 18: Komplementäre Beziehung zwischen Ontologie von Rese et al. und Osterwalder
(Quelle: Darstellung des Autors)

Beide beschriebenen ontologischen Ansätze definieren die Struktur aus Sicht ihres spezifischen Segments. Es ist wünschenswert Konstrukte weitgehend generell zu nutzen. Im Hinblick auf die geplante Untersuchung ist eine Erweiterung der grundlegenden Theorie durch praxisorientierte Ansätze erforderlich. Unter anderen Autoren ist hier auf Gassmann et al. (2013) zu treffen, die mit dem St. Galler Business Model Navigator ein oft genutztes Konzept zur praktischen Entwicklung und Innovation eines Geschäftsmodells geschaffen haben. Die verwendete Struktur wird im sogenannten „magischen Dreieck“ dargestellt und zeigt die Abhängigkeiten der Bausteine des Navigators, des *Nutzenversprechens*, der *Ertragsmechanik* und der *Wertschöpfungskette* (Abbildung 19). In der Anwendung baut der St. Galler Business Model Navigator auf der Nutzung von bestehenden Geschäftsmustern und neuen Kombinationen aus diesen Mustern auf. Der Kundennutzen steht im

vordergründigen Interesse und die Struktur für die Realisierung des Nutzens und der Profitabilität erscheint sekundär. Die Umsetzung in der Praxis basiert auf der Beschreibung von 55 exemplarischen Modellen, um einen Prozess des „kreativen Imitieren[s] und Rekombinieren[s]“ zu nutzen (Gassmann et al. 2013, S. 17). Dieser pragmatisch angelegte Ansatz bietet den Vorteil, sehr schnell an die Kernfragen zu Kundennutzen, Ertragsmechanik und der notwendigen Wertschöpfungskette zu denken. Im weiteren Schritt wird auf Elemente ähnlich Osterwalder und Rese et al. zurückgegriffen, um die Zusammenhänge zur Schaffung und Realisierung von Nutzen konkretisiert zu verstehen. Der Prozess des St. Galler Business Model Navigators geht zur erfolgreichen Implementierung von Geschäftsmodellen auf die Anpassung der theoretischen Annahmen an die Realität ein. Dieser iterative Ansatz findet sich auch im Prozess von Bieger und Reinhold wieder, die mit ihrem wertbasierten Geschäftsmodellansatz die Lücke zwischen Strategie und operativer Realität durch einen geschlossenen Regelkreis iterativ bewältigen.

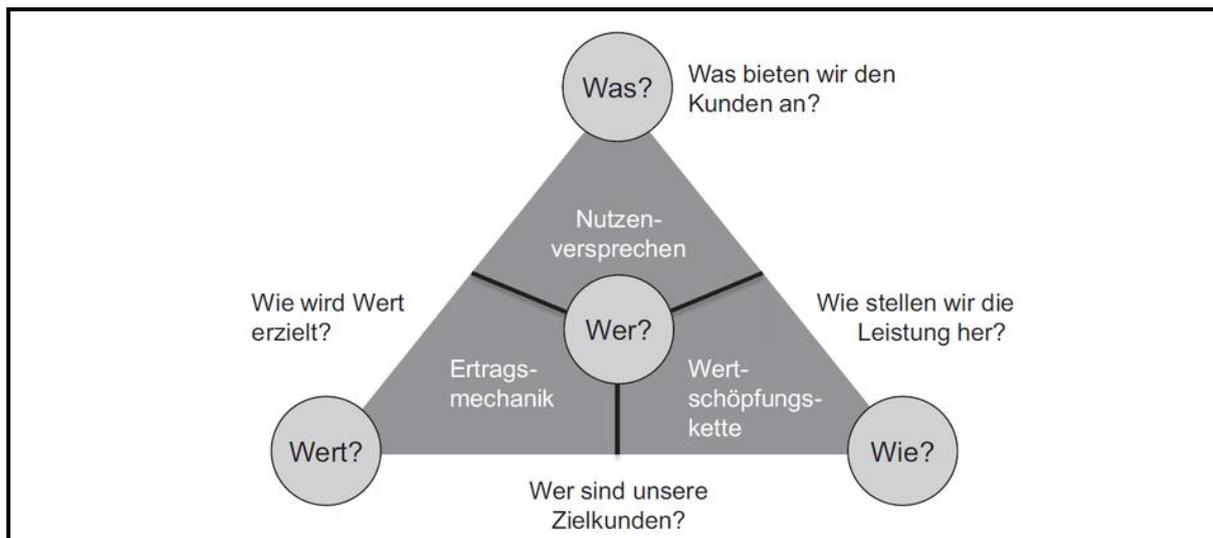


Abbildung 19: Das magische Dreieck eines Geschäftsmodells (Quelle: Gassmann et al. 2013, S. 6)

In diesem wertbasierten Geschäftsmodellansatz werden „Dimensionen“ zur Erbringung der Leistung und zur Sicherung von Ertrag und Profitabilität (Bieger und Reinhold 2011, S. 33) sowie ein grundsätzlich iterativer Prozess genutzt (Abbildung 20), der über die Dimension des Entwicklungskonzeptes eine kontinuierliche dynamische Weiterentwicklung vorsieht.

Der Kern ist der geschaffene Wert, der durch einen geschlossenen Regelkreis optimiert wird. Ähnlich wie in der vorgeschlagenen Iteration hin zur Realitätsnähe durch Gassmann et al. (2013, S. 52) ist hier die dynamische Evolution des Geschäftsmodells Grundlage für die nachhaltige Nutzenschöpfung. Der wertbasierte Geschäftsmodellansatz vertieft die Anforderungen an den Mechanismus, wie Nutzen geschaffen und transferiert wird. Essentiell ist das Vorhandensein eines soliden Ertragsmodells, also der Nutzenschöpfung.

„Das Ertragsmodell unterscheidet die Abschöpfung von Wert auf zwei Ebenen: Die Abschöpfung von Kundenwerten und die Abschöpfung von Unternehmenswert, der über Kunden geschaffen wird“ (Bieger und Reinhold 2011, S. 46).

Die Dimension der Wertverteilung berücksichtigt darüber hinaus, wie die geschöpften Werte verteilt werden, „um die nachhaltige Finanzierung und kooperative Wertschöpfung“ sicherzustellen (Bieger und Reinhold 2011, S. 49).

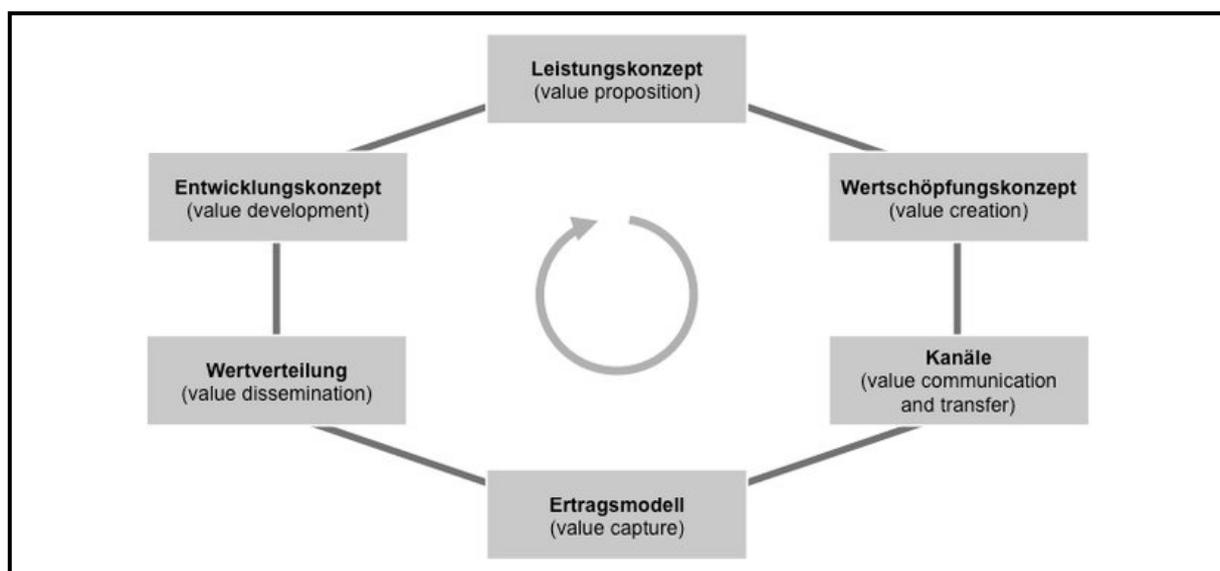


Abbildung 20: Der wertbasierte Geschäftsmodellansatz (Quelle: Bieger und Reinhold 2011, S. 33)

4.5.3. Zusammenfassung der Geschäftsmodelle

Die Forschung zur Geschäftsmodelltheorie hat ab den frühen 2000er Jahren viele Arbeiten hervorgebracht. Neben einer weiterhin sehr großen Heterogenität in den Interpretationen und verwendeten Terminologien, abhängig vom jeweiligen Kontext und von der Forschungsdomäne, sind eine grundlegende Ontologie und Ansätze für das Verständnis der Zusammenhänge vorhanden. Die untersuchte Literatur ist stark geprägt durch den Bereich des E-Commerce, gefolgt von Erkenntnissen zu Informationssystemen und Product-Service-Systemen. Dies ist der in Abbildung 16 dargestellten zeitlichen Entwicklung der Forschungsfelder geschuldet. Durch die Arbeiten von Al-Debei und Avison sowie Pozzi et al. ist eine solide Abdeckung der Forschungserkenntnisse und Zusammenhänge gewährleistet. Die strukturelle Basis für die Nutzung von Bausteinen der Geschäftsmodelltheorie ist durch die ontologischen Beiträge von Rese et al. und Osterwalder gelegt. Um in der Praxis einen Fachbezug in der Untersuchung und später im Erkenntnistransfer sicherzustellen, fließen die Ansätze und Prozesse von Gassmann et al. sowie Bieger und Reinhold mit ein. Tabelle 4 fasst den Stand der Forschung zu Geschäftsmodellen zusammen. Diese Forschungsergebnisse bilden eine wesentliche Grundlage für die in Kapitel 6 durchgeführte qualitative Theoriebildung.

Titel	Das magische Dreieck	Der wertbasierte Geschäftsmodellansatz	Die Business Modell Ontologie	Ontologie eines Geschäftsmodells für IPSS	
Modellierungsstruktur (Elemente, Säulen, partielle Modelle)	Nutzenversprechen	Leistungskonzept	Produkt	Risikoverteilung	
		Kanäle			Kundenschnittstelle
	Wertschöpfungskette	Wertschöpfungskonzept	Infrastruktur Management		Organisation
		Ertragsmechanik			Finanzielle Aspekte
		Ertragsmodell		Einnahmequellen	
		Wertverteilung			
Form	Vereinfachtes Modell	Ganzheitlicher iterativer Ansatz	E-Commerce-Ontologie	IPSS-Ontologie	
Quelle	Gassmann et al. 2013, S. 6	Bieger et al. 2011, S. 33	Osterwalder 2004, S. 43	Rese et al. 2013, S. 193	

Tabelle 4: Grundlegende Ontologie und Konstruktionen der Geschäftsmodelltheorie
(Quelle: Darstellung des Autors)

5. Forschungsfragen und methodisches Vorgehen

Die digitale Transformation hin zur Industrie 4.0 spielt sich in einem komplexen Umfeld über alle unternehmensrelevanten Abteilungen und Prozesse hinweg ab und ist deshalb noch nicht in breiter Form in den Unternehmen umgesetzt. Veile et al. beschreiben diese Problematik in Ihrer Studie von 2019, indem sie die Umsetzungspraxis mit einer ganzheitlichen Fragestellung untersuchten und dabei geringe praktische Erfahrung vorfanden.

„So far, there is little experience in corporate practice with respect to a purposeful and successful Industry 4.0 implementation“ (Veile et al. 2019, S. 2).

Wie in Abschnitt 2.1.3 erläutert, erschweren die unterschiedlichen spezifischen Fokussierungen der Forschungsfelder eine ganzheitliche Untersuchung von Fragestellungen zur digitalen Transformation. Die unterschiedlichen Perspektiven und Termini, die für einen praxisrelevanten Untersuchungsansatz heranzuziehen sind, lassen sich empirisch nicht ohne weiteres kombinieren. Die Forschungslücke (Abschnitt 3.2) beschreibt, dass zwischen strategischer Zielsetzung und operativen Prozessen in der digitalisierten Realität eine organisatorische und prozedurale Lücke existiert und wächst. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, die verschiedenen Aspekte der Forschung methodisch zusammenzuführen. Die praktische Realisierung von Nutzen aus Technologie für die digitalisierte Produktion wird nur durch eine fundierte Handhabung von Investitionsentscheidungen möglich. Die in diesem Kapitel formulierten Forschungsfragen und das dafür entwickelte methodische Vorgehen bilden die Grundlagen für die anschließenden Untersuchungen hierzu.

5.1. Forschungsfragen

Die praktischen Abhängigkeiten der Forschungsdisziplinen führen zu der Fragestellung, wie notwendige Investitionen ganzheitlich in ihrem Nutzenbeitrag beurteilt werden können.

Die techno-ökonomische Wechselwirkung von digitaler Transformation und konventionellen Investitionsüberlegungen wird im Kontext der digitalisierten Produktion untersucht.

Eine Moderation von Konstrukten aus Geschäftsmodellen ermöglicht die Verbindungen der Wirkungen von Investitionen in digitalisierte Produktionsinfrastruktur. Diese Zielsetzung kann aufbauend auf dem Stand der Forschung und dem Erkenntnisinteresse durch folgende drei Forschungsfragen beschrieben werden, die in Tabelle 5 festgelegt sind.

Nr.	Frage	Bezug
1	Inwiefern moderiert die Verwendung von Nutzenkonstrukten aus Geschäftsmodellen die Investitionsentscheidung zur digitalen Datenintegration in der Produktion?	Finanzierung und Investition (Spremann und Frick 2011); Geschäftsmodellontologie (Rese et al. 2013; Osterwalder 2004); Geschäftsmodelle als Mediator zwischen Technologie und ökonomischem Nutzen (Chesbrough und Rosenbloom 2002); Erfassung latenter Zusammenhänge durch Geschäftsmodellelemente (Bieger und Reinhold 2011; Maier und Weber 2013)
2	Wie kann vertikaler Datenintegration, in Abhängigkeit von ihrem Beitrag für die Wertschöpfung in der horizontal integrierten Wertschöpfungskette, ein monetärer Wert zugeordnet werden?	Wertschöpfungskette von Daten (Maier und Weber 2013); Mehrwert durch Digitalisierung (Kaufmann 2015); Zusammenwirken von vertikaler und horizontaler Integration (Dorst 2015)
3	Welche Auswirkung hat die Anwendung von spezifischen industriellen Standards in der Automatisierung auf die Investitionsbereitschaft in Bezug auf digitalisierte vertikale Produktionsinfrastruktur?	Nutzen von Standardisierung für digitalisierte Produktion (Cottyn et al. 2008; Sauer 2014); Relevanz einer Referenzarchitektur (Fleischmann et al. 2016; Dorst 2015)

Tabelle 5: Übersicht der Forschungsfragen (Quelle: Darstellung des Autors)

Forschungsfrage 1 widmet sich der Klärung, in welchem Maße komplexe Zusammenhänge innerhalb der Produktionsinfrastruktur durch die moderierenden Eigenschaften von Erkenntnissen aus dem Forschungsfeld der Geschäftsmodelle erfassbar werden. Spremann und Frick (2011, S. 97) definieren in ihrer Arbeit zur Finanzarchitektur von Geschäftsmodellen die Anforderungen der Berechenbarkeit und Kommunizierbarkeit. Beide Anforderungen können in einem komplexen System einer digitalisierten Produktion nicht direkt erfasst und gemessen werden. Der Ansatz der Geschäftsmodelle, aufbauend auf den ontologischen Beiträgen von Rese et al. (2013) und Osterwalder (2004), gibt den theoretischen Rahmen vor, um interne Konstrukte zu ermitteln, die Messbarkeit und Kausalität bilden. Der Prozess um ein leistungsfähiges Ertragsmodell, welches Bieger und Reinhold (2011) in ihrem wertbasierten Geschäftsmodellansatz definieren, ergänzt die verfügbaren Elemente zur Messbarkeit von Wertschöpfung einer digitalisierten Produktion (vgl. Abbildung 5).

Forschungsfrage 2 thematisiert, ob und wie Wertschöpfung durch Datenaggregation aus digitalisierter Produktionsinfrastruktur bewertet werden kann. Kaufmann (2015, S. 41) stellt die Frage nach der Wirtschaftlichkeitsbewertung von Maßnahmen zur Realisierung von Industrie 4.0 und empfiehlt die Mehrwerte der unterschiedlichen Elemente zu betrachten. Der Aspekt des Mehrwerts von Daten wird im Wertschöpfungsmodell der Datenwirtschaft (Maier und Weber 2013, S. 15) aufgegriffen, indem aufgezeigt wird, wie Information über die Aggregation an Wert gewinnt. Es ist notwendig, den Begriff des Nutzens zentral zu betrachten, um der Entstehung von monetisierbaren Werten im Zusammenspiel von vertikaler und horizontaler Integration (vgl. Abbildung 6 und Dorst 2015, S. 26) ausreichend gerecht zu werden.

Forschungsfrage 3 greift die weitverbreitete Forderung nach Standardisierung und Etablierung von Referenzarchitektur(en) für Digitalisierungsvorhaben auf (vgl. Cottyn et al. 2008; Dorst 2015, S. 41; Sauer 2014). Es wird untersucht, welche Auswirkungen sich aus der Anwendung von Standards zur Datenkommunikation (vgl. Abschnitt 4.3) in der digitalisierten Produktion ergeben. Dabei wird geklärt, inwieweit sich die Investitionsbereitschaft mit der Anwendung von Standardisierung verändert.

5.2. Methodisches Vorgehen

Das Erkenntnisinteresse der Arbeit adressiert die Forschungslücke zwischen Unternehmensstrategie und den operativen Prozessen in Bezug auf deren Technologie und digitalisierten Prozessen in der Produktion. Die Herausforderung liegt in der Verknüpfung der Investitionsentscheidung aus ökonomisch-rationeller Sicht, mit technologischen Anforderungen für die nachhaltige Realisierung von vertikaler Integration in Maschinen und Produktionsanlagen. Die innovative Anwendung der Forschungserkenntnisse aus dem Gebiet der Geschäftsmodelle erscheint wissenschaftlich relevant, um aus deren Konstrukten die Mediationsfunktion zwischen Indikatoren der Produktion zu Parametern der Investitionsentscheidung zu untersuchen. Methodisch gebietet es sich nach Töpfer (2012, S. 108), für eine betriebswissenschaftlich geprägte Arbeit mit wesentlichem technologischem Einfluss, primär den Popper'schen Ansätzen des kritischen Rationalismus zu folgen. Um in diesem Sinne die gegebene Fragestellung zu bearbeiten, muss die Theorie der internen Zusammenhänge methodisch fundiert ermittelt und verdichtet werden. Die Quellen für diese Theorie finden sich in den angrenzenden Wissenschaftsdisziplinen, was eine methodische Herausforderung durch deren sehr unterschiedliche Sichtweisen bzw. paradigmatische Ausprägungen birgt (vgl. Abschnitt 2.1.3). Es bieten sich sowohl qualitative als auch quantitative Herangehensweisen aus vielfältiger übergreifender oder spezifischer Literatur an (vgl. Döring und Bortz 2016; Bryman und Bell 2011; Saunders et al. 2012; Bortz und Schuster 2016; Charmaz 2014; Mayring 2008; Backhaus et al. 2016; Strauss und Corbin 2010; Jüttemann 1989; Javalgi et al. 2013; Weiber und Mühlhaus 2014). Diese sind allerdings jeweils als eigenständige Methode nicht ausreichend leistungsfähig, um die Aufgabenstellung im Sinne der Dissertation zu bearbeiten. Abbildung 21 stellt ihre Vor- und Nachteile gegenüber und ordnet ihre Eignung für die Problem- und Fragestellung dieser Dissertation ein. Es zeigt sich eindringlich, dass ein geradliniges ausschließlich qualitatives respektive quantitatives Untersuchungsdesign die Zielsetzung dieser Arbeit nicht unterstützt. Döring und Bortz (2016, S. 73) bekunden die Eignung eines Methodenmix speziell in der Anwendungsforschung, verweisen aber kritisch auf mögliche wissenschaftspolitische Bedenken gegen ein Mixed-Method-Paradigma. Dem gegenüber stehen die Vorteile durch

die überlegte Kombination geeigneter Methoden für Schnittstellenthemen im Besonderen. Javalgi et al. (2013, S. 164) zeigen dies indem sie Untersuchungsmethoden nach deren Eignung zur Theorieentwicklung und -prüfung beurteilen und nicht wie sonst gängig, entsprechend deren originären Forschungsparadigmen.

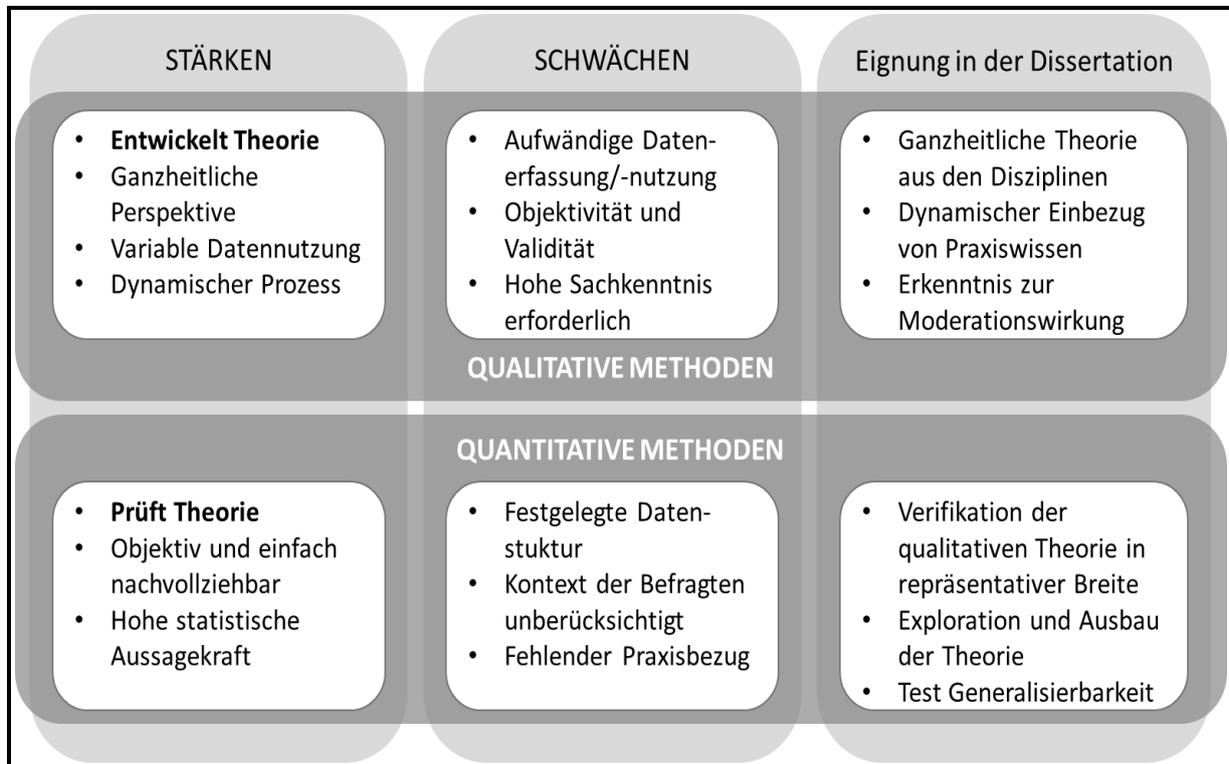


Abbildung 21: Gegenüberstellung qualitative und quantitative Methoden (Quelle: Darstellung des Autors)

Shannon-Baker (2016, S. 319) spricht in Bezug auf geeignete Paradigmen für Mixed-Method Studien von einem „paradigm war“ den es zu überwinden gilt. Sie führt aus, dass der Sinn von Mixed-Method-Studien im Verstehen von Phänomenen zu sehen ist, welche mit einem ausschließlich qualitativen oder quantitativen Ansatz nicht untersuchbar wären (Shannon-Baker 2016, S. 321). In ähnlicher Weise konstatieren Sandelowski et al. (2012, S. 320) die Auffassung, dass es letztendlich keine perfekte Ausführung einer Methode gibt. Es ist dementsprechend die Regel, innerhalb von Grenzen, Methoden anzupassen, um dem Untersuchungszweck gerecht zu werden. Dementsprechend wird auch empfohlen eine Synthese geeigneter Methoden zu verwenden, um einen auf die Forschungsfragen

ausgerichteten Ansatz zu favorisieren (Sandelowski et al. 2012, S. 328). Im Kern sind zum einen theoriebildende Methoden erforderlich, um neuartige Zusammenhänge in theoretischer Offenheit zu entdecken (Döring und Bortz 2016, S. 66). Zum anderen soll eine verlässliche Prädiktion der Zusammenhänge auf belastbaren empirischen Daten zur Verfügung stehen. Der Vorschlag von Javalgi et al. (2013, 163f) die Methoden gemäß deren Eignung für Theorieentwicklung und Theorieprüfung zu ordnen, wird durch die von Shannon-Baker und Sandelowski et al. vertretenen Positionen durch praktische Umsetzung bekräftigt. Die von Javalgi et al. (2013) verwendete Struktur bietet eine Handreichung für die weiterführende Selektion der geeigneten Methoden.

Aus diesen Überlegungen heraus wird ein gemischter Untersuchungsansatz gewählt, der gleichermaßen qualitative Methodik für die Entwicklung des theoretischen Modells und quantitative Untersuchungen zur Bestätigung bzw. Exploration einbezieht. Zur Erfassung der Daten auf operativer Seite, der Beurteilungskriterien für Investitionen und des Standes von Unternehmenshandlungen hin zu digitalisierter Produktion wird eine quantitative Untersuchung im Anschluss an eine umfassende qualitative Vorstudie durchgeführt. Die qualitative Untersuchung dient unter Anwendung der Ansätze der Grounded Theory (Charmaz 2014; Strauss und Corbin 2010) der Ermittlung relevanter Phänomene und ihrer beobachtbaren theoretischen Zusammenhänge. Die primäre Datenbasis der Grounded Theory bilden die wissenschaftlichen Dokumente aus den unterschiedlichen Disziplinen (vgl. Abschnitt 2.1.3). Um die Daten aus den primären Dokumenten vollständig herauszuarbeiten, werden die Arbeitsschritte der offenen und axialen Kodierung nach Strauss und Corbin (2010) und Charmaz (2014) so lange durchgeführt und wiederholt, bis eine solide gesättigte Datenbasis zur Verfügung steht. Erst nachdem eine ausreichende theoretische Sättigung aus den Dokumenten erreicht ist, wird die Datenbasis durch ergänzende Experteninterviews zusätzlich angereichert. Diese komplementären Daten dienen dazu, den kontinuierlichen Praxisbezug zu gewährleisten und abzugleichen. Die zusätzliche Anreicherung der primären Datenbasis liefert Mehrwert im Abgleich, inwieweit die primären Daten theoretisch und thematisch die Praxisbelange abbilden. Experten für die Interviews sind dabei

Geschäftsführer, technische und kaufmännische Abteilungsleiter sowie Stabsfunktionen, die mit der Erstellung und Umsetzung von Strategien zur Digitalisierung betraut sind.

Die sich an die Festlegung des theoretischen Modells anschließenden quantitativen Befragungen fokussieren Unternehmen der Nahrungsmittelindustrie und assoziierte Industrien (vgl. Abschnitt 1.3). Durch die Berücksichtigung einer Teilstichprobe von anderen Industrien wird die Möglichkeit geschaffen, möglichst generalisierbare Ergebnisse zu testen und abzuleiten. Dieses zusätzliche Sample besteht aus Firmen aus produzierenden Industrien mit Ausnahme der Zielindustrien, z.B. Automobilzulieferer, Maschinenbau und Elektrotechnik. Der quantitativen Auswertung liegen multivariate Analysemethoden inklusive des Strukturgleichungsansatzes (vgl. Backhaus et al. 2016; Töpfer 2012, S. 267ff; Döring und Bortz 2016, S. 946ff) zugrunde. Die Untersuchungen prüfen die durch die qualitative Vorstudie ermittelte Grounded Theory. Im Ergebnis werden die gewonnenen Erkenntnisse der Untersuchungen trianguliert, mit den Forschungsfragen abgeglichen und diskutiert.

Die qualitative Methode durchläuft verschiedene Stufen. Auf Basis der recherchierten Literatur werden zuerst Phänomene nach den methodischen Regeln der Grounded Theory identifiziert und festgelegt. Die folgende axiale Kodierung bringt die Phänomene durch einen iterativen Prozess in Beziehung, bis eine ausreichende theoretische Sättigung erreicht ist. In der anschließenden Stufe werden in persönlichen semistrukturierten Experteninterviews ergänzende Daten aus der Praxis zur Validierung und Verdichtung der literaturbasierten Theory gewonnen. Anschließend wird die axiale Kodierung fortgeführt und angepasst. Die Festlegung der Kernkategorie in der selektiven Kodierung ist die zentrale Stufe für den Ausbau der Grounded Theorie. Für die weitere Anreicherung der Daten für diesen Schritt werden die Daten durch weitere persönliche Expertenbefragungen, die dem Ansatz des problemzentrierten Interviews folgen (Witzel 2000), angereichert. Nach dem Ausbau und der Formulierung der Zusammenhänge in der Grounded Theory können deren qualitative Bausteine für die Transformation in ein Strukturmodell für die anschließende quantitative Untersuchung genutzt werden. Abbildung 22 zeigt den gesamten methodischen Ablauf der Untersuchung.

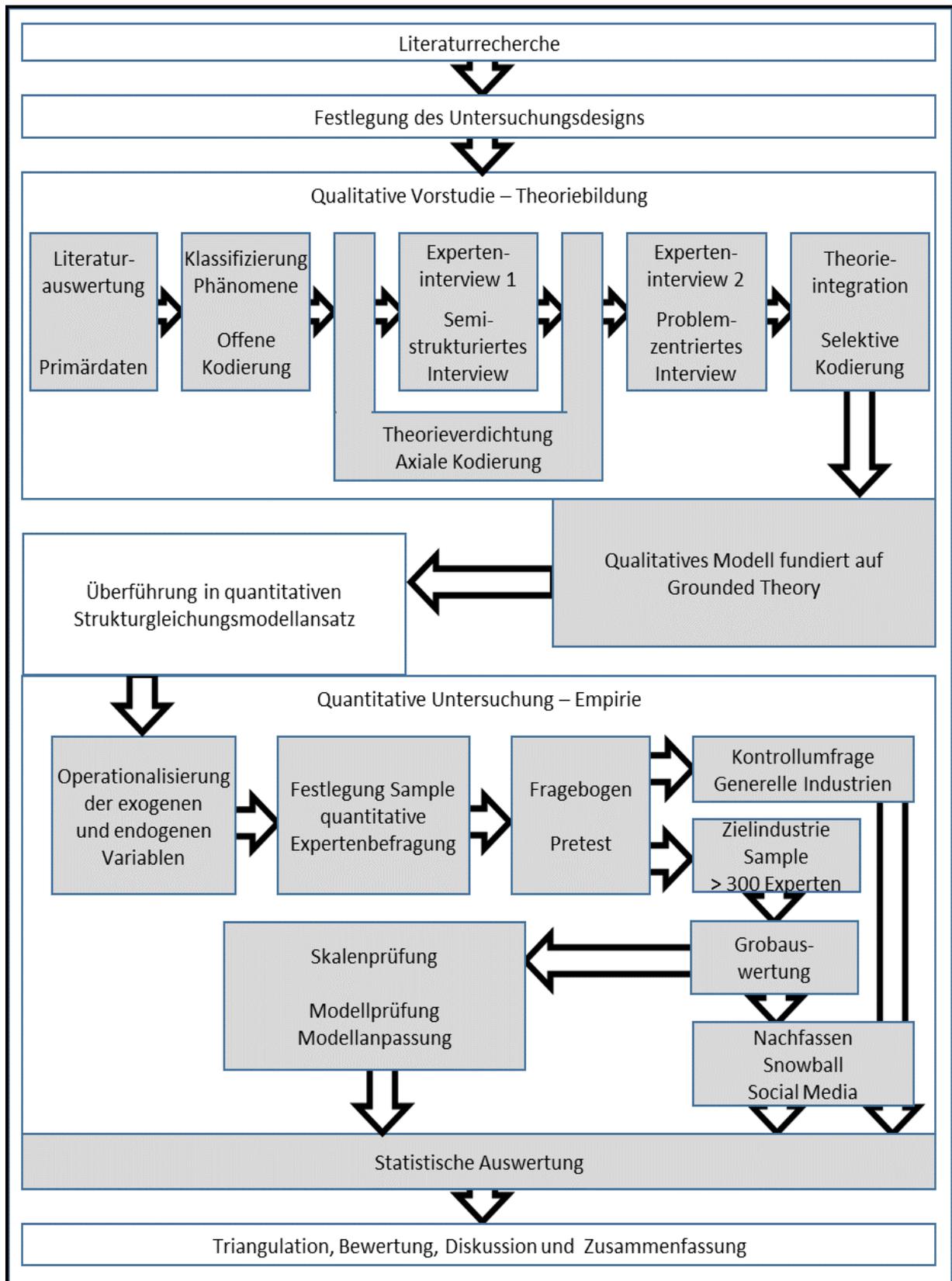


Abbildung 22: Methodischer Arbeitsablauf der Untersuchung (Quelle: Darstellung des Autors)

Aufbauend auf dem theoretischen Modell der qualitativen Vorstudie wird dieses sodann in ein quantitativ auswertbares Strukturmodell transformiert. Die darauf fußende Befragung wird parallel mit zwei Teilsamples durchgeführt. Das Sample von Experten des Zielsegments konzentriert sich auf Firmen aus der Nahrungsmittelindustrie und deren assoziierten Industrien (vgl. Abschnitt 1.3). Das Sample der Zielindustrien wurde auf Basis von Teilnehmerdaten von Veranstaltungen bei Interessenverbänden, Datenbanken wie z.B. Bisnode, Webvalid oder Kompass sowie personalisierten Kontakten aus dem Kundenstamm des Arbeitgebers des Autors generiert.

Ein Pretest durch ausgesuchte Experten und Branchenkenner ist jedem externen Untersuchungsschritt vorgelagert, um mögliche verbessernde Anpassungen der Fragebögen vorzunehmen. Die quantitative Umfrage entspricht der Zielsetzung zur Befragung von mindestens 300 Experten innerhalb der Zielindustrie, um mindestens 30 auswertbare Datensätze für eine solide empirische Auswertung zu erhalten. Die Rücklaufquote, ursprünglich mit einer Zielgröße von 10 % angesetzt, basiert auf den Ergebnissen von Halder (2016, S. 166–171), die in ihrer Dissertation Familienunternehmen, hauptsächlich KMU, der Metall- und Elektroindustrie, untersuchte und eine Rücklaufquote von 10,73 % erzielte. Halder führt aus, dass dieser Wert in von ihr betrachteten Studien mit vergleichbarem Untersuchungskontext ähnlich ausfiel. Eine Studie der Universität St. Gallen zur Unternehmensnachfolge bei KMU lieferte eine Rücklaufquote von 10,4 % (Halder et al., S. 7) und die Studie von Leyh und Bley, die KMU im Raum Dresden zur Digitalisierung befragte, erreichte eine Rücklaufquote von 10,5 % (Leyh und Bley 2016, S. 32).

Die Verfügbarkeit von personalisierten Kontakten von Experten war anfänglich das begrenzende Element für die geplanten 300 Experten. Im Zuge der Durchführung der Befragung werden deshalb zusätzlich Maßnahmen ergriffen, um eine Rücklaufquote über dem von Halder erzielten Niveau zu realisieren. Dazu zählen die persönliche Ansprache der Experten per Telefon, persönliche Schreiben per klassischer Briefpost sowie die Aktivierung der Interessengruppen in sozialen Netzwerken wie LinkedIn und Xing und Interessenverbänden. Es wird auch das „Snowball Sampling“ (Bryman und Bell 2011, S. 192) genutzt,

indem den befragten Experten explizit die Möglichkeit eingeräumt wird den Fragebogen an weitere Experten innerhalb ihrer Firma und ihres beruflichen Netzwerkes weiterzugeben.

Die Ergebnisse der qualitativen und quantitativen Untersuchung werden durch Triangulation integriert und die Erkenntnisse im Gesamten diskutiert.

5.3. Mixed-Method-Untersuchungsansatz

Das Untersuchungsdesign der Dissertation verfolgt einen Mixed-Method-Ansatz aus qualitativen und quantitativen Methoden. Dieser Ansatz wurde primär aufgrund der Problemstellung der Disziplinen gewählt, da die Forschungslücke sich aus der Theorie unterschiedlicher, nicht kompatibler wissenschaftlicher Disziplinen bildet.

Bryman und Bell (2011, S. 630) setzen sich mit der Debatte der Vereinbarkeit von qualitativen und quantitativen Methoden auseinander, zum einen aus Sicht der Epistemologie und zum anderen aus Sicht der Techniker. Es wird dargelegt, dass eine Kombination für eine praxisorientierte Aufgabe sehr viele Vorteile bietet, unter anderem wenn es gilt eine Interpretation zwischen unterschiedlichen Aspekten für die qualitative Untersuchung zu finden (vgl. Bryman und Bell 2011, S. 639). In Anlehnung an Döring und Bortz (2016, S. 184) wird die Anwendung der qualitativen Untersuchung als Vorstudie genutzt, um ein ausreichend dichtes und selektives Modell für die nachfolgende quantitative Untersuchung zu erreichen.

Auf einen bestehenden belastbaren Theorieansatz, der die Forschungsbereiche der Investition in Produktionsinfrastruktur, Digitalisierung und Geschäftsmodelle umfasst, kann durch die Aktualität des Themas nicht zurückgegriffen werden. Es muss eine Methode gewählt werden, welche diese unterschiedlichen Quellen zusammenführt und theoretisch verdichten kann. Kempster und Parry untersuchten, wie Forschung im Bereich des Leadership nahe an der Realität erreicht werden kann. Perspektivisch stellen Kempster und Parry die Frage was sinnstiftend ist, um prozessuale und soziologische Zusammenhänge im Bereich des Leadership zu untersuchen (Kempster und Parry 2011, S. 106).

„Also, grounded theory is a very suitable methodology for exploring and seeking to explain processual and social relationships such as leadership. In particular, grounded theory is relevant for the exploration of leadership processes within particular distinct or unique contexts“ (Kempster und Parry 2011, S. 117).

Die Primärdaten für den Aufbau einer fundierten Theorie gehen aus den in Kapitel 4 ermittelten Literaturquellen hervor, die mit einer geeigneten Methode zusammengeführt werden können. Die fehlende Komptabilität der Forschungsdisziplinen erfordert eine Methode, die diese Daten variabel integrieren kann.

„Grounded theories of documents can address form as well as content, audiences as well as authors, and production of the text as well as presentation of it“ (Charmaz 2014, S. 45).

Das Untersuchungsdesign folgt diesem Ansatz und greift hier auf das Paradigma der Grounded Theory (GT) von Strauss und Corbin (2010) zurück. Die GT wird angewendet, um das theoretische Modell bzw. dessen Bausteine primär auf Grundlage der Daten aus der Literatur zu erarbeiten. Neben Charmaz (2014, S. 45ff) wird die Analyse von Dokumenten als Quelle für Rich Data auch von Strauss und Corbin (2010, S. 54) empfohlen. Diesem Ansatz folgend werden eingangs die durch Literaturrecherche ermittelten Quellen systematisch nach den wissenschaftlichen Gebieten Industrie 4.0, Initiativen der Digitalisierung, Datenstrukturen und Standardisierung, Wertermittlung industrieller Produktion und Daten und Geschäftsmodelle (vgl. Kapitel 4) strukturiert und sodann dem interaktiven Prozess des offenen Kodierens (Strauss und Corbin 2010, S. 44–55) unterzogen.

Wesentliches Kriterium für die Entscheidung den nächsten Arbeitsschritt einzuleiten, ist die Beurteilung, ob eine ausreichende Sättigung der Daten erreicht wurde. Saunders et al. (2018, S. 1897) bewerten die Frage nach der Sättigung aus zwei relevanten Perspektiven, der theoretischen sowie der thematischen Sättigung. Weiter geben Saunders et al. zu bedenken, dass die Beurteilung der Sättigung als Prozess angesehen werden soll und nicht als einmaliges Event.

„The question will then be ‘how much saturation is enough?’, rather than ‘has saturation occurred?’ This is a less straightforward question, but one that much better highlights the fact that this can only be a matter of the analyst’s decision — saturation is an ongoing, cumulative judgment that one makes, and perhaps never completes, rather than something that can be pinpointed at a specific juncture” (Saunders et al. 2018, S. 1901).

Nach der Feststellung ausreichender theoretischer Sättigung der offenen Kodierung werden im weiteren Verlauf der Untersuchung axiale Kodierläufe bis zu einer thematischen Sättigung durchgeführt. Dieser Stand der GT wird für einen Abgleich mit praktischem Expertenwissen aus zwei Wellen von ergänzenden qualitativen Interviews (vgl. Gläser und Laudel 2010, S. 41; Witzel 2000) genutzt. Die Ergebnisse der ersten semistrukturierten Interviews werden für die Verifizierung und Verbesserung der axialen Kodierung verwendet. Die folgenden problemzentrierten Interviews bauen auf den Ergebnissen der überarbeiteten thematisch gesättigten axialen Kodierung auf und nutzen die bis dahin entwickelte Theorie, um die Zusammenhänge für das anschließende selektive Kodieren tiefgreifend mit der Praxis zu verifizieren und in das finale theoretische Modell zu überführen.

Der quantitative Teil fußt auf dem qualitativen Theoriemodell als Ergebnis der paradigmatischen Vorgehensweise der GT. Die Bausteine des qualitativen Modells werden dabei in ein quantitativ auswertbares Strukturmodell transformiert, welches im Kontext der identifizierten Forschungslücke von Al-Debei und Avison eine Verbindung zwischen Strategie und operativen Prozessen realisieren soll (vgl. Abschnitt 3.2). Die Bedingungen der GT werden dann im Anschluss in Variablen des Strukturmodells überführt und die Skalen für die quantitative Untersuchung operationalisiert. Die Auswertung und die Beurteilung der empirischen Daten werden mit multivariaten Auswertungsmethoden (Backhaus et al. 2015) durchgeführt.

Durch Triangulation (vgl. Aldiabat und Le Navenec 2018, S. 249; Wu 2012, S. 181) werden die Ergebnisse der GT und der Auswertung der quantitativen Untersuchung integriert, validiert und diskutiert. Die kritische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen im Hinblick auf die Forschungsfragen und die Erfahrungen mit dem Mixed-Method-Ansatz, schließt diese relativ aufwändige Methode am Ende der Dissertation ab.

Um die im Anschluss dokumentierten Untersuchungsschritte transparent und vollständig nachvollziehen zu können, sind zusammenfassend die wesentlichen Elemente des Mixed-Method-Designs aufgeführt.

- Qualitative Vorstudie zur Theoriebildung und anschließende Transformation in ein quantitativ verwertbares Modell.
- Quantitative Auswertung zur Überprüfung und weiteren Exploration.
- Die Theorie wird durch die Anwendung der Grounded-Theory-Methode gebildet.
- Daten aus Dokumenten der identifizierten Wissenschaftsdisziplinen bilden die primäre Datenquelle für die offene und axiale Kodierung und deren Sättigung.
- Praxiswissen wird über zusätzliche Daten aus zwei Wellen von Interviews eingebracht.
- Die Folgeschritte der Grounded Theory finden nach der jeweiligen Feststellung der theoretischen bzw. thematischen Sättigung statt.
- Die quantitative Untersuchung nutzt die Ergebnisse der Grounded Theory als Grundlage für das Strukturmodell und die anschließende Umfrage und Auswertung.
- Die Ergebnisse aus dem qualitativen und dem quantitativen Teil werden durch Triangulation integriert und validiert, um den gesamten Erkenntnisgewinn der Dissertation zu verbinden.

6. Qualitative Untersuchung

Dieses Kapitel beschreibt den Prozess und die Untersuchungen für die qualitative Vorstudie. Im Folgenden werden die Methode, das detaillierte Vorgehen zur Festlegung der GT und die daraus gewonnenen Erkenntnisse dargestellt.

Der qualitative Teil der Untersuchung dient der Bildung belastbarer Modellbausteine für die anschließenden quantitativen Untersuchungen durch Verdichtung und Ordnung von Information im Kontext der digitalisierten Produktion. Basierend auf dem in Kapitel 4 ermittelten Stand der Forschung werden recherchierte wissenschaftliche Quellen aus unterschiedlichen Forschungsdisziplinen herangezogen. Diese Quellen unterscheiden sich stark in Struktur und Zielsetzung resultierend aus unterschiedlichen Wissenschaftstermini, daher können diese Quellen nicht direkt zu einem Modell im Sinne der Fragestellung verbunden werden. Laut Al-Debei und Avison (2010, S. 370) kann die Lücke zwischen Unternehmensstrategie und operativen Prozessen durch Konstrukte eines Geschäftsmodells verbunden werden. Die hierauf aufbauende Forschungslücke erfordert es, die unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen wissenschaftlich gesichert zu verbinden. Es ist erforderlich, die neuartigen Fragestellungen im Kontext digitaler Produktion mit aktuellen Erkenntnissen aus technologischer Sicht und Interviews mit Branchenexperten anzureichern und zu verdichten.

Der Ansatz der Grounded Theory (Charmaz 2014; Strauss und Corbin 2010; Döring und Bortz 2016, S. 545) ermöglicht es, verfügbare Datenquellen, die sowohl aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Bereichen als auch in unterschiedlichen Formen vorliegen, in ein belastbares Modell zu überführen, indem die aus den Quellen abgeleiteten Phänomene gemäß den Methoden der GT durch die Anwendung paradigmatischer Kodierung verdichtet werden. Durch die stark diverse Ausrichtung der Literatur ist es geboten, spezifisches Expertenwissen als komplementäre Quelle für praxisrelevante Information in die Theoriebildung zu integrieren. Aus diesem Grund wurden zusätzlich zur Literaturlauswertung Experteninterviews mit in das Design der Voruntersuchung aufgenommen.

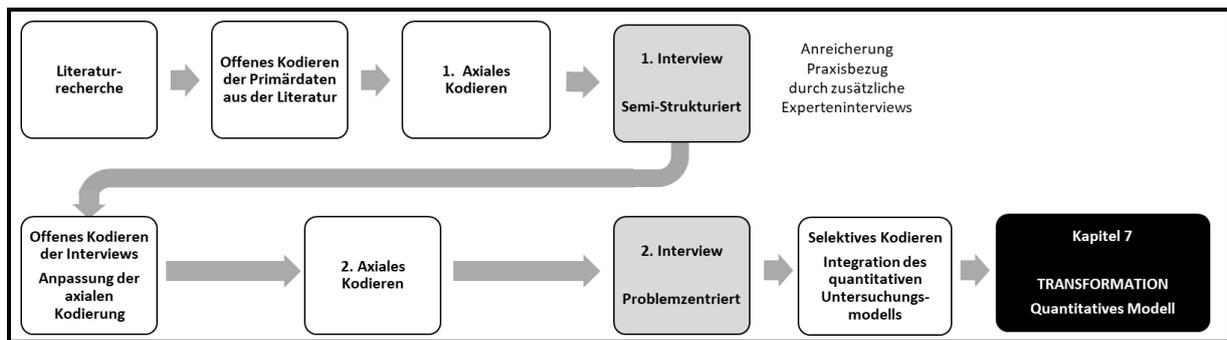


Abbildung 23: Prozess der qualitativen Theoriebildung (Quelle: Darstellung des Autors)

Abbildung 23 illustriert den Ablauf der qualitativen Voruntersuchung im Detail, ausgehend von der Literaturrecherche (vgl. Abschnitt 4.1) hin zu Experteninterviews bis zur Übergabe an den quantitativen Teil der Untersuchung in Kapitel 7.

6.1. Offenes Kodieren

Gemäß dem Ansatz der Grounded Theory (Strauss und Corbin 2010; Charmaz 2014) werden zuerst aus den Dokumenten die Phänomene mit deren Eigenschaften und Dimensionen ermittelt. Um Phänomene zu erfassen und die Information zu verdichten, werden alle 121 Dokumente der erweiterten Literaturrecherche aus Abschnitt 4.1 zuerst mit der Frage „Was spielt sich wohl hier ab?“ für das ganze Dokument durchgearbeitet. Dann wird jeder zuvor identifizierte relevante Abschnitt mit der Frage „Was ist die Hauptidee hinter diesem Satz oder Abschnitt?“ (vgl. Strauss und Corbin 2010, S. 54) betrachtet und es werden daraus beobachtete Phänomene in Kodenotizen festgehalten. Die Kodenotizen dieses Arbeitsschrittes werden laufend nummeriert und in einer Excel-Datei strukturiert. Im Zuge des Prozesses wird eine kontinuierliche sensible Reflexion der Phänomene, Konzepte und Kategorien durchgeführt und mit dem Fortschritt weiterer kodierter Dokumente angereichert und zusammengefasst.

Die kodierten Phänomene werden im Anschluss zu logischen Kategorien zusammengefasst und in einem finalen Schritt einer der generischen Forschungsdisziplinen zugeordnet. Diese Disziplinen werden als Geschäftsmodell, Business, Produktivität und Technologie festgelegt. Diese Arbeitsschritte werden kontinuierlich durchgeführt, bis aus den Quellen keine neuen

Phänomene, Konzepte oder Kategorien mehr ersichtlich sind. Es wird an diesem Punkt von einer ausreichenden theoretischen Sättigung ausgegangen (vgl. Saunders et al. 2018; Charmaz 2014, S. 213).

Im Ergebnis sind 76 Phänomene kodiert, die in zehn Kategorien zusammengefasst und vier Disziplinen zugeordnet sind. Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse und Struktur des offenen Kodierens in der Übersicht. Die vollständigen Kodiernotizen sind der besseren Übersichtlichkeit halber in Anhang II.I beigefügt.

Disziplin	Kategorie für Grounded Theory	Konzept/Phänomen
Geschäftsmodell	Ausprägung von Geschäftsmodellen (K-GM: 1)	lfd. Nr. von #1 bis #7
	Strategische Entscheidungsebenen (K-GM: 2)	lfd. Nr. von #8 bis #14
	Wirkung des Geschäftsmodells (K-GM: 3)	lfd. Nr. von #15 bis #20
Business	Kommerzieller Nutzen eines Geschäftsmodell (K-BUS: 1)	lfd. Nr. von #21 bis #26
	Investitionsbewertung (K-BUS: 2)	lfd. Nr. von #27 bis #33
	Strategie und Transformation (K-BUS: 3)	lfd. Nr. von #34 bis #42
Produktivität	Reifegrade (K-PRO: 1)	lfd. Nr. von #43 bis #49
	Lean Production (K-PRO: 2)	lfd. Nr. von #50 bis #57
Technologie	Technisch-ökonomische Verbindung (K-TEC: 1)	lfd. Nr. von #58 bis #66
	Datenintegration (K-TEC: 2)	lfd. Nr. von #67 bis #76

Tabelle 6: Ergebnis des offenen Kodierens (Quelle: Darstellung des Autors)

Zusammengefasst liefert das offene Kodieren ein breites Spektrum an Phänomenen aus den unterschiedlichsten Literaturquellen zum Forschungsthema. Die sehr intensive Auseinandersetzung mit den Quellen, über die detaillierte Literaturrecherche hinaus, erhöhte die „theoretische Sensibilität“ (Strauss und Corbin 2010, S. 25), um mit analytischer Tiefe die axiale Kodierung durchzuführen. Die Zusammenhänge und disziplinübergreifenden Effekte erschließen sich aus dieser ersten Struktur der Information noch nicht, bieten aber eine ausreichende Qualität zur weiteren Verdichtung im folgenden Abschnitt.

6.2. Axiales Kodieren

Nach Strauss und Corbin (2010, S. 75–93) dient das axiale Kodieren dem Erkennen und Herstellen der Verbindungen zwischen den beobachteten Phänomenen. Es wird dabei untersucht, inwieweit ein Phänomen auf anderen ursächlich basiert. Die Fragestellung, welche Voraussetzung erfüllt sein muss, damit man das beobachtete Phänomen im Kontext logisch erklären kann, liegt der Suche nach den ursächlichen Bedingungen zugrunde. In diesem Abschnitt wird die Vorgehensweise beschrieben, wie Phänomene der offenen Kodierung in einen logischen, axialen Zusammenhang gebracht werden.

Bedingungen die auf das Phänomen Einfluss haben, obwohl diese nicht ursächlich für die Erklärung notwendig sind, werden von Straus und Corbin als „intervenierende Bedingungen“ (2010, S. 75) bezeichnet. Diese intervenierenden Bedingungen geben Aufschluss, wie stark die Vernetzung des Phänomens ist, und können durch Analyse der Häufung eine Indikation für die Relevanz eines Phänomens über die ursächlichen Bedingungen hinaus geben. Die axiale Kodierung zielt darauf ab, Zusammenhänge entlang einer Linie, einer Achse, von Bedingungen zu ermitteln. Diese Methode ist sehr zielführend, um ein Verständnis zu erlangen, wie Phänomene unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen interagieren. Gemäß der Empfehlung von Charmaz (2014, S. 140) wurde im Kontext der Fragestellung das Phänomen als Startpunkt bestimmt, welches mit den Konzepten der identifizierten Forschungslücke am nächsten übereinstimmt. Beginnend mit dem Modell von Al-Debei und Avison (vgl. Abbildung 7) liegt die zu untersuchende Lücke zwischen Unternehmensstrategie und operativen Prozessen. Diese Lücke wird als erster gedanklicher Startpunkt gewählt. Das erweiterte Modell aus Abschnitt 3.2 (vgl. Abbildung 9) zeigt die Investitionsbewertung als Kern des Untersuchungsinteresses auf Seiten der Strategie. Somit kann hier vom Startpunkt der quantitativen Untersuchung ausgegangen werden. Das Phänomen mit der laufenden Nummer 27 „Wesen von Investitionsüberlegungen“, welches der Kategorie „Investitionsbewertung“ zugeordnet ist (siehe Anhang II.I), deckt sich mit diesen Vorüberlegungen und erfüllt somit das Kriterium der größten Nähe zur Forschungslücke. Das Phänomen 27 wurde auf Basis dieser Überlegungen für den ersten axialen Kodierlauf ausgewählt. Die

Herangehensweise des ersten Kodierlaufes wird nachfolgend im Detail beschrieben. Die weiteren 17 Läufe werden nicht weiter detailliert erläutert. Die Dokumentation der Kodierläufe sind zur besseren Übersichtlichkeit vollständig in Anhang II.II beigefügt.

Die axiale Kodierung des Phänomens mit der laufenden Nummer 27 „Wesen von Investitionsüberlegungen“ wird in der Form durchgeführt, dass die in den Notizen zur offenen Kodierung (vgl. Abschnitt 6.2 und Anhang II.I) referenzierten Literaturquellen von Zennaro et al. (2018) und Chesbrough (2010) erneut gesichtet und mit den Konzepten bzw. Phänomenen der offenen Kodierung abgeglichen werden. Hierzu wird die Liste der Phänomene großformatig ausgedruckt und prominent positioniert. Dabei wird mit der „Flip-Flop-Technik“ (Strauss und Corbin 2010, S. 64) gearbeitet, um die Zusammenhänge deduktiv und aus unterschiedlicher Perspektive zu untersuchen.

Abbildung 24 zeigt das Ergebnis des ersten Kodierlaufes mit den ermittelten ursächlichen Bedingungen, dem Kontext der Beobachtung und den verbundenen Handlungen und Aktionen. Die ermittelten intervenierenden Bedingungen werden für die weiteren Analysen und das selektive Kodieren vollumfänglich dokumentiert.

Aus dieser Kodiernotiz geht hervor, dass Zennaro et al. (2018), der Investitionen im Hinblick auf die Verbesserung der Anlagenverfügbarkeit analysierte, Investitionen sowohl anhand der Größe des verfügbaren Budget beurteilt als auch eine Betrachtung zur Wirksamkeit der Maßnahme anstellt. Chesbrough (2010) untersucht Investitionen im Zusammenhang damit, wie Geschäftsmodelle umgesetzt werden bzw. wie in Technologie als Kern von Innovation investiert werden muss.

Daraus ergibt sich, dass die Kodierliste der offenen Kodierung dieses Kodierlaufes vier ursächliche Bedingungen ausweist. Dies sind entsprechend den nummerierten Phänomenen aus Abschnitt 6.1 die laufenden Nummern Nr. 17 „Wirkung des Geschäftsmodells auf Profitabilität“, Nr. 24 „Kommerzielle Nutzung des Geschäftsmodells – Nutzenschöpfen (Value creation)“, Nr. 64 „Monetisierung von Daten“ und Nr. 58 „Kosten/Investitionen des digitalen Unternehmens“.

In den Überlegungen zur Kodierung der Nr. 27 werden anschließend intervenierende Bedingungen ermittelt, welche die Ausprägung des Wesens von Investitionen beeinflussen, jedoch nicht als ursächlich beurteilt werden. Dies sind Einflüsse des spezifischen Wettbewerbes und der Branchensituation, Nr. 30 „Spezifische Situation abhängig von der Branche“, Nr. 39 „Wettbewerbssituation“ und Nr. 29 „Situation von KMU gegenüber Großunternehmen“. Auch die Ausprägung von Fähigkeiten erweist sich als intervenierend im Kodierlauf von Nr. 27. So werden Nr. 31 „Erkenntnisgrad für Möglichkeiten der Investition in Digitalisierung“ und Nr. 48 „Kompetenzen der Organisation und Mitarbeiter“ mit in die Kodiernotiz aufgenommen.

Lfd Nummern Offene Kodierung	URSÄCHLICHE BEDINGUNG(EN)		=>	PHÄNOMEN		Lfd Nummern Offene Kodierung		
17	Name	Wirkung des Geschäftsmodelles auf Profitabilität	=>	Name	Wesen von Investitionsüberlegungen	27		
	Eigenschaft(en)	profitabel und nachhaltig						
24	Name	Kommerzielle Nutzung des Geschäftsmodelles - Nutzenschöpfen (Value creation)						
	Eigenschaft(en)	Ökosystems						
64	Name	Monetisierung von Daten		=>	Dimension(en)		Cost / Performance - Allokirtes Fix Budget - Erfassung von Einsparungen (Zeit) - Einsparung von personal	
	Eigenschaft(en)	Direkt - Glaubend - undefiniert , Repräsentanz durch OEE Verbesserung - Daten sind weiterer Produktionsfaktor, Analyalisierte Daten reduzieren Stillstand und machen Austauschzeitpunkt						
58	Name	Kosten/Investitionen des digitalen Unternehmens						
	Eigenschaft(en)	Entwicklungskosten - Infrastrukturinvestitionen - Betriebskosten - Wartung / Lizenzen , Auswirkungen des digitalen Wandels auf das Unternehmen						
KONTEXT								
Investition (für digitale Infrastruktur im Sinne der Abgrenzung) muss auf nachvollziehbare Elemente fundiert werden können.								
Die Phänomene aus der offenen Kodierung die diese Fundierung leisten sind die Wirkung des Geschäftsmodelles in Höhe und Auswirkung.								
Die Struktur der Nutzenschöpfung zur als quantifizierbares Element für die Finanzbewertung								
Die Mechanismen um Datenwerte zu monetisieren - in Informationen / Wissen / Profitabilität und Geldwert abzubilden								
Handlungen / Aktionen								
Die Einbeziehung der Bedingungen macht die Investition fundiert - Nutzen wird zum Subjekt der Analyse und Investiton in Digitale Infrastruktur wird quantifizierbar(er) und mit Struktur darlegbar.								
Abgrenzung und Annahmen die sich durch die intervenierenden Bedingungen ergeben führen zu spieziefischen Ausprägungen .								
INTERVENIERENDE BEDINGUNG(EN)								
30	Spezifische Situation abhängig von der Branche							
31	Erkenntnisgrad für Möglichkeiten der Investition in Digitalisierung							
39	Wettbewerbssituation							
48	Kompetenzen der Organisation und Mitarbeiter							
29	Situation von KMU gegenüber Großunternehmen							

Abbildung 24: Kodiernotiz für das kodierte Phänomen Nr. 27 „Wesen von Investitionsüberlegungen“
(Quelle: Darstellung des Autors)

Der erste Kodierlauf bestimmt durch die identifizierten ursächlichen Bedingungen die folgenden Kodierläufe zwei bis fünf. Diese Kodierläufe werden in der Vorgehensweise wie der beschriebene primäre Kodierlauf durchgeführt.

Die ersten fünf Kodierläufe zeigen ein breites Spektrum an ursächlichen und intervenierenden Bedingungen, es mangelt aber an einer ausreichenden Häufung für die

Festlegung der fortführenden Kodierung. Daher wird in Anlehnung an Charmaz (2014, S. 140) eine sekundäre Auswahl aus den in den Kodierläufen zwei bis fünf ermittelten ursächlichen Bedingungen getroffen, welche die operative Seite des erweiterten Modells (vgl. Abbildung 9) repräsentiert. Es werden Nr. 14 „Verankerung der digitalen Kultur und Organisation“ und Nr. 36 „Prozess des digitalen Wandels“ für die anschließenden Kodierläufe festgelegt und entsprechend der zuvor beschriebenen Methodik des offenen Kodierens analysiert.

Mit Abschluss des siebten Kodierlaufes erweist sich, dass Bedingungen mehrfach in Kodierungen vorkommen. Zur strukturierten Weiterführung der axialen Kodierung wird diese Häufung als Kriterium zur weiteren Festlegung der Kodierläufe herangezogen. Die kodierten Bedingungen werden in einer Excel-Tabelle erfasst und sortiert, um ihre Häufung zu analysieren. Mit dieser Form der Bedingungsanalyse ist ein Instrument geschaffen, um die Häufung der Bedingungen im kontinuierlichen Verlauf der Kodierung zu analysieren. Dazu werden die Nummern der kodierten Phänomene zu den ermittelten ursächlichen und intervenierenden Bedingungen sowie insgesamt in einer Excel-Tabelle eingetragen, wie in Abbildung 25 auszugsweise dargestellt. In der ersten Analyse werden alle doppelt vorkommenden ursächlichen Bedingungen sowie doppelte Bedingungen in der Gesamtheit mit mindestens einer ursächlichen Bedingung für die Selektion der Phänomene für die anschließenden Kodierläufe ausgewählt.

Ursächlich		Intervenierend		GESAMT			Ursächlich		Intervenierend		GESAMT	
Bezug	Ursprung	Bezug	Ursprung	Bezug	Ursprung		Bezug	Ursprung	Bezug	Ursprung	Bezug	Ursprung
17	27	30	27	17	27							
24	27	31	27	24	27							
64	27	39	27	64	27							
58	27	48	27	58	27							
16	17	13	17	30	27	Nach Bezug	22	17	25	14	21	64
22	17	20	17	31	27	'=>	22	58	26	17	22	17
46	17	26	17	39	27	Sortieren	23	24	28	14	22	58
19	24	47	17	48	27		24	27	28	36	23	24
23	24	62	17	19	24		25	36	29	27	24	27
32	24	15	24	23	24		32	24	30	27	25	36
							32	58	31	27	25	14

Abbildung 25: Auszug der Bedingungsanalyse der axialen Kodierläufe in Excel
(Quelle: Darstellung des Autors)

Um die Qualität der Selektion zu verbessern und die Information weiter zu verdichten, werden in den folgenden vier Analysen die Kriterien jeweils verschärft, wie in Tabelle 7 dargestellt ist. Der Übersichtlichkeit halber sind die Kodiernotizen und die Bedingungsanalysen nicht detailliert im Hauptteil der Dissertation enthalten, sondern werden im Ergebnis zusammengefasst dargestellt. Die vollständigen Notizen und Analysetabellen sind in den Anhängen II.II und II.IV beigefügt.

Analyse	Kodierläufe	Kriterium für Auswahl		Ermittelte folgende Kodierungen
		Ursächliche Bedingungen	Gesamtheit Bedingungen	
Erste	1-7	Mind. 2	Mind. 2 mit einer ursächlichen Bedingung	20, 22, 25, 32, 45
Zweite	1-12	Mind. 3	Mind. 3 mit zwei ursächlichen Bedingungen	38
Dritte	1-13	Mind. 3	Mind. 3 mit zwei ursächlichen Bedingungen	23, 35, 48
Vierte	1-16	Mind. 3	Mind. 4 mit zwei ursächlichen Bedingungen	19, 29
Finale (Fünfte)	1-18	Mind. 3	Mind. 4 mit zwei ursächlichen Bedingungen	6, 47 (Ausgangspunkt)

Tabelle 7: Verlauf und Kriterien der Bedingungsanalysen (Quelle: Darstellung des Autors)

Bei den Kodierläufen 17 und 18 zeigt sich, dass nun das Phänomen Nr. 27 „Wesen von Investitionsüberlegungen“, als intervenierende Bedingung in der Kodierung auftritt. Dies weist auf eine thematische Rückkopplung hin und führt zu einer Situation, dass sich bei fortführender Kodierung zwar die Dichte des Modells erhöhen würde, es aber durch die steigende Komplexität nicht mehr ausreichend spezifisch wäre (vgl. Strauss und Corbin 2010, S. 88). Das Vorliegen von rückkoppelnden Bedingungen wird als Indikator gewertet, dass der axiale Kodierprozess weitreichend theoretisch gesättigt ist (vgl. Charmaz 2014, S. 214; Saunders et al. 2018). Der Vorgang des axialen Kodierens wird somit mit einer finalen Bedingungsanalyse abgeschlossen, die eine weitere Häufung bei zwei Phänomenen

ausweist. Diese Phänomene Nr. 6 „Digitale Durchdringung“ und Nr. 47 „Reifegradprinzipien für Unternehmensressourcen“ werden als Ausgangspunkt für die logischen Achsen der anschließenden angepassten Kodierung festgelegt. Diese beiden Phänomene bilden somit die sachlogischen Ausgangspunkte für die Struktur der ersten Experteninterviews im nächsten Arbeitsschritt. Die gesamten Zusammenhänge der achtzehn axialen Kodierungsläufe werden mit Pfeilen visualisiert und sind in Abbildung 26 dargestellt. Eine vergrößerte Darstellung der Zusammenhänge ist in Anhang II.III beigefügt.

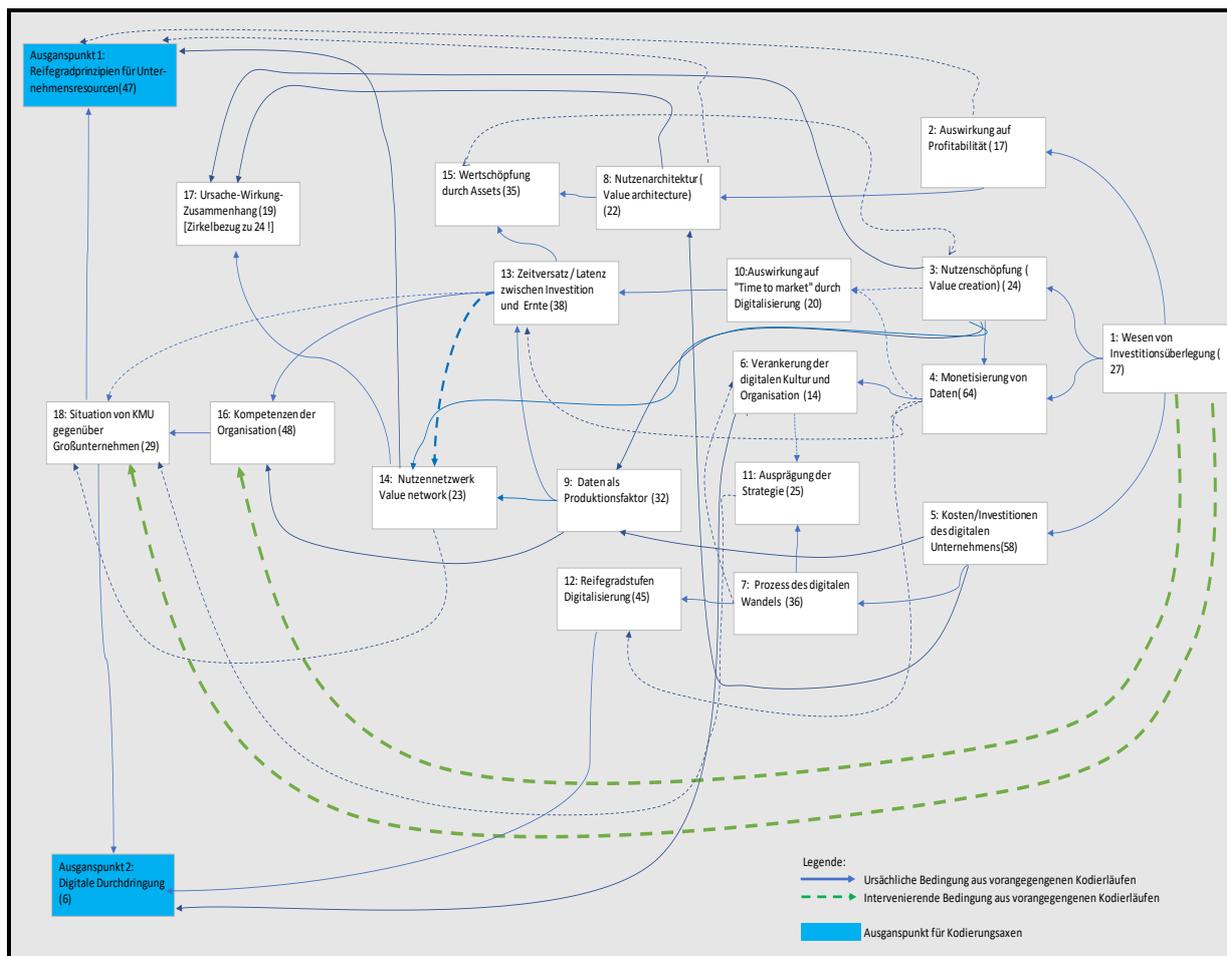


Abbildung 26: Visualisierung der Zusammenhänge der axialen Kodierungsläufe (Quelle: Darstellung des Autors)

Mit Hilfe der visualisierten Verbindungen der kodierten Phänomene wird eine Analyse der Zusammenhangspfade, nachfolgend Pfadanalyse genannt, durchgeführt. Sie zeigt auf, über welche Verbindungspfade die identifizierten Ausgangsphenomene mit dem primären

Phänomen Nr. 27 verbunden sind. Abbildung 27 stellt die visualisierten Pfade übersichtlich dar. Eine vergrößerte Darstellung der Abbildung ist in Anhang II.IV verfügbar.

Dieses Pfaddiagramm visualisiert die wesentlichen Zusammenhänge und den spezifischen Erkenntniszuwachs durch die fortschreitende axiale Kodierung. Die axiale Kodierung auf Basis der primären Daten aus der Literatur ist thematisch gesättigt. Folglich wird im nächsten Schritt durch Anreicherung der Daten aus Experteninterviews der Praxisbezug sichergestellt und mit den bisherigen Ergebnissen abgeglichen.

Für die Festlegung des Interviewleitfadens für die ersten semistrukturierten Experteninterviews werden basierend auf diesen Ergebnissen Fragen zu den Phänomenen Nr. 6, Nr. 14, Nr. 23, Nr. 24, Nr. 29, Nr. 32, Nr. 36, Nr. 45, Nr. 48, Nr. 58 und Nr. 64 erstellt.

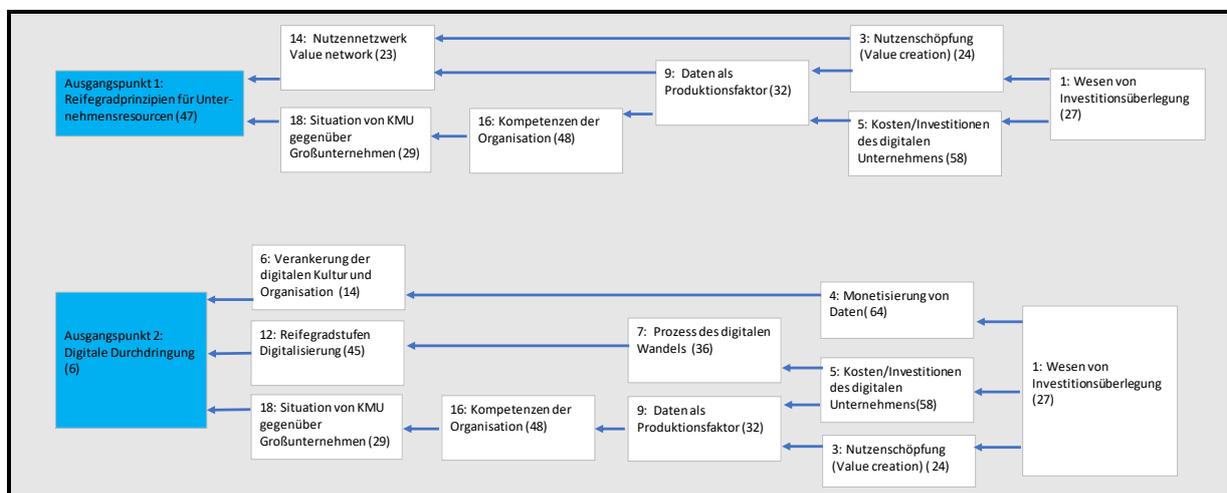


Abbildung 27: Pfadanalyse der Zusammenhänge zwischen Ausgangspunkt 1 und 2 und Phänomen Nr. 27 (Quelle: Darstellung des Autors)

Zusammenfassend zeigt der strukturierte Prozess des ersten axialen Kodierens, wie Dichte und der spezifische Zusammenhang der offen kodierten Phänomene erreicht werden. Das Ergebnis der Pfadanalyse identifiziert elf relevante Phänomene, die in direkter axialer Verbindung zum primären Phänomen Nr. 27 stehen. Nr. 27 repräsentiert die Verbindung zum Subjekt Investitionsbewertung der Forschungslücke (siehe Abschnitt 3.2). Im folgenden Schritt werden diese Erkenntnisse in einen Interviewleitfaden eingearbeitet.

6.3. Erste Welle qualitativer Interviews – semistrukturiertes Interview

Die Ergebnisse des axialen Kodierens (siehe Abbildung 27) haben klare logische Achsen für die weitere Verdichtung der Theorie im Sinne der Forschungsfragen geliefert. Diese Zusammenhänge gehen ausschließlich auf die Literaturrecherche (siehe Abschnitt 4.1) und die daraus gewonnenen Kenntnisse der offen kodierten Phänomene zurück. Die Aktualität des Themas erfordert es, neue Erkenntnisse aus der Praxis mit einzubeziehen, um die Situation in den Unternehmen der Zielindustrie ausreichend zu berücksichtigen. Dieses Ziel wird durch die Anreicherung der verfügbaren Informationen aus der Literatur durch Interviews mit Experten der Zielindustrie erreicht. Für einen Zugewinn an Erkenntnis ist es erforderlich, den Befragten Möglichkeiten zur Erklärung und Preisgabe ihres „Praxis- und Handlungswissen[s]“ (Döring und Bortz 2016, S. 375) einzuräumen. Dies schließt eine standardisierte Befragung aus (vgl. Gläser und Laudel 2010, S. 41). Döring und Bortz (2016, S. 376) sowie Bryman und Bell (2011, S. 467) beschreiben die möglichen Ansätze für qualitative Interviews in Form von unstrukturierten bzw. semistrukturierten Interviews. Unstrukturierte Interviews dienen dazu, Fragestellungen durch einen Impuls zu erkunden. Damit liefert diese Methode in frühen Voruntersuchungen Ideen und hilft bei der Konkretisierung von Themen (vgl. Döring und Bortz 2016, S. 369).

Für die Verdichtung der bisherigen Erkenntnisse durch das spezifische Expertenwissen der Befragten ist ein semistrukturiertes Leitfadeninterview geeignet (vgl. Döring und Bortz 2016, S. 372). Semistrukturierte Interviews folgen einem gut operationalisierten Interviewleitfaden, der sich an einer gezielten Fragestellung ausrichtet, denn „[o]hne eine Untersuchungsfrage geriete man sofort in Schwierigkeiten“ (Gläser und Laudel 2010, S. 63). Die Untersuchungsfrage muss sich an den zu Interviewenden ausrichten und in der Form von den Forschungsfragen abgeleitet werden, dass der Interviewte durch eine „Übersetzung“ (Gläser und Laudel 2010, S. 113) in der Lage ist, die Fragestellung zu erfassen und die folgenden Fragen im Kontext richtig zu beantworten.

6.3.1. Auswahl und Akquisition der Experten

Die Untersuchung fokussiert die spezifische Situation der Industrie für Nahrungsmittel und assoziierte Produkte des täglichen Bedarfs. In diesen Industrien kann der Nachholbedarf an Innovation in digitaler Produktionsinfrastruktur als höher angenommen werden als in anderen Industrien (vgl. Kinkel et al. 2016, S. 68), zugleich sind diese Hersteller sehr nahe am Verbraucher und werden durch die Veränderungen der Gesellschaft durch digitalisierte Technologien direkt tangiert.

Kandidaten bei Nahrungsmittelherstellern, die sich mit Digitalisierung, Technologie bzw. Innovation beschäftigen, sind schwer zu identifizieren. Dieses Problem wurde dahingehend gelöst, dass der Autor in seiner beruflichen Tätigkeit schon seit Beginn des Dissertationsvorhabens Kontakte zu Spezialisten bei Kunden des Arbeitgebers aufbaute und pflegte. Um für die möglichen Befragungen Personen mit großer Glaubwürdigkeit (vgl. Mayring 2008, S. 143) und Fachwissen mit „relevanten Informationen“ (Gläser und Laudel 2010, S. 117) zu gewinnen, wurde die Auswahl auf Personen mit Leitungsfunktion und langjähriger Industrieerfahrung eingegrenzt. Diese Kontakte wurden für die Durchführung der Experteninterviews während der Jahre 2018/19 aktiviert. Dazu wurden die in Frage kommenden Kandidaten erfasst und es wurde die Eignung gemäß dem persönlichen Eindruck bei den beruflichen Kontakten bewertet. Gläser und Laudel (2010, S. 217) empfehlen zu beurteilen, wer am ehesten in der Lage ist, „präzise Informationen zu geben“. Hierzu wurden die Kandidaten nach ihrer Kompetenz in Technologie, Digitalisierung und Innovation eingeschätzt und in einem Ranking gegenübergestellt. Diese Auswahl ergab vierzehn geeignete Kandidaten (Tabelle 8), welche in Abfolge des ermittelten Rankings kontaktiert wurden. Aufgrund der hohen theoretischen Sättigung aus der Literatur wurden zuerst zwei Interviews geplant und geführt. Bei fehlender theoretischer Sättigung nach diesen war vorgesehen ergänzend weitere Interviews durchzuführen. Wie die anschließenden Auswertungen zeigen, decken sich die Ergebnisse mit der Theorie aus den Literaturdaten, daher wurde die Anzahl der semistrukturierten Interviews nicht erweitert, weil dies keinen zusätzlichen Mehrwert erbracht hätte.

Für die erste Welle gelang es, die Kandidaten Nr. 1 aus der Getränkeindustrie und Nr. 3 aus der Süßwarenindustrie für das Interview zu gewinnen. Diese Interviews wurden im Dezember 2018 persönlich vor Ort durchgeführt.

Kandidat Nummer	Produkt	Betriebliche Position	Kompetenz				Gesamt-Ranking	Kriterium	Auswahl	Ranking
			Technologie	Digitalisierung	Innovation					
Nr. 1	Getränke	Führungskraft	3 Spezialist	3 Spezialist	3 Spezialist	3	12			
Nr. 2	Backwaren	Führungskraft	3 Spezialist	3 Spezialist	3 Kompetent	2	11	Betriebliche Position	Führungskraft	3
Nr. 3	Süßwaren	Führungskraft	3 Kompetent	3 Kompetent	2 Spezialist	3	11		Stabsstelle	2
Nr. 4	Getränke	Führungskraft	3 Kompetent	2 Kompetent	2 Spezialist	3	10		Mitarbeiter	1
Nr. 5	Abfüllmaschinen	Führungskraft	3 Spezialist	3 Kompetent	2 Kompetent	2	10			
Nr. 6	Abfüllmaschinen	Führungskraft	3 Kompetent	2 Kompetent	2 Spezialist	3	10	Technologische Kompetenz	Spezialist	3
Nr. 7	Molkereiprodukte	Führungskraft	3 Kompetent	2 Kompetent	2 Spezialist	3	10		Kompetent	2
Nr. 8	Fleischprodukte	Führungskraft	3 Spezialist	3 Kompetent	2 Kompetent	2	10		Gering	1
Nr. 9	Teigwaren	Führungskraft	3 Kompetent	2 Kompetent	2 Spezialist	3	10	Digitalisierungs-kompetenz	Spezialist	3
Nr. 10	Verpackungsmaschinen	Stabsstelle	2 Spezialist	3 Kompetent	2 Kompetent	2	9		Kompetent	2
Nr. 11	Getränke	Führungskraft	3 Kompetent	2 Kompetent	2 Kompetent	2	9		Gering	1
Nr. 12	Hygieneartikel	Führungskraft	3 Kompetent	2 Kompetent	2 Kompetent	2	9	Innovation	Spezialist	3
Nr. 13	Schokolade	Führungskraft	3 Kompetent	2 Kompetent	2 Kompetent	2	9		Kompetent	2
Nr. 14	Molkereiprodukte	Führungskraft	3 Kompetent	2 Kompetent	2 Gering	1	8		Gering	1

Tabelle 8: Kandidatenliste für qualitative Interviews durch die Einschätzung der Kompetenz (Quelle: Darstellung des Autors)

6.3.2. Festlegung der Untersuchungsfrage

Die Zielsetzung der Interviews an dieser Stelle ist es, die Erkenntnisse aus Abschnitt 6.2 zu verdichten und mit dem Praxiswissen der Experten abzugleichen. Der Wissensstand von ExpertInnen unterscheidet sich von dem des Interviewenden in vielerlei Hinsicht. Die wissenschaftliche Fragestellung sowie die identifizierten Phänomene und Zusammenhänge sind für die Befragten vermutlich sehr abstrakt. Es ist davon auszugehen, dass direkt aus den Zwischenergebnissen der Dissertation genutzte Formulierungen nicht ausreichend verstanden werden. Gläser und Laudel (2010, S. 111) sehen das Experteninterview als Kommunikationsprozess, der eine spontane Operationalisierung im Zusammenhang mit dem Interviewverlauf erfordert. Wichtig hierbei sind eine auf die Realität der Befragten ausgerichtete Untersuchungsfrage und ein entsprechender Leitfaden.

„Ein typischer Fehler in qualitativen Interviews besteht darin, die Notwendigkeit von Übersetzungen zu ignorieren und die Forschungsfrage an das ‚Untersuchungsobjekt‘, das heißt den Interviewpartner, weiterzureichen“ (Gläser und Laudel 2010, S. 113).

Es gilt demnach eine Untersuchungsfrage zu formulieren, die zum einen das Forschungsziel reflektiert, zum anderen die Brücke zur praktischen Realität bildet. Für diese Operationalisierung wurde eine Gegenüberstellung von Forschungsfragen (vgl. Tabelle 5), den Ergebnissen der axialen Kodierung (vgl. Abbildung 26) und den Schlagworten aus der betrieblichen Praxis durchgeführt, um darin Schlüsselworte zu markieren (Abbildung 28). Als Folgeschritt wird in Anlehnung an den Prozess der axialen Kodierung die Gegenüberstellung der Schlüsselworte aus den Forschungsfragen zu den Phänomenen vorgenommen.

Forschungsfrage 1 Inwiefern beeinflusst die Verwendung von internen Konstrukten aus Geschäftsmodellen die Investitionsentscheidung zur digitalen Datenintegration ?	Phänomene aus der Pfadanalyse der axialen Kodierung 14: Nutzernetzwerk Value network (23) 18: Situation von KMU gegenüber Großunternehmen	3: Nutzenschöpfung (Value creation) (24)	1: Wesen von Investitionsüberlegung (27)
Forschungsfrage 2 Wie kann Digitalisierung , in Abhängigkeit von ihrem Informationsbeitrag für die Wertschöpfung in der horizontal integrierten Wertschöpfungskette, ein monetärer Wert zugeordnet werden?	Ausgangspunkt 2: Digitale Durchdringung (6)	9: Daten als Produktionsfaktor (32)	5: Kosten/Investitionen des digitalen Unternehmens (58) 4: Monetisierung von Daten (64)
Forschungsfrage 3 Welche Auswirkung hat die Anwendung von spezifischen industriellen Standards in der Automatisierung auf die Investitionsbereitschaft für vertikale Integration ?	Ausgangspunkt 1: Reifegradprinzipien für Unternehmensressourcen (47)	6: Verankerung der digitalen Kultur und Organisation (14) 12: Reifegradstufen Digitalisierung (45)	7: Prozess des digitalen Wandels (36) 16: Kompetenzen der Organisation (48)
Schlagworte aus der Praxis (Quelle : Tagesgeschäft des Autors)			
Kontinuierliche Verbesserung der Produktivität	Vermeidung von unerwarteten Ausfällen	Losgröße 1 Flexible Produktion	
Einfache Bedienung und Engineering (fehlende Arbeitskräfte)	Rechtliche Anforderung an Rückverfolgbarkeit (Traceability)	Digitale Transformation bewältigen	

Abbildung 28: Gegenüberstellung von Forschungsfragen, Phänomenen und Schlagworten aus der Praxis (Quelle: Darstellung des Autors)

Im Anschluss wird auf Basis der Phänomene eine Zuordnung zu den Schlüsselworten der Praxis hergestellt. Tabelle 9 zeigt die Gegenüberstellung, die als Richtlinie für die Formulierung der Untersuchungsfrage dient.

Keyworte der Forschungsfragen	Repräsentiert in Phänomen Nr.	Praxisrelevanz Keyword
Geschäftsmodell	14, 23	Verbesserung der Produktivität, flexible Produktion
Investition	27, 58	Verbesserung der Produktivität, Bedienung und Engineering
Digitale Datenintegration	6, 14, 36, 45, 48	Digitale Transformation
Daten	9, 58, 64,	Rückverfolgbarkeit, digitale Transformation
Wertschöpfung	18, 58, 24	Flexible Produktion, Unerwartete Ausfälle, Verbesserung der Produktivität
Monetärer Wert	32, 58, 64	Verbesserung der Produktivität
Standards	12, 16	Rückverfolgbarkeit
Vertikale Integration	32, 47, 48	Digitale Transformation

Tabelle 9 : Gegenüberstellung Schlüsselworte aus Forschungsfragen, Phänomene und Praxis (Quelle: Darstellung des Autors)

Folgende Untersuchungsfrage für die semistrukturierten Experteninterviews ergibt sich daraus:

Wie wirken sich Ihre Anstrengungen zur digitalen Transformation auf Ihre Investitionsentscheidungen aus? Haben oder erwarten Sie merkliche Verbesserungen in der Gesamtproduktivität, Flexibilität und bei der effizienteren Nutzung von Personalressourcen?

6.3.3. Leitfadenerstellung

Der Leitfaden wird so gestaltet, dass er die Befragten effizient und in vertretbarer Zeit durch die Fragestellungen führt. Es ist wichtig, die Fragestellung mit Bezug auf die ermittelten Phänomene aus Abschnitt 6.2 und in der Sprache der Praxis zu formulieren. Gläser und Laudel (2010, S. 146ff) fordern, dass ein guter Leitfaden sachlich gruppiert sein muss. Döring und Bortz (2016, S. 403ff) und Halder (2016, S. 268) bieten einige Beispiele von unterschiedlichen Herangehensweisen an Fragebögen für verschiedene Aufgabenstellungen, um die Struktur des Interviewleitfadens wie folgt zu definieren.

1) Einleitungsblatt

Der befragten Person werden die Zielsetzung und der Kontext der Befragung erklärt. Die Untersuchungsfrage wird kommuniziert. Es werden der Ablauf und der Umfang der Befragung mitgeteilt sowie wichtige Informationen zur Anonymisierung, Aufzeichnung und Veröffentlichung gegeben.

2) Block 1 : Demografische Angaben zur Person und Organisation

3) Block 2: Offene Fragen zum Themengebiet digitale Durchdringung

4) Block 3: Offene Fragen zum Themenblock Reifegradprinzipien

5) Block 4: Feedback und weiterführende Fragen des Befragten

Die Gesamtdauer der Befragung sollte 45 Minuten nicht überschreiten, daher werden die Blöcke mit einem Zeitbudget versehen und es wird daraus die Anzahl der möglichen Fragen abgeleitet. Block 1 enthält neun demografische Fragen, die sehr schnell beantwortet werden

können. Zudem sind zwei offene Fragen zur organisatorischen Verortung der Position und der individuellen Zielsetzung für die Anwendung der Digitalisierung enthalten, die jeweils zwischen ein und zwei Minuten Zeit beanspruchen können. Die Blöcke 2 und 3 repräsentieren den Kern der Befragung und sollten in einem Zeitrahmen von je zehn bis maximal fünfzehn Minuten vollständig zu beantworten sein.

Die Fragen sind als relativ komplex zu bewerten, daher sind Rückfragen zu erwarten. Es muss davon ausgegangen werden, dass im Durchschnitt zwei bis drei Minuten zum Stellen und Beantworten der Fragen benötigt werden. Aus diesem Grund wird die Anzahl der Fragen auf fünf pro Block begrenzt. Der vierte Block eröffnet dem Befragten die Möglichkeit, Feedback zu geben und seinerseits Fragen zu stellen. Üblicherweise reichen fünf Minuten für den Abschluss und auch die abschließende Danksagung aus.

6.3.4. Operationalisierung des Interviewleitfadens

Gläser und Laudel (2010, S. 142) beschreiben die Aufgabe der Operationalisierung eines Leitfadens damit, „die Leitfragen in Interviewfragen zu übersetzen, die an den Alltag des Interviewpartners anschließen“. Die in Abschnitt 6.3.2 erarbeitete Untersuchungsfrage spannt die Brücke zwischen Forschungsfragen und den Schlagworten aus der Praxis der Befragten. Das Ergebnis von axialer Kodierung und anschließender Pfadanalyse (vgl. Abbildung 27) zeigt ein Modell mit zwei Anfangspunkten und der Verbindung zum Ausgangsphänomen der Kodierung, dem „Wesen der Investitionsüberlegungen“ Nr. 27, auf. Beide Ausgangspunkte, die „Digitale Durchdringung“ Nr. 6, und „Reifegradprinzipien für Unternehmensressourcen“, Nr. 47, bilden deshalb die Rahmen für die beiden fachlichen Fragenblöcke.

Zur Operationalisierung werden zunächst die Phänomene aus der Pfadanalyse gelistet und als roter Faden ausgehend von der Untersuchungsfrage in einer Sequenz ausgerichtet, die den Befragten logisch erscheinen sollte. Die Schlagworte werden so lange geordnet, bis ein logischer roter Faden im Fragebogen ersichtlich ist. Die Verbindungen zu den relevanten Phänomenen sind in Tabelle 10 zusammengestellt.

Der finale Leitfaden ist der Übersichtlichkeit halber in Anhang III beigefügt. Er zeigt den logischen roten Faden, mit dem die befragte Person durch das Interview geführt wird. Der Prozess des Erkenntnisgewinns wird mit Frage 1.11 begonnen, indem die befragte Person um eine Preisgabe ihrer Position und Selbsteinschätzung zum Thema Digitalisierung gebeten wird. Dies ist ein wesentliches Element, um im Interview die nachfolgenden fachlichen Blöcke abzarbeiten und gegebenenfalls spontan mit zusätzlicher Hintergrundinformation anzureichern.

Leitfaden Position	Praxisbezogenes Schlagwort	Relevantes Phänomen aus Pfadanalyse (Abbildung 27)												
		#27	#6	#47	#14	#23	#29	#45	#48	#32	#36	#24	#58	#64
Untersuchungsfrage	Investition, Verbesserung	X												
Block 2	Digitale Durchdringung		X											
2.1	Prozess									X				
2.2	Organisationsgröße						X							
2.3	Daten zu Geld													X
2.4	Kosten / Investition	(X)											X	
2.5	Digitale Kultur		(X)		X									
Block 3	Reifegrade			X										
3.1	Geschäftsmodelle											X		
3.2	Nutzennetzwerk / Nutzenschöpfung					X						X		
3.3	Nutzen durch Daten					X				X				
3.4	Digitaler Reifegrad			(X)				X						
3.5	Kompetenzen								X					

Tabelle 10: Zuordnung Leitfaden zu kodierten Phänomenen (Quelle: Darstellung des Autors)

Die Blöcke zwei und drei werden jeweils durch eine kurze Einleitung an den Rahmen der folgenden Fragen herangeführt. Die Fragen werden offen gestellt, lediglich der Kontext wird vorgegeben. Block zwei widmet sich den Fragen zur digitalen Durchdringung. Die Phänomene für die digitale Durchdringung stehen darin als eigenständige Elemente. Es wird erwartet, dass für jede Einzelfrage eine eigenständige Antwort möglich ist, deshalb werden die Einzelthemen sequenziell abgefragt. Fragenblock drei hingegen zielt auf die Erkenntnis ab, welchen Stellenwert Reifegrade und Geschäftsmodelle im Unternehmen haben.

Aus diesem Grund bauen die Fragen logisch aufeinander auf. Die erste Frage im Block öffnet das Thema der Geschäftsmodelle und überprüft, wie weit dies schon in der praktischen Anwendung vorgedrungen ist. Frage 3.2 greift die beiden Nutzenkonstrukte „Nutzenetzwerk“ und „Nutzenschöpfung“ auf und prüft, inwieweit diese bekannt sind. Je nach Antwort wird entweder die Art der Anwendung oder die Assoziation abgefragt. Frage 3.3 greift das Konzept des Nutzennetzwerkes auf und prüft die Einschätzung des Beitrags von Daten in diesem Zusammenhang. Es wird erwartet, dass die Fragen 3.1 bis 3.3 von den Interviewten nicht vollumfänglich beantwortet werden können, jedoch wird die Sensibilität für das Thema Geschäftsmodelle und deren Elemente erhöht. Die Fragen 3.4 und 3.5 greifen diese Sensibilität auf und bitten den Interviewten um eine Einschätzung des Reifegrades seiner eigenen Organisation und der benötigten Kompetenzen für den digitalen Wandel.

6.3.5. Pretest

Vor der Durchführung des Interviews mit externen Industrieexperten wurde ein Pretest mit einem Mitarbeiter aus dem Unternehmen des Autors durchgeführt. Der interviewte Kandidat verfügte zum Zeitpunkt des Testinterviews über 21 Jahre Industrieerfahrung, davon 18 Jahre in der Automatisierungstechnik, und war zum Zeitpunkt des Interviews seit 8 Jahren mit der Betreuung von Kunden aus der Nahrungsmittel- und Pharmaindustrie betraut. Der Testkandidat ist Ingenieur mit Universitätsabschluss und kann als Experte im Sinne der Zielgruppe angesehen werden. Im Pretest wurde der Kandidat gebeten sich von der Sicht seiner Vertriebsposition zu lösen und sich in die Lage eines seiner Kunden zu versetzen. Er wurde gebeten, das Interview möglichst im Zuge dieser Rolle durchzuführen. Es wurden keine Hintergründe der bisherigen Untersuchungen der Dissertation kommuniziert, lediglich der Kontext der Digitalisierung und Investitionsbewertung sowie die Untersuchungsfrage waren bekannt.

Mit diesem Ansatz wurde eine Bedingung geschaffen, die einem realen Interview mit einem Industrieexperten nahekommt. Das Interview lief sehr flüssig und sachlogisch ab. Die Erklärungen wurden gut verstanden und die Antworten erfolgten mit Bezug zur Fragestellung.

Bei Frage 2.5, die sich auf den Einfluss der digitalen Kultur bezieht, gab es einen Bruch, da der Begriff der digitalen Kultur nicht klar genug formuliert war. Im Interview wurde deshalb die Definition verbal erklärt. Danach konnte der Interviewte die Frage beantworten.

Der Fragebogen wurde danach dahingehend erweitert, dass eine Definition des Begriffes „digitale Kultur“ gegeben wird, bevor die Frage gestellt wird.

Bei Frage 3.2 wird zuerst in einer geschlossenen Frage geklärt, ob die Konzepte der Nutzenschöpfung und des Nutzennetzwerkes bekannt sind. Es hat sich gezeigt, dass der Befragte etwas Bedenkzeit braucht, bevor er die offene Anschlussfrage zu der Bedeutung bzw. Interpretation gestellt bekommt. Diesem Umstand wurde in der finalen Ausführung des Leitfadens Rechnung getragen.

Der Pretest wurde in 30 Minuten abgeschlossen, daher kann davon ausgegangen werden, dass die definierten Zeitbudgets ausreichend bemessen sind. Nach dem Interview wurde eine Reflexion der Praxisrelevanz mit dem Kandidaten durchgeführt, die er als sehr schlüssig und logisch bezeichnete. Im Anschluss wurde ein Einblick in die bisherige Erkenntnis der Untersuchung gegeben und geprüft, ob das Interview aus Sicht des Kandidaten mit der Fragestellung der Dissertation konvergiert. Auch diese Einschätzung wurde von dem Kandidaten bestätigt.

Zusammenfassend hat der Pretest geprüft, dass der Leitfaden in Aufbau und Ergebnis dem definierten Ziel genügt. Die identifizierten Brüche und Klärungen wurden in den finalen Leitfaden eingearbeitet, der in Anhang III.I beigefügt ist.

6.3.6. Durchführung

Im November 2018 wurden die Kandidaten in der Reihenfolge des Rankings (Tabelle 8) kontaktiert, um ihre Bereitschaft zur Teilnahme am Interview zu klären. Kandidat Nr. 1 erklärte sich sofort bereit und es wurde ein Termin am 5. Dezember 2018 vereinbart. Kandidat Nr. 2 war sich nicht sicher, ob der Rahmen für übliche Auskünfte des Unternehmens zu weit ginge, und lehnte daher die Teilnahme ab. Kandidat Nr. 3 beschäftigte sich schon recht lange mit Digitalisierung im Unternehmen und war sehr interessiert mitzuwirken, entsprechend wurde ein Termin für den 20. Dezember 2018 vereinbart.

Beide Interviews fanden wie vereinbart im Dezember 2018 statt und folgten dem geplanten Ablauf. Nach Begrüßung und Dank wurde das Informationsblatt übergeben und erläutert. Der Interviewpartner wurde über die Aufnahme und die Transkription des Interviews aufgeklärt. Vor dem Interview wurden keinerlei Informationen zum Stand der Dissertation und der Forschungsfrage geteilt. Die Aufzeichnung wurde sicherheitshalber mit zwei redundanten Aufnahmegeräten durchgeführt, die nach Einwilligung des Interviewpartners gestartet und nach Beendigung der letzten Frage gestoppt wurden. Während der Aufzeichnung wurden weder Firmennamen noch personenbezogene Informationen, die über den Fragenblock 1 hinausgehen, angesprochen oder genannt. Nach dem Interview wurde ein Projektabriss in Form einer kurzen PowerPoint-Präsentation geteilt und es wurden die im Interview aufgekommenen Aspekte im Kontext der Gegebenheiten der Unternehmen diskutiert.

6.3.7. Auswertung und Ergebnisse

Die Auswertung der beiden Interviews folgt konsistent dem Ansatz des offenen Kodierens der Grounded Theory (Strauss und Corbin 2010, S. 43–55). Dazu werden die Audioaufzeichnungen transkribiert und mehrfach durchgearbeitet. Die Transkriptionen beider Interviews sind im Anhang III.II und III.III komplett beigefügt. Im ersten Durchlauf werden die relevanten Schlüsselworte und Aussagen neutral bewertet und markiert.

Der zweite Durchlauf dient dem Erfassen und Notieren von Schlüsselworten und der Formulierung von Phänomenen für die Kodierung. Im dritten Durchlauf werden die Notizen des Interviews herangezogen und mit den schon kodierten Schlüsselworten abgeglichen.

Im letzten Durchlauf wird die Liste der bereits kodierten Phänomene (vgl. Tabelle 6) zum Abgleich herangezogen und die Phänomene werden gemäß der Übereinstimmung mit den laufenden Nummern kodiert. Die Notizen sind zur besseren Übersicht im Anhang III.IV beigelegt.

In der Auswertung werden die Angaben zu Firma und Person in Tabelle 11 zusammengefasst. Die Angaben zur Person und Organisation zeigen, dass beide Firmen als größere Unternehmen der Nahrungsmittelbranche einzuordnen sind. Beide Ansprechpartner zeichnen sich durch langjährige Berufs- und Branchenerfahrung aus und lassen damit eine ausreichende Qualität der Informationen erwarten.

Beide Interviewpartner sind schon seit Beginn der Digitalisierungsinitiative mit Industrie 4.0 und darüber hinaus länger mit Automatisierung befasst. Die Gesprächspartner verfügen über einen technischen Hochschulabschluss, womit auch die fundierte Einschätzung der technologischen Aspekte gewährleistet ist.

Frage Nr.	Kontext	Antwort Interview 1	Antwort Interview 2
1.1	Beschäftigtenzahl	8500 Beschäftigte	6000 Beschäftigte
1.2	Alter	47 Jahre	56 Jahre
1.3	Betriebszugehörigkeit	14 Jahre	26 Jahre
1.4	Jahre in aktueller Position	12 Jahre	13 Jahre
1.5	Branchenerfahrung	15 Jahre	26 Jahre
1.6	Gesamte Berufserfahrung	24 Jahre	31 Jahre
1.7	Beschäftigung mit Digitalisierung/Ind. 4.0	6 Jahre	20 Jahre (Digitalisierung) 7 Jahre (Industrie 4.0)
1.8	Ausbildung	Technisch und kaufmännisch	Technisch
1.9	Höchster Abschluss	Universität	Fachhochschule
1.10	Organisatorische Aufstellung der Stelle	Stabstelle mit fachlicher Zuordnung von Mitarbeitern	Linienfunktion mit 20 untergeordneten Mitarbeitern
1.11	Attribute zu Digitalisierung	- Mittel zum Zweck - Prozesse optimieren - Neue Mittel und Wege identifizieren	- Am Ball bleiben - Verstehen - Notwendiges umsetzen

Tabelle 11: Antworten der Befragten aus Interview 1 und 2 zu Fragenblock 1 (Quelle: Darstellung des Autors)

In Interview 1 zeigt sich eine sehr strategische Orientierung des Experten, was sich durch die in Frage 1.11 artikulierten Attribute widerspiegelt. Interview 2 ist sachlich und pragmatisch geprägt und orientiert sich an machbaren Lösungen und begreifbarem Nutzen der Maßnahmen für Digitalisierung. Diese komplementären Denkweisen ergänzen sich in der Auswertung und führen zu gut verwertbaren Schlüsselwörtern und Möglichkeiten in der weiteren Kodierung von Phänomenen. Die bereits definierten 76 Phänomene bieten eine vollkommene theoretische Deckung, sodass keine neuen Phänomene kodiert werden müssen. Diese Erkenntnis lässt den Schluss zu, dass keine Notwendigkeit weiterer Interviews besteht, wie in Abschnitt 6.3.1 in Betracht gezogen. Es kann argumentiert werden, dass weitere semistrukturierte Interviews durchaus weitere Phänomene aufzeigen können, da bei einer konventionellen methodischen Sichtweise zwei Interviews als zu gering in ihrer Aussagekraft gewertet werden (Charmaz 2014, S. 214). Die Experteninterviews sind in diesem Untersuchungsdesign dazu gedacht, die aus der Literatur kodierten Phänomene ergänzend mit der Praxis abzugleichen. Daher stellt sich die von Aldiabat und Le Navenec (2018, S. 248) beschriebene „understand it all“-Erkenntnis des Forschers früher ein, da die Daten nicht primär aus Interviews gewonnen werden müssen. Unter Einbezug des detaillierten Prozesses der Theoriebildung (vgl. Abbildung 23) wird ersichtlich, dass sich auch die theoretische und thematische Sättigung im Fortlauf der qualitativen Untersuchung weiter entwickeln wird. Eventuell nicht entdeckte Phänomene oder Verzerrungen werden durch einen kontinuierlichen Abgleich, bis zu einer finalen Validierung der Gesamtergebnisse in Abschnitt 9.5, in Betracht gezogen und die Erkenntnisse entsprechend im weiteren Verlauf angepasst. Für diesen Untersuchungsschritt kann daher von einer weithin ausreichenden theoretischen Sättigung der Daten ausgegangen werden (vgl. Saunders et al. 2018; Charmaz 2014, S. 213). Die Notizen werden den laufenden Nummern der Phänomene zugeordnet und in eine Kodiertabelle eingetragen, die den Bezug zu den Fragen des Fragebogens und den darin operationalisierten Phänomenen (vgl. Tabelle 10) herstellt. Tabelle 12 zeigt die insgesamt 65 Ergebnisse der offenen Kodierung. Die ursprünglichen Phänomene, welche die Fragestellung bestimmt haben, sind grau hinterlegt und werden in der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt, um Zirkelbezüge zu vermeiden.

Frage	Phänomen des Ausgangspunkts	Relevantes Phänomen aus Pfadanalyse	Kodierte Phänomene aus offener Kodierung der Transkription										
			Interview 1							Interview 2			
1.11	-	-	#27	#37	-	-	-	-	-	-	#13	-	-
2.1	#6	#36	#6	#11	#14	#27	#48	#58	-	-	#40	-	-
2.2	#6	#29	#29	#30	#45	#64	-	-	-	-	#29	#31	-
2.3	#6	#64	#6	#23	#32	#64	#67	#76	-	-	#66	-	-
2.4	#6	#58	#27	#36	#38	#45	#47	#48	#61	-	#13	#28	#38
2.5	#6	#14	#14	#48	#61	-	-	-	-	-	#6	#14	#44
3.1	#47	#24	#23	#32	#50	-	-	-	-	-	#13	-	-
3.2	#47	#23,#24	#16	#21	#23	#24	-	-	-	-	-	-	-
3.3	#47	#23,#32	#23	#32	#61	-	-	-	-	-	#64	-	-
3.4	#47	#45	#36	#38	#45	#47	-	-	-	-	#59	#66	#67
3.5	#47	#48	#14	#48	#63	-	-	-	-	-	#48	-	-
4.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.3	-	-	#27	#36	#58	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 12: Ergebnis der offenen Kodierung von Interview 1 und 2 (Quelle: Darstellung des Autors)

6.3.8. Anpassung der axialen Verbindungen und Ergebnisse

Dieser Abschnitt geht auf den Prozess ein, wie die Ergebnisse aus den semistrukturierten Interviews zur Vertiefung und praxisbezogenen Verdichtung der axialen Kodierung (vgl. Abschnitt 6.2) angewendet werden. Basierend auf den Erkenntnissen der Interviews 1 und 2 vom Dezember 2018 wird eine weiterführende Bedingungsanalyse aus den Kodierungen der Literaturanalyse und den neu aufgenommenen Phänomenen aus den Interviews erstellt. Es ist davon auszugehen, dass die aus den Interviews kodierten Zusammenhänge weitestgehend praxisbezogen sind und als Kriterien zur weiteren Auswertung stärker wiegen als ausschließlich aus der Literatur gewonnene Bezüge. Auf dieser Überlegung basierend werden deshalb mindestens zwei Bedingungen aus den Interviews in Kombination mit mindestens einer kodierten Bedingung aus der Literatur als Kriterium für die weiterführende Aufnahme in die Pfadanalyse festgelegt. Neben neun Phänomenen, die in dem bisherigen axialen Pfadmodell für den Interviewleitfaden berücksichtigt sind, liefert diese Analyse sechs weitere relevante Phänomene. Das Phänomen mit der Nr. 38 wurde bei der Literaturlauswertung axial kodiert, war jedoch durch die Kriterien im bisherigen Modell nicht Teil einer axialen Verbindung. Durch die Anreicherung der Erkenntnisse zeigt sich eine Verbindung, die für das erweiterte Modell relevant ist. Durch die Interviews werden zudem fünf weitere Phänomene als relevant identifiziert (Tabelle 13), um die axialen Zusammenhänge weiter zu ergänzen.

Bereits Teil des vorläufigen axialen Modells			Bereits axial kodiert nicht im direkten Pfad	Neues nicht axial kodiertes Phänomen	
#14	#23	#29	#38	#13	#16
#32	#36	#45		#21	#61
#48	#58	#64		#66	

Tabelle 13: Relevante Phänomene nach weiterführender Bedingungsanalyse
(Quelle: Darstellung des Autors)

Im folgenden Arbeitsschritt wird die Visualisierung der Zusammenhänge (vgl. Abbildung 26) dahingehend überarbeitet, dass für eine bessere Übersichtlichkeit zuerst die Darstellung der intervenierenden Verbindungen entfernt wird. Danach werden die schon in den Kodierläufen in Abschnitt 6.2 definierten ursächlichen Bedingungen für die neu identifizierten Phänomene ergänzt. Nachfolgend werden die im Interview neu kodierten Zusammenhänge wie vorab in Abbildung 29 visualisiert dargestellt, um anschließend die zusätzlichen Pfade abzuleiten. Größere Darstellungen hierzu befinden sich in Anhang III.V.

Es offenbart sich, dass die Anreicherung mit Information der Praxiserfahrung zu einem komplexeren Modell führt. In der ersten Kodierung mit ausschließlich Literaturquellen in Abschnitt 6.1 erschienen speziell die Phänomene der Risikobewertung (Nr. 61), Monetisierung von Daten (Nr. 64) und die Latenz zwischen Investition und Ernte (Nr. 38) weniger relevant. Die Interviews ergeben, dass praktisches Expertenwissen diese Phänomene qualifiziert, um in das überarbeitete Modell in diverse Pfade aufgenommen zu werden. Das den ersten Interviews zugrunde gelegte axiale Modell (vgl. Abbildung 27) weist insgesamt neun Pfade auf. Im überarbeiteten Modell ergibt sich für die Untersuchungsperspektive des ersten Ausgangspunkts, den Reifegradprinzipien für Unternehmensressourcen, eine Verdopplung der Pfade auf zehn mögliche Achsen.

Für den zweiten Ausgangspunkt, der digitalen Durchdringung, wird eine Erhöhung um drei Achsen auf insgesamt sieben mögliche Verbindungen hin zum Wesen von Investitionsüberlegungen deutlich. Unterscheidet man die Pfade in der Form, wie direkt deren Verbindung ausgeprägt ist, also wie viele Phänomene in der Achse verbunden sind, stellt man fest, dass es lediglich je eine Achse gibt, die direkt zwei Phänomene verbindet. Die Anreicherung der Daten durch die Interviews hat diese Achsen nicht beeinflusst.

Bei den Achsen mit drei bzw. vier verbindenden Phänomene ist eine klare Ausweitung der möglichen Verbindungen zu erkennen. Abbildung 30 visualisiert das überarbeitete Pfadmodell mit den neu ermittelten axialen Verbindungen.

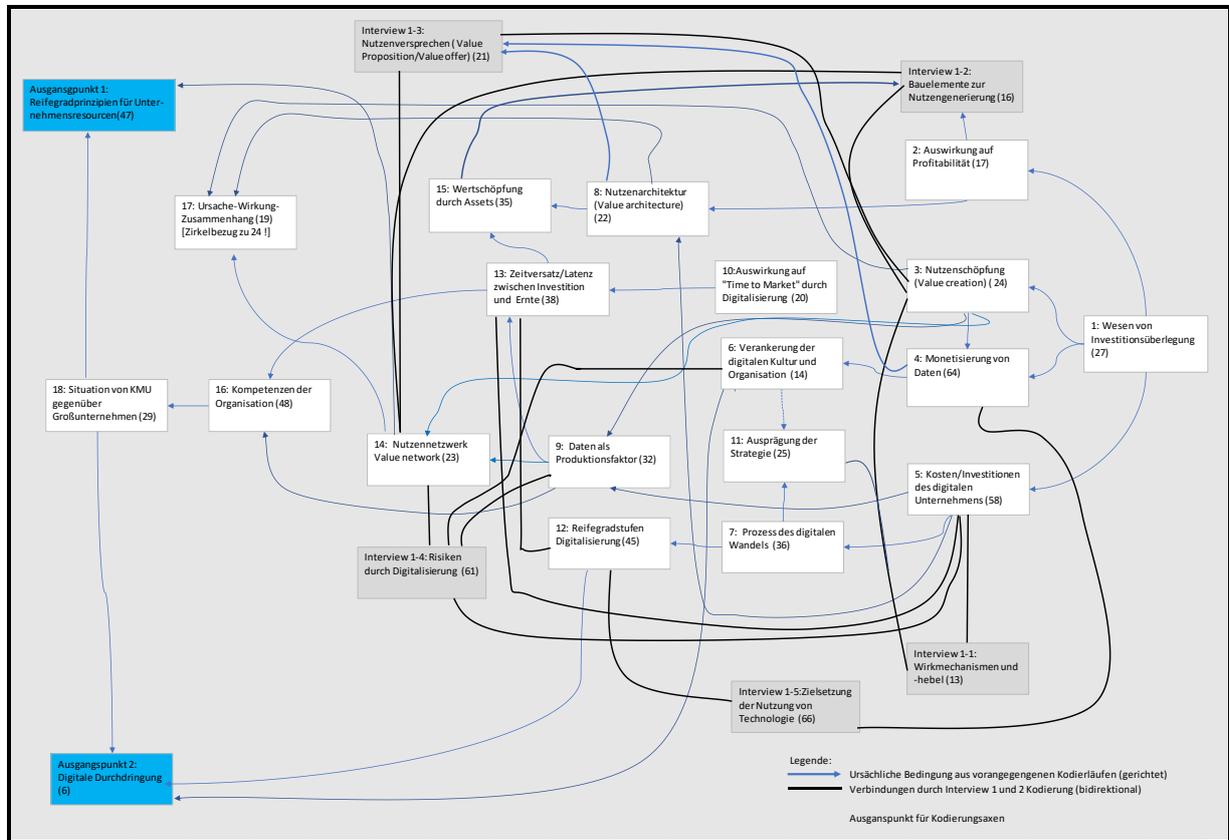


Abbildung 29: Überarbeitete Visualisierung der Zusammenhänge unter Einbeziehung von Interview 1 und 2 (Quelle: Darstellung des Autors)

In Bezug auf die eingangs formulierte Forschungsfrage 1 (Tabelle 5) erweisen sich die Konstrukte aus Geschäftsmodellen als wichtige Bedingung im Analysepfad der Reifegradprinzipien. Die laufenden Nummern Nr. 23, Nr. 21 und Nr. 22, also Nutzennetzwerk, Nutzenversprechen und Nutzenarchitektur, determinieren axiale Zusammenhänge mehrerer Aspekte der Investitionsbewertung. Dabei fällt auf, dass sich das Phänomen der Nutzenschöpfung (Nr. 24), wie schon im vorläufigen Modell, in der Achse der kürzesten axialen Verbindung im Pfad der Reifegradprinzipien hervorhebt. Ebenso ist Nr. 24 in einer Bedingungsachse für die digitale Durchdringung enthalten.

Ein erster Abgleich mit Forschungsfrage 1 offenbart schon in diesem Status der Untersuchung eine Bedeutung der Nutzenkonstrukte in den Zusammenhängen.

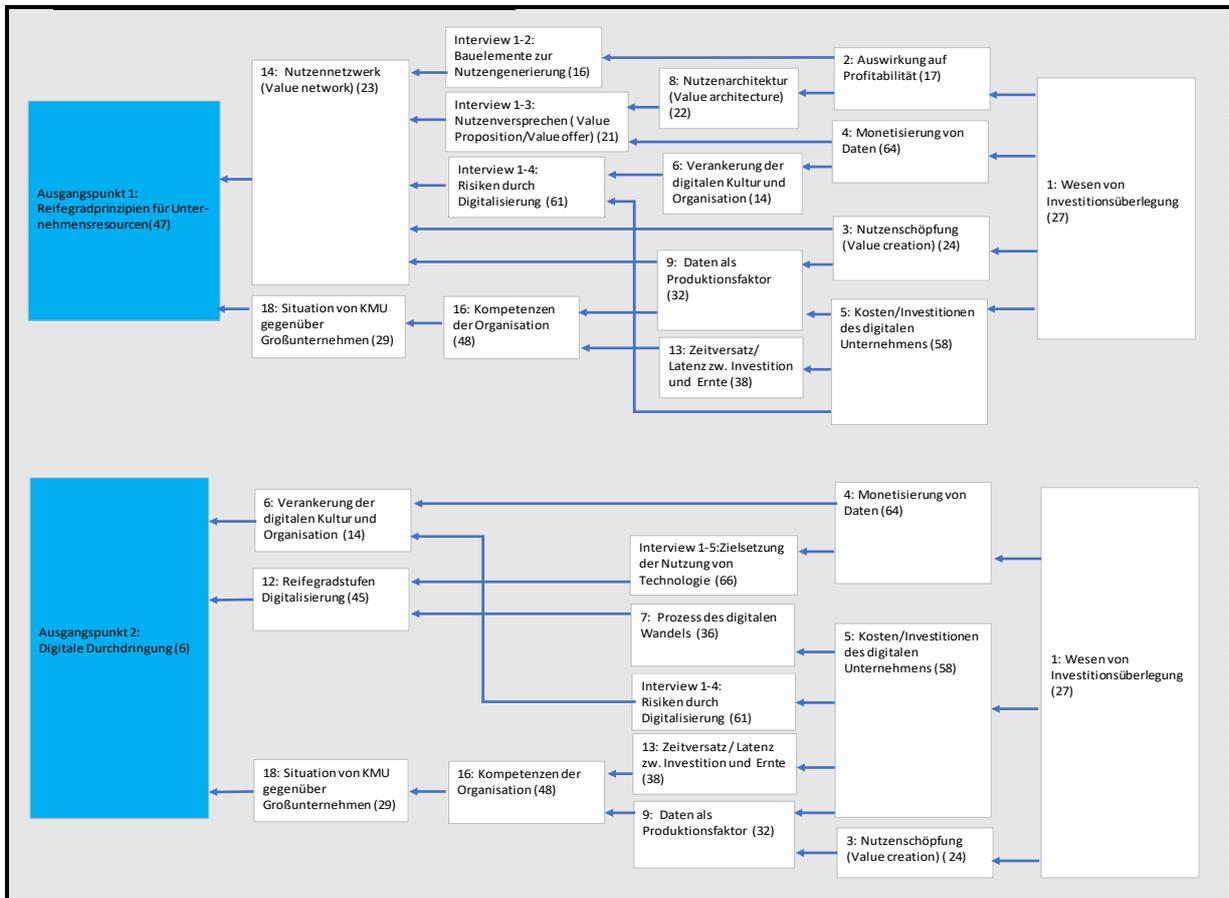


Abbildung 30: Überarbeitetes Pfadmodell unter Einbeziehung von Interview 1 und 2
(Quelle: Darstellung des Autors)

Die Relevanz für die Forschungsfrage 2, welche sich auf die Zuordnung eines Wertes für digitalisierte Daten bezieht, zeigt sich in der Form, dass das Phänomen mit der Nr. 64, die Monetisierung von Daten, multiple axiale Bedingungsbezüge in beiden Analysepfaden aufweist.

Eine Verbindung zu Forschungsfrage 3, die sich der Auswirkung von Standardisierung für vertikale Integration widmet, war im ausschließlich auf Literatur basierten Modell nicht erkennbar gewesen. Das durch die Interviews erweiterte Modell nimmt jetzt die Phänomene Nr. 16 und Nr. 66, die Bauelemente zur Nutzengenerierung und die Zielsetzung der Nutzung von Technologie, in den Pfaden auf. Diese Phänomene sind in Bezug zu Technologie und

Standardisierung zu sehen. Der Bezug wirkt in diesem Status unpräzise und ist daher im Zuge der zweiten Welle an Interviews und des anschließenden selektiven Kodierens genauer zu betrachten. Abschließend kann festgestellt werden, dass die Erkenntnisse der semistrukturierten Interviews ein detailliertes Bild der Zusammenhänge für die weitere axiale Verdichtung des Pfadmodells liefern. Die strukturierte Einbeziehung von aktuellem Praxiswissen reichert die Daten maßgeblich thematisch an und bildet die Grundlage für eine Verbesserung der GT hin zu einem soliden theoretischen Modell. Um das Modell durch die selektive Kodierung (vgl. Strauss und Corbin 2010, S. 94) paradigmatisch zu integrieren, wird im nächsten Schritt eine thematische Festigung der Erkenntnisse durch problemzentrierte Experteninterviews erfolgen.

6.4. Zweite Welle qualitativer Interviews – problemzentriertes Interview

In den vorherigen Analyseschritten wurden die Informationen aus der Fachliteratur ausgewertet und durch die erste Welle von semistrukturierten Experteninterviews angereichert, um von einem vorläufig verdichteten Modell (vgl. Abbildung 30) sprechen zu können. Die verdichteten Daten sollen im nächsten Schritt durch selektive Kodierung (Strauss und Corbin 2010, S. 94–117) zu einer logisch zusammenhängenden Theorie integriert werden. Selektives Kodieren erfordert es, thematisch den roten Faden der Kernkategorie offenzulegen, um dann die verbleibenden relevanten Kategorien zu verbinden und mit den Quelldaten zu validieren (Strauss und Corbin 2010, S. 95). Um für die Definition des roten Fadens über einen weiteren stringenten Praxisbezug verfügen zu können, wird das Ergebnis der axialen Kodierung mit Hilfe von weiteren Experteninterviews verifiziert und angereichert. Aufgrund der Erfahrungen bei den semistrukturierten Interviews sowie der sehr guten theoretischen Sättigung wurden zuerst zwei weitere Interviews geplant, welche bei fehlender thematischer Sättigung mit weiteren Interviews ergänzt werden können.

Die tiefere Erschließung von weiterem Praxis- und Handlungswissen (vgl. Abschnitt 6.3) erfordert in diesem Arbeitsschritt eine Überprüfung, ob die Methode des semistrukturierten Interviews weiterhin geeignet ist. In Abschnitt 6.3 wurden Vorarbeiten geleistet, an welche

diese Überlegungen anknüpfen. Von der Zielsetzung der ersten Interviews ist die Anforderung dahingehend zu unterscheiden, dass zur Verifizierung des Pfadmodells und der Offenlegung des thematischen roten Fadens offene Informationen von den befragten Personen zur Verfügung gestellt werden müssen.

Das semistrukturierte Interview folgt einem fest vorgegebenen Leitfaden und läuft in der Form eines Frage-Antwort-Dialogs ab. Eine offene Komponente, in welcher der Interviewte mehr von seiner Auffassung über das Thema preisgibt, bleibt durch die vorgegebene Struktur unterdrückt. Dies ist allerdings für den Erkenntnisgewinn in der selektiven Kodierung notwendig, um den Befragten die Möglichkeit zu geben, persönliche Kommentare über das Thema frei zu äußern. Ein narratives Interview (vgl. Döring und Bortz 2016, S. 369) wiederum würde die bisherigen Erkenntnisse nicht ausreichend integrieren. Die Methode des problemzentrierten Interviews (Witzel 2000) erfüllt diese Anforderungen und wird für die zweite Welle an Befragungen gewählt.

6.4.1. Das problemzentrierte Interview

Döring und Bortz (2016, S. 377) nehmen sich des Themas der richtigen Balance zwischen zu starker und zu schwacher Strukturierung bei Interviews an und schlagen das problemzentrierte Interview (PZI) als Lösung vor. Eine Empfehlung für das PZI spricht auch Mayring (2008, S. 67) als „qualitativ orientierte Interviewform“ aus. Witzel (2000) greift die Problemstellung in seiner Definition des PZI auf, um die „unvoreingenommene Erfassung individueller Handlungen sowie subjektiver Wahrnehmungen und Verarbeitungsweisen gesellschaftlicher Realität“ zu erreichen. Das PZI lehnt sich dabei weitgehend an Ansätze der GT von Strauss und Corbin an. Damit verspricht die Methode eine sehr gute Komptabilität zur Einbeziehung in die bisher gewonnenen Erkenntnisse. Das PZI ist für die Analyse von Handlungsfeldern von Personen im persönlichen und beruflichen Umfeld entstanden und beinhaltet explizit die „Einbeziehung der Erfahrungen von Experten“ (Jüttemann 1989, S. 230).

Die Methode trägt der Komplexität in der Bewertung von persönlichen Handlungsentscheidungen Rechnung und fördert die Selbstreflexion, um genauere Einblicke in die Denk- und Handlungsweisen von Befragten zu bekommen.

Die drei Grundpositionen des PZI – die „Problemzentrierung“, die „Gegenstandsorientierung“ und die „Prozessorientierung“ (Witzel 2000, S. 2) – unterstützen die notwendigen Mechanismen, um für das selektive Kodieren die notwendige Tiefe an Information zu erreichen.

Die Problemzentrierung basiert bei Witzel auf einer gesellschaftlich relevanten Problemstellung (2000, S. 2). Die Aufgabenstellung der Dissertation ist die fokussierte Aufgabenstellung, die alltägliche Realität der Experten im Umgang mit der Digitalisierung zu erfassen. Die Digitalisierung beeinflusst für die Experten ihre gesellschaftlichen Aspekte in vielfältiger Hinsicht. Das PZI ist hier das passende Werkzeug, um dem Experten, der mit Digitalisierung vertraut ist, in seinen beruflichen Denk- und Handlungsweisen die Auseinandersetzung mit den Fragestellungen der Untersuchung zu ermöglichen. Die Problemzentrierung erlaubt flexibel an die Erklärungen des Interviewten anzuknüpfen und den Gesprächsverlauf zu moderieren.

„Parallel zur Produktion von breitem und differenziertem Datenmaterial arbeitet der Interviewer schon an der Interpretation der subjektiven Sichtweise der befragten Individuen und spitzt die Kommunikation immer präziser auf das Forschungsproblem zu“ (Witzel 2000, S. 2).

Mit der Gegenstandsorientierung stellt das PZI eine klare Anpassungsfähigkeit auf die unterschiedlichen Perspektiven eines komplexen Themas sicher. Witzel empfiehlt hierzu eine Methodenkombination, um einen geeigneten Zugang zu Handlungs- und Bewusstseinsanalysen sicherzustellen (vgl. Jüttemann 1989, S. 232). In Witzels originärem Ansatz werden zwar Gruppeninterviews und auch standardisierte Fragebögen genannt, das moderierte problemzentrierte Interview wird dabei jedoch als die wirkungsvollste Methode empfohlen. Unterstützend zur Problemzentrierung und Gegenstandsorientierung erfordert es die Prozessorientierung stets, die Zielsetzung im Ablauf zu berücksichtigen. Der

Kommunikationsprozess fördert beim Interviewten dessen Akzeptanz und Vertrauen, um eine möglichst offene Preisgabe seiner „Problemsicht“ zu ermöglichen. Der Befragte wird dazu motiviert, wichtige Aspekte möglichst redundant zu äußern, und soll auch ambivalente Aussagen treffen können, um Widersprüche aufzudecken. Der Prozess sieht kontinuierliches Feedback und eine Einigung über die Positionen in Form eines Postskripts vor, welches schon im Verlauf des Interviews vom Interviewenden angefertigt wird.

Das PZI wird für die Realisierung der zweiten Welle von Experteninterviews genutzt und der Prozess gemäß den vorab definierten Schwerpunkten des Pfadmodells festgelegt. Die Auswahl der Experten erfolgt in derselben Weise, wie schon in Abschnitt 6.3.1 beschrieben. Den Kandidaten wird nach Einführung und Aufklärung ein Kurzfragebogen zur Erhebung von statistischen Informationen überreicht. Das PZI wird von einer PowerPoint-Präsentation begleitet, welche den Prozess durch die unterschiedlichen Interessengebiete führt und relevante Hintergrundinformationen zur Erklärung und Moderation nutzt.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Methode des PZI geeignet ist die weitere Verdichtung der Daten mit Praxisinformationen für eine erfolgreiche selektive Kodierung zu leisten. Entsprechend den Empfehlungen von Witzel werden Anpassungen in der Wahl der Begleitmittel und Begleitmethoden vorgenommen, um der Zielgruppe von Experten für die Produktion gerecht zu werden. Das im Verlauf des Interviews erstellte Postskript wird dem Befragten zum Abschluss vermittelt und dieser um seine Bestätigung und eventuelle Korrektur gebeten.

6.4.2. Auswahl und Akquisition der Experten

Durch die Selektion und Einschätzung der Experten in Abschnitt 6.3.1 stand für die Durchführung des PZI eine Auswahl an Kandidaten zur Verfügung. Da die Kandidaten 1-3 schon für das erste qualitative Interview angefragt wurden und nicht mehr in Betracht kamen, wurden die nächsten Ansprechpartner in der Liste angefragt.

Die Ansprechpartner Nr. 4 und Nr. 5 (vgl. Tabelle 8) haben sich sofort für das detaillierte PZI interessiert und zugesagt. Die Durchführung der PZI fand im Juni 2019 jeweils in den Betrieben der Befragten statt.

6.4.3. Festlegung der Untersuchungsfrage

Die überarbeitete Pfadanalyse in Abbildung 30 zeigt die ermittelten Verbindungen und Einflüsse zwischen den Ausgangsparametern und dem Wesen der Investitionsüberlegung. Das selektive Kodieren im folgenden Abschnitt dient dem „Darlegen des roten Fadens der Geschichte“ (Strauss und Corbin 2010, S. 96) indem es die Kernkategorie und die hervortretenden Phänomene erfasst und die verbleibenden Phänomene zu einer logischen Struktur zusammenfügt.

Die Experten im PZI werden hierzu mit einer entsprechend zielgerichteten Fragestellung durch das Interview geführt. Analog zu Abschnitt 6.3.2 ist es wichtig die Untersuchungsfrage in der Form zu formulieren, dass sie das Forschungsziel in der Sprache der Realität des Befragten abbildet. Die Untersuchungsfrage ist demnach, wie in Abschnitt 6.4.1 beschrieben, so zu stellen, dass der Befragte von Anfang an für die Zielsetzung sensibilisiert wird, um seine darauf bezogene Problemsicht zu erfassen. Die Identifizierung der relevantesten Elemente aus der Pfadanalyse ist für dieses Interview von Interesse. Der Befragte soll seine Einschätzung zu den Ergebnissen mit seiner Praxiserfahrung abgleichen. Es ist zu erwarten, dass er sich in der Struktur und der Terminologie nicht sofort wiederfindet. Dennoch sind im Kern die Fragestellungen auf die Einflüsse hin zur Investitionsbewertung ausgerichtet. Abweichend von den detaillierten Fragen der ersten Welle von Interviews muss die Untersuchungsfrage für das PZI daher bewusst kurz und offen formuliert sein. Dies wird durch die folgende Frage für das PZI erreicht:

Welche Einflüsse in Ihrer Praxis sind relevant, um Investitionsentscheidungen für Projekte der digitalen Transformation richtig zu bewerten?

6.4.4. Erstellung von Leitfaden, Kurzfragebogen und Begleitpräsentation

Die reibungslose Durchführung der vorangegangenen Interviews lässt die Annahme zu, dass der gewählte Ansatz zur Umsetzung von Leitfaden und Fragebogen zielführend für die Experten der Zielindustrie ist. Deshalb wird für die zweite Welle auf den bestehenden Unterlagen aufgebaut und werden diese für die Verwendung in einem PZI weiterentwickelt. Der Leitfaden wird auf den logischen Ablauf des PZI ausgerichtet und mit der Untersuchungsfrage (Abschnitt 6.4.3) abgeglichen. Der Ablauf der Befragung wird dahingehend modifiziert, dass vier Phasen unterschiedlicher Konzeption kombiniert werden.

Der vorherige Fragenblock 1 findet sich nun als Phase 1 in Form eines Kurzfragebogens, wie von Witzel (2000) empfohlen, wieder. Der Befragte wird gebeten die Informationen selbst auszufüllen, während der Interviewer parallel die Präsentation für Phase 2 startet. Das abschließende Feedback aus dem vorherigen Fragenblock 4 wird als Abschluss des PZI übernommen.

Kern des PZI bilden die Phasen 2 bis 4, die den Befragten durch den Prozess führen und dabei eine freie Entfaltung des Gespräches gemäß Witzel (2000) ermöglichen sollen. In Phase 2 werden mit einer Präsentation die Hintergründe der Arbeit erläutert, um die Zentrierung auf die Problemstellung zu gewährleisten. Es wird die Möglichkeit zur Klärung von etwaigen Fragen eingeräumt, bevor zu Phase 3 übergegangen wird.

Phase 3 baut auf dem Erkenntnisstand aus Abschnitt 6.3.8 auf und stellt die operationalisierten Kernfragen. Es wird ein offener Dialog von 10 bis 15 Minuten pro Frage veranschlagt und vom Interviewer moderiert.

In der Phase 4 fasst der Interviewer die Beobachtungen in einem Postskript zusammen und präsentiert dem Befragten die Zusammenfassung seiner Notizen. Eventuelle Missverständnisse oder für den Befragten fehlende Punkte können in dieser Phase geklärt und korrigiert werden. Das PZI schließt mit dem Feedbackbogen ab.

6.4.5. Operationalisierung der Begleitpräsentation

Jüttemann (1989, S. 236) beschreibt die geeigneten Instrumente für die Durchführung eines PZI. Er listet unter anderem auch einen Leitfaden auf, der „das Hintergrundwissen des Forschers thematisch organisieren“ soll. Folgend wird der Leitfaden als „Orientierungsrahmen bzw. Gedächtnisstütze“ beschrieben, der „als eine Art Hintergrundfolie“ den Prozess begleitet. Die Verfügbarkeit von Präsentationstechniken und die Visualisierung der bisherigen Erkenntnisse sind mit der Nutzung von PowerPoint klar und effektiv zu realisieren. Der von Jüttemann geschilderte Leitfaden wird in einer Begleitpräsentation abgebildet und führt durch die Phasen des PZI.

Wie in Abschnitt 6.4.4 beschrieben, wird in Phase 2 dem Befragten der Hintergrund des Forschungsprojekts erläutert und die angewendete Methodik erklärt. Das Ergebnis der bisherigen Untersuchung (vgl. Abschnitt 6.3.8) wird mit dem Befragten geteilt und mit der Möglichkeit für Fragen zur Klärung abgeschlossen. Abbildung 31 stellt die Agenda von Phase 2 dar.

Agenda Phase 2



- ▶ Problemstellung des Forschungsvorhabens
- ▶ Das Paradoxon der Entkopplung
- ▶ Zielsetzung des Forschungsvorhabens
- ▶ Methodik des Forschungsvorhabens / Das PZI
- ▶ Theoretische Forschungslücke
- ▶ Erkenntnisstand
- ▶ Erkenntnisinteresse dieses PZI
- ▶ Q&A

Abbildung 31: Agenda Phase 2 des PZI (Quelle: Darstellung des Autors)

Die wesentliche Zielsetzung des PZI ist die „Einbeziehung der Erfahrungen von Experten“ (Jüttemann 1989, S. 230) im Rahmen der kommunizierten Problemstellung. Die Phase 3 leistet dies als Kernfunktion zur Datengewinnung durch das PZI.

Die Experten werden gebeten sich 90 Minuten für das gesamte Interview zu reservieren. Die Phase 2 ist mit einem Zeitbudget von 15 bis 25 Minuten versehen, was der Phase 3 insgesamt 30 bis 45 Minuten einräumt. Es wird angenommen, dass die spezifische Aufmerksamkeit für eine einzelne Fragestellung nach 5 bis 10 Minuten nachlässt und die Gefahr besteht abzudriften. Deshalb wurde festgelegt, in Phase 3 spätestens nach 15 Minuten zur nächsten Frage zu wechseln. Um für jede Frage ein möglichst hohes Maß an Aufmerksamkeit zu gewährleisten, ist die Anzahl auf drei Fragen begrenzt.

Diese geringe Anzahl an Fragen erfordert eine zielgerichtete Operationalisierung im Sinne der Fragestellung zur anschließenden Festlegung der „Story Line“ im selektiven Kodieren der Grounded Theory (Strauss und Corbin 2010, S. 94).

In Frage 1 soll die klare Orientierung auf das Problem des Untersuchungsmodells gelenkt werden. Dazu werden die ermittelten Ausgangspunkte und die Wirkung auf das Wesen der Investition herausgestellt. Das im Pfadmodell visualisierte Zusammenwirken der Phänomene wird als Blackbox dargestellt, damit der Befragte sich nur mit den als Ausgangspunkte identifizierte Phänomenen auseinandersetzt.

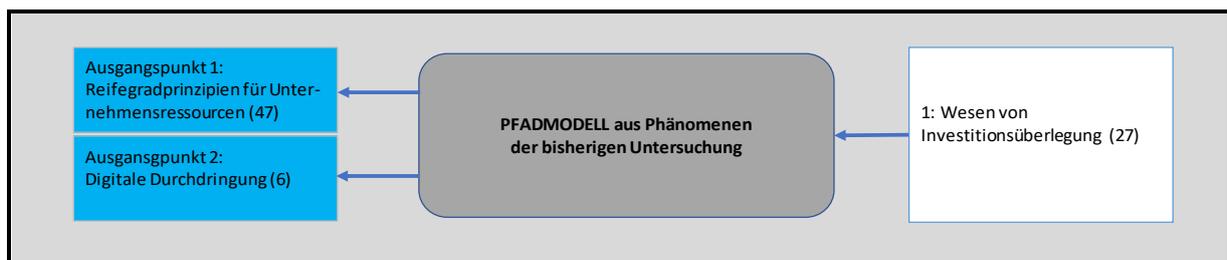


Abbildung 32: Visualisierung zu Frage 1 des PZI – das Pfadmodell als Box (Quelle: Darstellung des Autors)

Dem Befragten wird ergänzend der Bezug auf die Quellen der Phänomene, die in der offenen Kodierung erfasst wurden (siehe Anhang II.I), erklärt und zu Beginn der Diskussion anhand der zugrunde liegenden Literatur wie folgt beschrieben eingeführt.

Zennaro et al. (2018) haben in ihrer Untersuchung zu Micro Downtime beim Getränkeabfüller San Benedetto mögliche Verbesserungen betrachtet. Dabei sind sie sehr klar auf die Aspekte zur Bewertung von Investitionen für Verbesserungsmaßnahmen eingegangen. Es wurde unter anderem ein Indikator definiert, um dies zu quantifizieren. Die Arbeit von Zennaro et al. zeigt die Relevanz des Wesens von Investitionsentscheidungen als einzige Quelle der Literaturrecherche (vgl. Abschnitt 4.1) so eindeutig. Dieser Hinweis wird in der Einleitung zu Frage 1 vorweggestellt. Beim Ausgangspunkt der Reifegradprinzipien basiert das kodierte Phänomen auf den Quellen von Schuh et al., die den Begriff der „digitalen Befähigung“ (2017, S. 21) als Grundlage für die digitalen Kompetenzen in agilen Unternehmen prägen. Binti Aminuddin et al. (2015, S. 4432) stellen die Wichtigkeit der Einstellung von Bedienern, Wahrnehmung, Schulung und deren Enthusiasmus für die Arbeit heraus. Folgt man den Autoren dieser Quellen, zeigt sich die Bandbreite, welche Prinzipien für die jeweilige spezifische Reife von verfügbaren Ressourcen vorherrschen können. Burmeister et al. haben sich mit der Situation von Geschäftsmodellinnovation für die Industrie 4.0 beschäftigt und geben eindringlich vor, wie wichtig die Durchdringung von C-Level-Führungskraft bis in alle operativen Funktionen ist, um den „multi-faceted disruptive shift“ (Burmeister et al. 2016, S. 142) zu realisieren. Diese Perspektiven werden dem Befragten mit in die offene Diskussion gegeben.

Die Begleitpräsentation zeigt diese Quellen und die Inhalte auf, um darauf aufbauend die erste Frage zu stellen. Die Frage ist offen gestellt, damit der Befragte sich mit dem Modell und den zur Verfügung gestellten Informationen auseinandersetzt. Die Visualisierung des Pfadmodells aus Abbildung 32 bleibt während des folgenden Dialogs sichtbar. Diese Frage fordert vom Befragten sich auf die Denkweise des Pfadmodells einzulassen und sich mit den präsentierten Erkenntnissen auseinanderzusetzen. Dadurch wird die Verbindung zur Erfahrung des Experten geschaffen und die Einschätzung zur Wirkung der Ausgangspunkte abgefragt. Es ist notwendig dem Befragten Raum zu lassen, um seine eigene Meinung zu artikulieren. Die Fragestellung gliedert sich daher in zwei Teilfragen.

Die erste Teilfrage zentriert sich um die Aktivierung der bisherigen Erfahrung:

Frage 1.1: Welche Erfahrungen haben Sie mit konkreter Beurteilung von Investitionen in Digitalisierungsprojekte?

Witzel (2000) gibt als wesentliche Anforderung für die Prozessorientierung die Preisgabe von Redundanzen und Ambivalenzen an, daher fragt die zweite Teilfrage nach der persönlichen Wahrnehmung der Modells.

Frage 1.2: Wie wirken die ermittelten Ausgangspunkte auf Sie?

Frage 2 erweitert die Sicht auf die ermittelten Zusammenhänge. Es soll anhand der direktesten Pfade des Modells geprüft werden, wie mit der Logik der ursächlichen Bedingungen aus Abschnitt 6.2 umgegangen wird. Anschließend wird analog zu Frage 1 die persönliche Einschätzung stimuliert, um wiederum redundante bzw. ambivalente Aussagen zu erhalten.

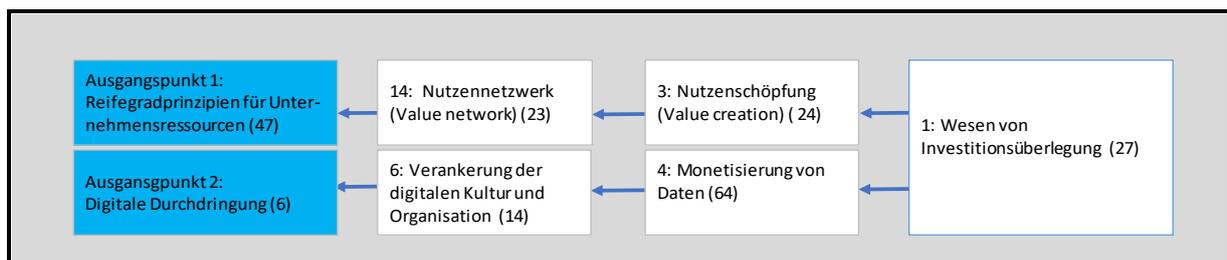


Abbildung 33: Visualisierung zu Frage 2 des PZI: Zusammenhänge der direktesten Pfade aus der Analyse (Quelle: Darstellung des Autors)

Vorbereitend zur Frage 2 wird dem Befragten das Entstehen der Verbindungen zwischen den Phänomenen anhand der kodierten ursächlichen Bedingungen erklärt (Abbildung 33). Im Anschluss werden die bisher ermittelten Zusammenhänge und die entsprechenden Literaturquellen (siehe Anhang II.I) genannt. Dieser Ablauf stellt sicher, dass der Befragte in der Denkweise des Themas bleibt und die Gedanken aus Frage 1 in die erweiterte Problemsicht in Frage 2 mit einbringt. Die Flexibilität des PZI erlaubt es den Befragten dahingehend zu motivieren, seinen Erfahrungsbezug zu nutzen und mit dem vorgestellten Modell abzugleichen.

Die erste Teilfrage bittet die Interviewten sich Gedanken zu Beispielen oder Analogien zu machen.

Frage 2.1: Welche Analogien/Beispiele fallen Ihnen zu den vorgestellten Zusammenhängen ein?

Es ist wahrscheinlich, dass die gestiegene Komplexität und eventuelle neu gelernte Terminologie Zweifel oder Bedenken hervorrufen. Das Artikulieren dieser Gedanken bringt Zugang zu tieferen Überlegungen in der Diskussion und wird in der zweiten Teilfrage thematisiert.

Frage 2.2: Inwiefern bestätigen die Phänomene Ihre Erfahrung bzw. wo werfen diese Zweifel bei Ihnen auf?

Mit der Fragestellung zu den Zusammenhängen der direkten Phänomene aus Frage 2 ist davon auszugehen, dass sich die Interviewten auf die Denkweise der Pfadmodells eingelassen haben. Im Zuge der Gegenstandsorientierung des PZI bindet Frage 3 die Erkenntnisse aus der ersten Welle qualitativer Interviews in Form der Diskussion über die zusätzlichen Phänomene mit ein (vgl. Abschnitt 6.3).

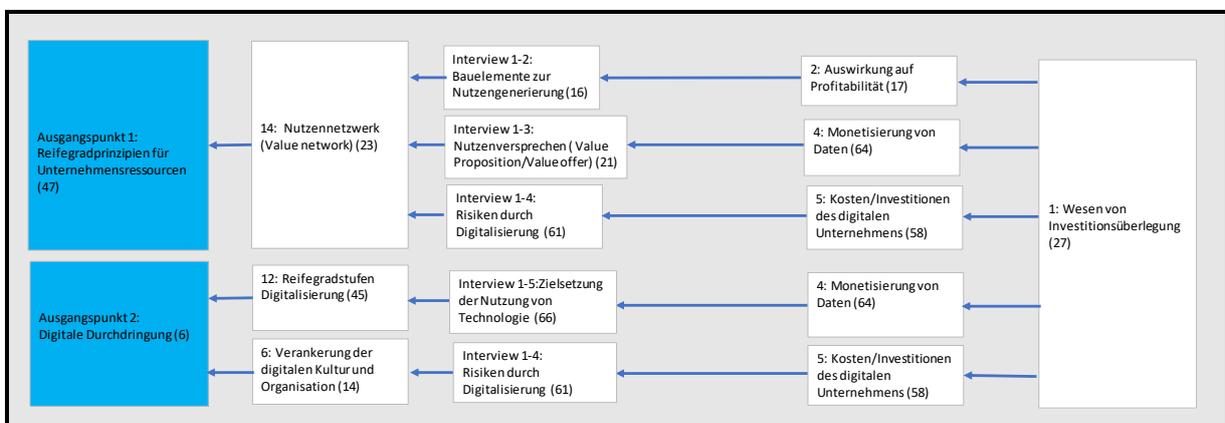


Abbildung 34: Visualisierung zu Frage 3 des PZI: Direkteste Pfade mit Phänomenen der ersten Interviews (Quelle: Darstellung des Autors)

Die Kombination der bisher geleisteten Diskussion mit dem Pfadmodell aus den vorhergegangenen Untersuchungen soll dem Befragten ermöglichen seine Einschätzung zur

Relevanz der aufgezeigten Elemente für die Praxis zu äußern. Zur Einführung in Frage 3 wird zuerst ausgeführt, dass in den ersten Interviews Phänomene erkannt wurden, die zwar in der Literaturrecherche kodiert wurden, jedoch in der axialen Kodierung nicht signifikant in Erscheinung traten. Es wird vermutet, dass diese Phänomene durch ihren Praxisbezug eine höhere Relevanz für Experten zeigen als aus den theoretisch ermittelten Zusammenhängen. Diese Annahme soll in Frage 3 geprüft werden und der Vergleich zu den direktesten Verbindungen aus Frage 2 gezogen werden. Die entsprechenden Zusammenhänge werden dem Befragten gemäß Abbildung 34 in der Begleitpräsentation dargestellt.

Unter dieser Zielsetzung formuliert sich die Frage 3 wie folgt:

Frage 3.1: Inwiefern beurteilen Sie die Relevanz der vier gezeigten Phänomene gegenüber den direktesten Pfaden aus Frage 2?

Die selektive Kodierung erfordert es eine Verdichtung der Zusammenhänge zu erreichen. Die wesentliche „Geschichte“ wird dabei durch die Definition der „Kernkategorie“ (Strauss und Corbin 2010, S. 101) gebildet. Hierzu wird in Kombination mit Frage 3.1 um die Einschätzung der Befragten gefragt, wie viele Stufen des Modells aus Praxissicht zielführend sind. Diese Aussagen werden im anschließenden Prozess die selektive Kodierung unterstützen, um das Modell sinnvoll zu vereinfachen. Die Frage 3 wird daher mit folgender Teilfrage ergänzt.

Frage 3.2: Wie ist Ihre Einschätzung zum Praxisbezug von vierstufigen (oder höheren) Abhängigkeiten?

6.4.6. Pretest

Um zu überprüfen, wie tauglich der erarbeitete Fragebogen und die Begleitpräsentation im Zuge eines PZI sind, wurde analog zu Abschnitt 6.3.5 ein Pretest mit einem weiteren Mitarbeiter aus dem Unternehmen des Autors durchgeführt.

Der interviewte Kandidat verfügte zum Zeitpunkt des Testinterviews über 18 Jahre Industrieerfahrung, davon 12 Jahre in der Automatisierungstechnik, und betreute zum Zeitpunkt des Interviews seit 4 Jahren Kunden aus der Nahrungsmittel- und Pharma-

industrie. Der Testkandidat ist Ingenieur mit Fachhochschulabschluss und kann als Experte im Sinne der Zielgruppe angesehen werden. Der Kandidat wurde gebeten sich von der Sicht seiner Vertriebsposition zu lösen und sich in die Lage eines seiner Kunden zu versetzen. Er wurde gebeten das Interview möglichst im Zuge dieser Rolle durchzuführen. Es wurden keine Hintergründe der bisherigen Untersuchungen der Dissertation vorab kommuniziert. Die Bedingungen waren mit einem realen Interview mit einem Industrieexperten vergleichbar.

Der Verlauf des PZI-Pretests war in Phase Eins 1 flüssig, das Ausfüllen des Fragebogens und die parallele Vorbereitung der Präsentation liefen problemlos.

In Phase 2 zeigte sich, dass die ursprüngliche Präsentation von netto 15 Folien zu detailliert war. Das Zeitbudget wurde um 8 Minuten überschritten, daher wurden die Themen gestrafft und vereinfacht. Konkret wurde die Erklärung zur Methodik des PZI einfacher gehalten und die Forschungslücke nach Al-Debei und Avison durch Darstellungen aus Abschnitt 3.2 visualisiert. Es wurde auch festgestellt, dass die Präsentation des kompletten Pfadmodells (siehe Abbildung 26) viel Zeit benötigt. Für die PZI soll hier lediglich der Hinweis gegeben werden, dass es drei-, vier- und fünfstufige Abhängigkeiten gibt.

Phase 3 war durch die Erklärungen und Hintergründe vor den Kernfragen konsistent abgelaufen. Es wurde angemerkt, dass es hilfreich wäre die Folien in den Überschriften mit einer Indikation zu erweitern, damit der Bezug auf die Fragen klar vermittelt wird. Diese Anregung wurde in die Begleitpräsentation für das PZI eingearbeitet.

Beim Übergang zu Phase 4 konnte das Postskript nicht sofort zur Verfügung gestellt werden. Es wurde klar, dass eine Pause notwendig ist, um die Notizen zusammenzufassen und ein sinnvolles Postskript anzufertigen. Diese Pause wurde in den geplanten Ablauf der Begleitpräsentation aufgenommen.

Zusammenfassend konnte der Pretest die Eignung für die gegebene Zielsetzung bestätigen. Es wurden wichtige Erkenntnisse zur Verbesserung des Ablaufs und der Verständlichkeit der Begleitpräsentation gewonnen und eingearbeitet. Im Anhang IV sind die finale Version des Kurzfragebogens und der kompletten Begleitpräsentation angefügt.

6.4.7. Durchführung

Die Interviews fanden wie geplant im Juni 2019 jeweils in den Betrieben der Ansprechpartner statt. Für den gesicherten Ablauf wurde nach Begrüßung und Danksagung zuerst der verfügbare Zeitrahmen bestätigt. Beide Ansprechpartner hatten mindestens 2 Stunden für das Interview reserviert. Somit konnte der planmäßige zeitliche Ablauf als gesichert angesehen werden.

Als Vorbereitung wurde das Informationsblatt übergeben und besprochen. Es wurde speziell Wert auf die Einhaltung der Vertraulichkeit und die damit einhergehende Anonymisierung gelegt. Dies sichert die offene Gesprächsführung und die uneingeschränkte offene Meinungsäußerung der befragten Personen. Folgend wurden die vorgesehenen vier Phasen des Interviews erklärt, bevor der Fragebogen mit den demografischen Fragen übergeben und in Phase 1 eingestiegen wurde.

Zeitgleich mit dem Ausfüllen des Fragebogens durch den Interviewteilnehmer wurde die Begleitpräsentation gestartet und über einen Beamer projiziert und wurden zwei redundante Aufnahmegeräte initialisiert. Nach Übergabe des Fragebogens wurden die Aufnahmegeräte gestartet und Hintergründe mit dem bisherigen Erkenntnisstand vorgestellt.

In Phase 3 wurde sichergestellt, dass die interviewte Person sehr viel Raum für Antworten und Überlegungen eingeräumt bekommt, um die Gegenstandsorientierung des PZI zu wahren. Lediglich bei einer zu weiten Abweichung vom Leitfaden bzw. bei einer zu großen Überschreitung des Zeitbudgets wurde vom Interviewer steuernd eingegriffen. Für das Postskript der Phase 4 wurden Notizen zur Reaktion auf die vorgestellten Hintergründe und Erkenntnisse festgehalten. Im Zuge der Diskussion erwähnte und beobachtete Äußerungen wurden auf die jeweils aktuell gestellte Frage notiert. Nach Abschluss der Phase 3 wurde um eine kurze Pause gebeten, um die Notizen im Postskript zusammenzufassen und zu strukturieren.

In Phase 4 wurden das Postskript vorgestellt und gemäß den Kommentaren der interviewten Person ergänzt. Abschließend wurde die Möglichkeit für Feedback zum Praxisbezug,

Neuheitsgewinn und weiteren Interesse sowie zum generellen Eindruck eingeräumt. Nach Abschluss des Feedbacks wurden die Aufzeichnungsgeräte gestoppt und wurde dem Interviewteilnehmer ein Projektabriss in Form einer PDF-Datei zur Verfügung gestellt.

Beide Interviews konnten wie geplant dem Leitfaden entsprechend vollständig durchgeführt und abgeschlossen werden. Die Transkriptionen beider Interviews sind im Anhang IV.III und IV.IV komplett beigefügt.

6.4.8. Auswertung und Ergebnisse

Die Ergebnisse des PZI dienen dazu, die bisherigen Erkenntnisse aus der Literatur und den semistrukturierten Interviews zu nutzen und mit dem zusätzlichen Praxisbezug der befragten Experten weiter zu verdichten. Die Schwerpunkte und Zusammenhänge aus den PZI sollen für den folgenden Schritt des selektiven Kodierens dienen, um die Daten zu einer dichten Theorie zu integrieren (vgl. Strauss und Corbin 2010, S. 94). Wie bereits bei den ersten Interviews in Abschnitt 6.3.7 werden in Tabelle 14 die demografischen Angaben zu Firma und Person dargestellt. Im Vergleich zu den Daten der Interviews 1 und 2 in Tabelle 11 zeigt sich das Unternehmen 3 ähnlich groß, Unternehmen 4 erscheint mit 136 Personen dagegen klein. Allerdings ist zu beachten, dass dieser Maschinebauer Teil einer internationalen Gruppe ist, die Stand Juni 2019 aus 21 Unternehmen mit insgesamt 9000 Personen besteht. Daher ist, trotz der kleinen Betriebsgröße die Vergleichbarkeit mit den anderen Firmen legitim. Die Seniorität der Ansprechpersonen und deren Expertenwissen in der Nahrungsmittelindustrie beruhen auf langjähriger Erfahrung. Das Thema Digitalisierung ist durch mindestens 5 Jahre Erfahrung tiefgreifender Teil der Praxis und kann durch die durchgängig vorliegende Hochschulausbildung der Interviewten als fundiert angesehen werden.

Die Verbindung vom Hersteller des Endproduktes in Interview 3 und einem sehr gut in der Industrie etablierten Maschinenbauer wird als solide Wissensbasis für die Zusammenhänge in der Nahrungsmittelindustrie gewertet. Die erfragten Attribute aus Frage 1.11 des Fragebogens (vgl. Tabelle 14) gaben erste Anhaltspunkte auf Schwerpunkte der befragten Experten.

Die Postskripts der Interviews sind in Abbildung 35 und Abbildung 36 in Reinschrift dokumentiert und zeigen, dass generell die Erkenntnisse der bisherigen Forschung als relevant und zielführend bewertet worden sind. Das Postskript von Interview 3 identifiziert die Notwendigkeit, den Faktor Mensch in die digitale Reife mit einzubeziehen, als ein Hauptanliegen. Der Grund sind die Förderung von Innovation bei guter Zusammenarbeit und die Synergie durch die Vernetzung der notwendigen Technologiepartner.

Die Sicht des Maschinenherstellers im Postskript aus Interview 4 zeigt die Herausforderung, die Risiken der Digitalisierung zu meistern; der Befragte sieht darin die wesentliche Rolle der Führungsaufgabe, um konventionelles Denken zu überwinden. Eine weitere Beobachtung ist das Verstehen der Digitalisierung als Evolution durch die Umsetzung von greifbarem Nutzen.

Für eine detaillierte Auswertung wurden die kompletten Aufnahmen transkribiert. Im Anschluss wurden die Transkriptionen durchgearbeitet und mit Notizen zu relevanten Aussagen angereichert. Danach wurde ein Abgleich der Notizen mit den kodierten Phänomenen aus Abschnitt 6.2 vorgenommen und final wurden den Beobachtungen die korrespondierenden Nummern der zutreffenden Phänomene zugeordnet. In beiden Auswertungen mussten keine neuen Phänomene kodiert werden, was wie in den vorherigen Abschnitten auf eine nach wie vor ausreichende theoretische Sättigung schließen lässt. Den 28 Notizen in der Auswertung von Interview 3 konnten 31 Phänomene zugeordnet werden. In Interview 4 zeigten sich 26 relevante Phänomene, die aus 24 Notizen abgeleitet wurden.

Die Notizen und beschriebenen Zuordnungen sind zur besseren Übersicht im Anhang IV.V beigefügt.

Frage Nr.	Kontext	Antwort Interview 3	Antwort Interview 4
1.1	Beschäftigtenzahl	7500 Beschäftigte	136 Beschäftigte
1.2	Alter	42 Jahre	62 Jahre
1.3	Betriebszugehörigkeit	7,5 Jahre	25 Jahre
1.4	Jahre in aktueller Position	4 Jahre	4 Jahre
1.5	Branchenerfahrung	8 Jahre	30 Jahre
1.6	Gesamte Berufserfahrung	17 Jahre	38 Jahre
1.7	Beschäftigung mit Digitalisierung/Ind. 4.0	6 Jahre	5 Jahre
1.8	Ausbildung	Kaufmann	Techniker
1.9	Höchster Abschluss	Universität	Fachhochschule
1.10	Organisatorische Aufstellung der Stelle	Linienfunktion, verantwortlich für Produktionsstätten in Deutschland mit insgesamt 2000 Mitarbeitern	Stabsstelle mit 2 Mitarbeitern
1.11	Attribute zu Digitalisierung	<ul style="list-style-type: none"> - Wettbewerbsfähigkeit - Produktivität - Innovation - Mitarbeiterqualifikation 	<ul style="list-style-type: none"> - Neue Geschäftsfelder und Dienstleistungen - Bessere Planung in Bezug auf Maschinenstandardisierung - Marktveränderungen besser unterstützen können

Tabelle 14: Antworten der Befragten aus Interview 3 und 4 zu Fragebogen der Phase 1
(Quelle: Darstellung des Autors)

Postskript (Reinschrift) des PZI mit einem Hersteller von Softdrinks	Interview 3 vom 3. Juni 2019
<p><u>Generelle Wahrnehmung des Themas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Das Paradoxon in der Einleitung spiegelt die Realität des täglichen „Henne-Ei-Problems“ wider. - Kompetenzen für Digitalisierung müssen wachsen in einem iterativen Prozess. Die vorgestellten Phänomene der dritten Frage können bei der Gestaltung des Prozesses helfen. 	
<p><u>Praxisbezug und Relevanz</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kleine Pilotprojekte zeigen heute schon Nutzen, sind aber nicht skalierbar. - Disruption ist derzeit kein Zwang im Bereich der Fast Moving Consumer Goods (FMCG). - Es besteht Bedarf an Hilfe bei der Klärung von Erwartungen und der Umsetzung von Digitalisierung in der Produktion. 	
<p><u>Ausgangspunkte und ihre Relevanz</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Digitale Durchdringung und Reife sind wichtige relevante Ausgangspunkte. - Wahrgenommene Realität heute: <ol style="list-style-type: none"> 1) Druck durch den digitalen Trend in der Industrie 2) Mensch ist extrem wichtiger Faktor, braucht andere Kompetenzen 3) Technologie/Ökonomie stehen in Konkurrenz 4) Viel Unternehmen sind nicht bereit zu skalieren 	
<p><u>Kernaussagen des Interviews</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Konkurrenz der Teilnehmer an der Wertschöpfungskette (MES/OEM/IT) behindert Prozess. - Etablierte und standardisierte Best Practices funktionieren heute schon, z.B. OEE und Visualisierung. allerdings funktioniert vorausschauende Wartung nur partiell. - Unterschiedliche Disziplinen ergänzen sich noch nicht, da ihnen digitale Kompetenzen fehlen, um Vorteile zu monetarisieren. 	

Abbildung 35: Postskript des PZI mit einem Hersteller von Softdrinks am 3. Juni 2019
(Quelle: Darstellung des Autors)

Postskript (Reinschrift) des PZI mit einem Maschinenhersteller für Linien der Nahrungsmittelproduktion	Interview 4 vom 5. Juni 2019
<u>Generelle Wahrnehmung des Themas</u> - Die Komplexität des Themas spiegelt sich in der Erfahrung wider. - Die Problemstellung des Maschinenherstellers gestaltet sich komplexer, da die Unsicherheit der Hersteller in der Branche nach wie vor Entscheidungen beeinflusst. - Es ist überraschend, dass sich die Zusammenhänge strukturiert darstellen lassen.	
<u>Praxisbezug und Relevanz</u> - Der Praxisbezug ist bestätigt. - Digitalisierung wird als unterstützend angesehen, um Mehrwert durch neue Technologie zu schaffen. - Ruf nach „unternehmerischem Mut“, um Risiken zu bewältigen.	
<u>Ausgangspunkte und ihre Relevanz</u> - Das Modell und die Ausgangspunkte sind wichtig. - In selber Weise sind aber auch die Überzeugung der beteiligten Menschen durch greifende Argumente zu untermauern. - Standardisierung ist für die Umsetzung von Digitalisierung in der Produktion wichtig. - Digitalisierung funktioniert, wenn alle Beteiligten über digitale Kompetenzen verfügen.	
<u>Kernaussagen des Interviews</u> - Wertschöpfung wird realisiert durch greifbare Steigerung von Effizienz. - Der Prozess ist evolutionär zu betrachten. Fortschritte bedürfen des Glaubens in den Nutzen von Digitalisierung. - Das Denken in Nutzen und die offene Entscheidungskultur für Investitionen sind wichtiger als die eingesetzte Technologie.	

Abbildung 36: Postskript des PZI mit einem Maschinenhersteller am 5. Juni 2019
(Quelle: Darstellung des Autors)

Da einige Phänomene nur in einem Interview kodiert wurden, andere wiederum in beiden, visualisiert Tabelle 15 die Gesamtheit der kodierten Phänomene inklusive deren Häufigkeit. Durch diese Auswertung und Visualisierung zeigt sich, welche Phänomene dominieren. Die Häufigkeit liefert eine Indikation der Gewichtung des jeweiligen Phänomens für den roten Faden der GT. Tabelle 15 zeigt, dass in Interview 3 das Phänomen Nr. 63 die „Berücksichtigung des Faktor Mensch“ mit einer vierfachen Häufung dominiert. Die Auswertung des Interviews 4 offenbart, dass drei Phänomene je dreifach auftreten. Damit sind mit Nr. 42 die „Führungsweise durch die digitale Transformation“, Nr. 61 die „Risiken durch Digitalisierung“ und Nr. 72 „Standardisierung der Automatisierung“ gleichsam dominant. Des Weiteren ist festzuhalten, dass die Phänomene Nr. 23 das „Nutzenetzwerk (Value network)“, Nr. 38 „Zeitversatz/Latenz zwischen Investition und Ernte“, Nr. 39, die „Wettbewerbssituation“, und Nr. 66, die „Zielsetzung der Nutzung von Technologie“ in beiden PZI auftreten und zumindest in einem der beiden Interviews doppelt kodiert wurden und damit relevant für die weitere Auswertung erscheinen.

Insgesamt liefern die Auswertungen der beiden PZI thematisch klärende Erkenntnisse aus der Praxis der befragten Firmen. Es wird bestätigt, dass der Kenntnisstand aus den vorhergegangenen Arbeitsschritten in den Problemstellungen der Nahrungsmittelindustrie und deren assoziierten Maschinenherstellern wiederzufinden ist. Diese Feststellung erlaubt es auch, eine erreichte thematische Sättigung (Saunders et al. 2018) anzunehmen und ohne zusätzliche Interviews die Daten für das selektive Kodieren zu verwenden.

Anzahl Nennungen	Phänomen lfd. #	#6	#9	#12	#13	#14	#16	#22
	Interview 3	1	1	2	2	1	0	1
	Interview 4	0	0	0	0	1	1	1
Anzahl Nennungen	Phänomen lfd. #	#23 *	#24	#34	#38 *	#39 *	#42 ***	#44
	Interview 3	2	0	1	2	1	1	2
	Interview 4	2	1	0	1	2	3	0
Anzahl Nennungen	Phänomen lfd. #	#48	#49	#54	#59	#60	#61 ***	#63 **
	Interview 3	0	1	1	1	1	1	4
	Interview 4	1	1	0	1	1	3	1
Anzahl Nennungen	Phänomen lfd. #	#66 *	#69	#72 ***	#73	#74	#75	#76
	Interview 3	2	0	0	1	1	1	0
	Interview 4	1	1	3	0	0	0	1
* = In beiden Interviews, mind. eine Doppelnennung; ** = Dominant in Interview 3; *** = Dominant in Interview 4								

Tabelle 15: Auswertung der den Notizen zugeordneten Phänomene aus Interview 3 und 4
(Quelle: Darstellung des Autors)

Zusammenfassend liefert die Wahl des PZI als Methode einen tiefen Einblick in die komplexen Aufgabenstellungen der interviewten Personen und ermöglicht es Schwerpunkte und Überdeckungen der Aussagen zu identifizieren. Wesentliche Erkenntnisse sind die mehrfach kodierten Phänomene innerhalb der Interviews und die Phänomene, die in beiden PZI hervortreten. Unter Einbezug der zusätzlichen Erkenntnisse wird mit der Ermittlung der Kernkategorie im Arbeitsschritt des selektiven Kodierens fortgefahren.

6.5. Selektives Kodieren

Der Schritt des selektiven Kodierens dient im Paradigma von Strauss und Corbin zur Integration der gesammelten Erkenntnisse in einer GT. Im Sinne von Kempster und Parry (2011, S. 118) wird dadurch erreicht, dass eine Re-Orientierung auf die interne Validität verbunden mit der Realität geschaffen wird und eine belastbare Theorie auf Basis der in den vorherigen Abschnitten erarbeiteten Erkenntnisse entsteht.

„Selektives Kodieren:

Der Prozess des Auswählens der Kernkategorie, des systematischen In-Beziehung-Setzens der Kernkategorie mit anderen Kategorien, der Validierung dieser Beziehungen und des Auffüllens von Kategorien, die einer weiteren Verfeinerung und Entwicklung bedürfen“ (Strauss und Corbin 2010, S. 94).

Im ersten Schritt werden die Erkenntnisse von axialer Kodierung, der semistrukturierten Interviews und der PZI in einer Tabelle aufgetragen und visualisiert. Das Heranziehen aller im Prozess ermittelten Daten und Erkenntnisse ist in diesem Schritt essentiell und ist allen Autoren zur GT gleichermaßen wichtig (vgl. Bryman und Bell 2011, 580; Charmaz 2014, S. 290; Strauss und Corbin 2010, S. 95). Es werden auch die Notizen der initialen offenen Kodierung zur Verifizierung herangezogen, validiert und gegebenenfalls angepasst.

Zuerst werden die möglichen Kandidaten der Kernkategorie für die GT festgelegt. Im Folgeschritt werden unter Anwendung des axialen Kodierparadigmas (vgl. Abschnitt 6.2) die ursächlichen und intervenierenden Bedingungen der Kernkategorie verifiziert. Die zusammenhängenden Phänomene werden danach durch die sich wiederholende paradigmatische Vorgehensweise der Grounded Theory in Beziehung gesetzt.

Final wird das Modell in Form der „Geschichte“ und des „roten Fadens der Geschichte“ (Strauss und Corbin 2010, S. 94) dargelegt, um die finale GT zu verabschieden. Die finale GT dient als Ausgangspunkt für die anschließende Transformation in den quantitativen Teil der Dissertation.

6.5.1. Ermittlung der Kernkategorie

Die Ermittlung der Kernkategorie ist von fundamentaler Bedeutung für den Ausbau der GT. Die vorherigen Arbeitsschritte haben durch Literaturrecherche, offenes und axiales Kodieren und die Verdichtung durch Experteninterviews sehr viele Daten und Zusammenhänge zutage gebracht. Die Erkenntnisse aus den rein theoretischen Abschnitten 6.1 und 6.2 liefern logische Abhängigkeiten durch das Kodierparadigma (vgl. Strauss und Corbin 2010, S. 78f). Diese Zusammenhänge haben sich im Zuge der Daten aus den semistrukturierten Interviews aus Abschnitt 6.3 und den PZI aus Abschnitt 6.4 weiter verdichten lassen. In allen Abschnitten wurden die Arbeitsschritte so lange durchgeführt, bis eine ausreichende theoretische und thematische Sättigung festgestellt werden konnte (Saunders et al. 2018; Charmaz 2014, S. 213). Die Interviews haben einen wichtigen Beitrag zum Praxisbezug und zur thematischen Konkretisierung geliefert, wenngleich sich bestätigen lässt, dass die kodierten Elemente aus den Literaturdaten die theoretischen Gegebenheiten weitestgehend abdecken.

Die Auswertung und finale Verdichtung dieser Gesamtheit von Daten auf „einer höheren, abstrakteren Ebene der Analyse“ (Strauss und Corbin 2010, S. 95) wird durch die Methode des axialen Kodierens und der Gegenüberstellung der unterschiedlichen Ergebnisse erreicht. Im ersten Schritt wird den Empfehlungen von Strauss und Corbin entsprechend die Frage „Was halte ich für das Hauptproblem?“ (2010, S. 97) in wenigen Sätzen beantwortet.

Hierzu werden die Ergebnisse noch einmal intensiv durchgearbeitet, die Aussagen der PZI im Speziellen, ebenso wie die Phänomene, die sich in den semistrukturierten Interviews als relevant gezeigt haben. Der Umriss der „Geschichte“ wird danach wie folgt notiert:

Investitionen in digitale Technologien für die Produktion werden oft unter Ermangelung von Erfahrung und belastbaren Daten betrachtet. In der Konsequenz werden viele Investitionsvorhaben nicht durchgeführt oder in kleinen Projekten als Test umgesetzt.

Eine weitreichende Umsetzung von digitalisierter Technologie im Produktionsumfeld erfordert das Zusammenspiel von Unternehmen und standardisierte Technologien gleichermaßen. Wesentliches Element für eine erfolgreiche Umsetzung ist der Mensch in allen Bereichen, vom Management bis zum Bediener der Anlagen. Die Menschen empfinden die Unklarheiten oft als Risiken und scheuen sich diese zu akzeptieren.

Dieser Umriss zeigt auf, dass sich die Phänomene „Berücksichtigung des Faktors Mensch“, „Risiken durch Digitalisierung“ und „Nutzenetzwerk“ relevant für die Ermittlung der Kernkategorie herauskristallisieren. Die laufenden Nummern werden damit als Nr. 23, Nr. 61 und Nr. 63 identifiziert. Zur Prüfung dieser Beobachtung werden die Häufungen der Phänomene aus der axialen Kodierung, den semistrukturierten Interviews und den PZI in eine weitere Tabelle überführt. Die Nennungen werden jeweils prozentual normiert und die beiden Phänomene mit den höchsten Gewichten markiert. Anschließend werden die normierten Gewichte zu einem Gesamtgewicht horizontal summiert.

Es werden zum Vergleich zwei Auswertungen erstellt. Neben der Summe mit ungewichteter Berechnung wird eine nach Praxisrelevanz gewichtete Auswertung, welche den Interviews einen doppelt so hohen Beitrag als den Literaturdaten zuerkennt, gebildet. Dies trägt der steigenden thematischen Dichte der Daten Rechnung, welche über den Einbezug des Expertenwissens erreicht wird. In den Ergebnissen werden wie bei den vorherigen Spalten der Quelldaten die zwei Phänomene mit dem höchsten Gewicht grün markiert. Damit im Fortschritt des selektiven Kodierens weitere Verbindungen ermittelt werden können, werden zudem die drei folgend gewichteten Phänomene gelb markiert.

Tabelle 16 zeigt die beschriebene Auswertung. Es wird festgestellt, dass die Phänomene Nr. 23 und Nr. 61 höchste Gewichte zeigen. Die Nr. 63 zeigt in der nicht gewichteten Summe Prägnanz unter den Top 5. Die Tabelle veranschaulicht zudem, dass „Verankerung der digitalen Kultur“ und „Zeitversatz/Latenz zwischen Investition und Ernte“ (Nr. 14 und Nr. 38)

bei beiden Auswertevarianten ähnlich stark gewichtet sind. „Kompetenzen der Organisation und Mitarbeiter“ mit der Nr. 48 zeigt sich in der gewichteten Auswertung als Phänomen mit dem viertgrößten Gewicht.

Phänomen Nummer	Häufung Literatur-analyse	Häufung Interview 1+2 gesamt	Häufung Interview 3	Häufung Interview 4	Literatur Normierte Nennung in %	Interview 1+2 Normierte Nennung in %	Interview 3 Normierte Nennung in %	Interview 4 Normierte Nennung in %	Ungewichtet	Gewichtet Literatur=1 Interview=2
#6	3	3	1	0	2,6%	4,6%	3,2%	0,0%	5,2%	15,0%
#9	0	0	1	0	0,0%	0,0%	3,2%	0,0%	3,2%	3,2%
#12	3		2	0	2,6%	0,0%	6,5%	0,0%	9,0%	9,0%
#13	5	3	2	0	4,3%	4,6%	6,5%	0,0%	15,4%	20,0%
#14	6	4	1	1	5,2%	6,2%	3,2%	3,8%	18,4%	24,6%
#16	4	1	0	1	3,4%	1,5%	0,0%	3,8%	8,8%	10,4%
#17	1		0	0	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	0,9%
#21	4	1	0	0	3,4%	1,5%	0,0%	0,0%	5,0%	6,5%
#22	2		1	1	1,7%	0,0%	3,2%	3,8%	8,8%	8,8%
#23	5	4	2	2	4,3%	6,2%	6,5%	7,7%	24,6%	30,8%
#24	2	1	0	1	1,7%	1,5%	0,0%	3,8%	7,1%	8,6%
#29	5	2	0	0	4,3%	3,1%	0,0%	0,0%	7,4%	10,5%
#32	5	3	0	0	4,3%	4,6%	0,0%	0,0%	8,9%	13,5%
#34	1	0	1	0	0,9%	0,0%	3,2%	0,0%	4,1%	4,1%
#36	5	3	0	0	4,3%	4,6%	0,0%	0,0%	8,9%	13,5%
#38	7	3	2	1	6,0%	4,6%	6,5%	3,8%	20,9%	25,6%
#39	2	0	1	2	1,7%	0,0%	3,2%	7,7%	12,6%	12,6%
#42	3	0	1	3	2,6%	0,0%	3,2%	11,5%	17,4%	17,4%
#44	3	1	2	0	2,6%	1,5%	6,5%	0,0%	10,6%	12,1%
#45	4	3	0	0	3,4%	4,6%	0,0%	0,0%	8,1%	12,7%
#47	5	2	0	0	4,3%	3,1%	0,0%	0,0%	7,4%	10,5%
#48	7	5	0	1	6,0%	7,7%	0,0%	3,8%	17,6%	25,3%
#49	0	0	1	1	0,0%	0,0%	3,2%	3,8%	7,1%	7,1%
#54	2	0	1	0	1,7%	0,0%	3,2%	0,0%	4,9%	4,9%
#58	3	2	0	0	2,6%	3,1%	0,0%	0,0%	5,7%	8,7%
#59	2	0	1	1	1,7%	0,0%	3,2%	3,8%	8,8%	8,8%
#60	1	0	1	1	0,9%	0,0%	3,2%	3,8%	7,9%	7,9%
#61	5	3	1	3	4,3%	4,6%	3,2%	11,5%	23,7%	28,3%
#63	4	1	4	1	3,4%	1,5%	12,9%	3,8%	21,7%	23,3%
#64	5	3	0	0	4,3%	4,6%	0,0%	0,0%	8,9%	13,5%
#66	3	2	2	1	2,6%	3,1%	6,5%	3,8%	16,0%	19,0%
#69	2	0	0	1	1,7%	0,0%	0,0%	3,8%	5,6%	5,6%
#72	1	0	0	3	0,9%	0,0%	0,0%	11,5%	12,4%	12,4%
#73	1	0	1	0	0,9%	0,0%	3,2%	0,0%	4,1%	4,1%
#74	2	0	1	0	1,7%	0,0%	3,2%	0,0%	4,9%	4,9%
#75	1	0	1	0	0,9%	0,0%	3,2%	0,0%	4,1%	4,1%
#76	2	1	0	1	1,7%	1,5%	0,0%	3,8%	7,1%	8,6%
	116	65	31	26	TOTAL (GESAMTE NENNUNGEN ÜBER ALLE PHÄNOMENE)					

Tabelle 16 : Auswertung der Nennungen von Phänomenen – gewichtet und homogen (Quelle: Darstellung des Autors)

6.5.2. Verifizierung der Zusammenhänge zum Festlegen der Kernkategorie

Aus dem ersten Umriss der „Geschichte“ und der Auswertung der Häufigkeiten zeigen sich nun die Phänomene Nr. 23 und Nr. 61 sachlogisch als Kandidaten für die Kernkategorie. Zur Festlegung der Kernkategorie basierend auf beiden Phänomenen erschien es hilfreich die in

Abschnitt 6.1 analysierten Quellen erneut zu sichten und die Elemente, welche die Festlegung dieser Phänomene getriggert haben, erneut mit den verdichteten Erkenntnissen zu verbinden. Folgende Aspekte der Literatur erscheinen für das tiefgreifende Verständnis zur finalen Festlegung der Kernkategorie von Interesse.

Magruk beschäftigt sich mit dem Charakter von Unsicherheiten, die mit der Verbreitung des Konzepts der Industrie 4.0 einhergehen. Mit der Aussage „The multidimensional nature of the uncertainty and the determination of its complexity and dynamic changes“ (Magruk 2016, S. 280) spricht er die komplexen Formen von Unsicherheiten und damit wahrgenommenen Risiken an. Wenngleich er ausführt, dass im genaueren Sinne ein Risiko erst dann gegeben ist, wenn die Wahrscheinlichkeit eines spezifischen Vorfalles messbar ist, sind im Sinne der Beobachtungen dieser Untersuchungen Unsicherheit und Risiken gleichwertig als Risiken zu betrachten.

Hirsch-Kreinsen und ten Hompel führen den „Widerspruch zwischen einem erwarteten Innovationspotenzial und oft unüberwindbaren Problemen seiner Realisation und Nutzung“ (Hirsch-Kreinsen und ten Hompel 2015, S. 16) im Zusammenhang mit den Kosten für komplexe Projekte an. Damit werden auch im Sinne der Nr. 63 Beharrungskräfte in der Organisation und Akzeptanzprobleme des Managements bestätigt und von Praktikern unterstrichen.

Osterwalder stellt in seiner Arbeit von 2004 die Notwendigkeit eines Value Networks klar heraus. Er sieht dieses als Netzwerk, welches die Firma stärkt und deren Kompetenzen und Angebote komplementiert.

„The value network outlines the network that surrounds the firm and complements and amplifies the firm’s resources. It is composed of suppliers, partners and coalitions. Partners typically supply critical complements to a final product or solution, whereas coalitions represent alliances with like-minded competitors“ (Osterwalder 2004, S. 33).

Al-Debei und Avison erweitern dies um die Zusammenhänge innerhalb eines Unternehmens und machen deutlich, dass ein Nutzennetzwerk alle, die an der Nutzengenerierung beteiligt sind, mit einbeziehen muss.

„The value network class represents the third position from which the BM concept has been examined. This construct depicts the cross-company or inter-organization perspective towards the concept and has gained much attention in the BM literature. Several researchers have described the concept as a way in which transactions are enabled through the coordination and collaboration among parties, multiple companies and stakeholders“ (Al-Debei und Avison 2010, S. 367).

Weiter zeigt sich die Verbindung zu den Menschen und der Notwendigkeit den Faktor Mensch, wie in Nr. 63 kodiert, in die Kernkategorie mit einzubeziehen. Burggräf et al. betrachten die Digitalisierung von Lean-Production aus drei Perspektiven: Menschen, Technologie und Organisation. Diese werden in Dimensionen zueinander zu einem „MTO Model“ geformt. Zum Faktor Mensch wird Folgendes ausgeführt:

„The factor ‘human’ includes all employees within a company which are directly or indirectly involved in the manufacturing process, like production staff or plant managers. For the success of a digitalization project, it is necessary to examine the extent to which changes are in line with the motives and competences of the employees“ (Burggräf et al. 2017, S. 2463).

Die Auseinandersetzung mit den Zusammenhängen zeigt, dass sich auf einer abstrakten Ebene aus den Phänomenen Nr. 23, Nr. 61 und Nr. 63 die Aspekte Mensch, Risiko/Unsicherheit und Vernetzung von Nutzengenerierung in der Wirkung überlappen. Die Literaturquellen und die Informationen aus den Interviews offenbaren gleichermaßen die Verbindung und gegenseitige Beeinflussung dieser Aspekte. Keines der drei identifizierten Phänomene dominiert dennoch über dem anderen, um als Kernkategorie eindeutig zu sein. Es zeigt sich im Analyseprozess immer wieder, dass die Bedingungen keine klare Festlegung auf eines der identifizierten Phänomene erlauben. Es erweist sich aber auch, dass eine

Kombination bzw. eine Balance zwischen den drei Phänomenen den Weg zu einer Lösung eröffnet. Mit der Idee, die Balance zwischen den Phänomenen als Kern in Betracht zu ziehen, bietet sich eine Brücke für die Festlegung einer passenden Kernkategorie. Der Begriff der „Balance“ greift die Verbindung der Phänomene Nr. 23, Nr. 61 und Nr. 63 jedoch nicht präzise genug. Es muss den Querverbindungen zwischen den Elementen Rechnung getragen werden. Die Kernkategorie wird aus diesen Überlegungen heraus als „verbindende Balance“ bezeichnet. Diese neue Kategorie ist abstrakter und folgt der Logik der GT als adäquates Mittel zur Festlegung der Kernkategorie.

„Manchmal verfügen sie bereits über eine solche Kategorie. Jetzt wird sie zur Kernkategorie. In anderen Fällen erscheint keine Kategorie weit genug gefasst, um alles auszudrücken – was ist dann zu tun? Die Antwort ist, Sie müssen dem zentralen Phänomen einen Namen geben“ (Strauss und Corbin 2010, S. 98).

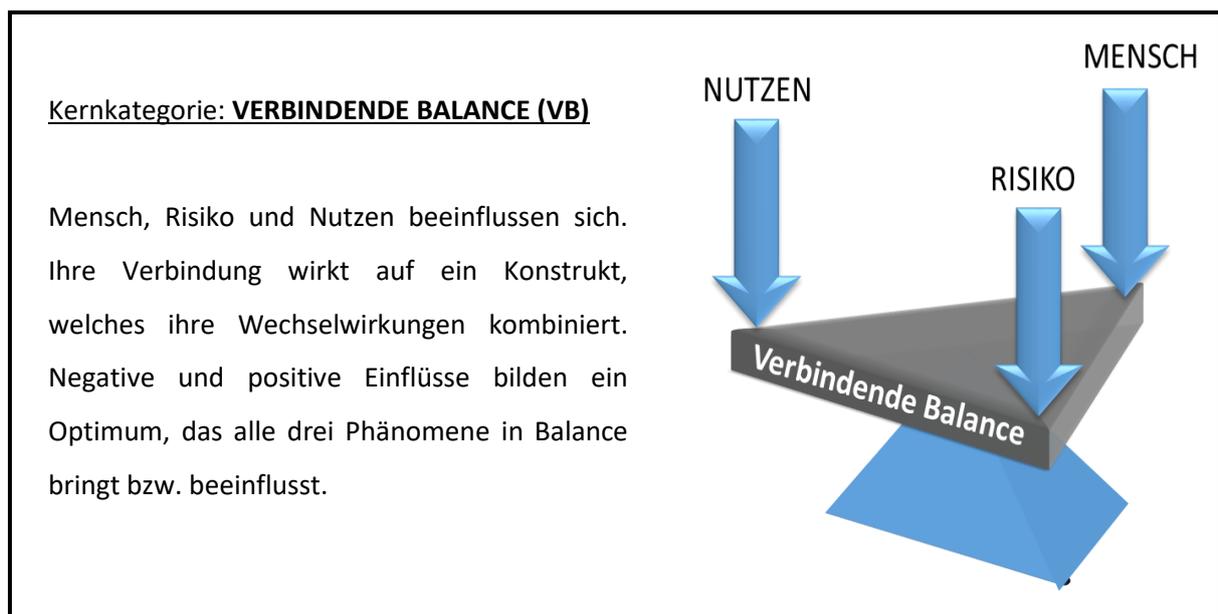


Abbildung 37: Kernkategorie „Verbindende Balance“ (Quelle: Darstellung des Autors)

Die Kernkategorie subsumiert die Wechselwirkungen der identifizierten Haupteinflüsse Mensch, Risiko und Nutzen und bildet die Balance in Form eines Optimum der gesamten positiven und negativen Einflüsse der Wechselwirkungen. Abbildung 37 veranschaulicht dieses Konstrukt grafisch. Zur vollständigen Beschreibung der Kernkategorie werden die

charakterisierenden Eigenschaften definiert. Da diese Kernkategorie aus der Verbindung der Phänomene Nr. 23, Nr. 61 und Nr. 63 entstand, finden sich deren Eigenschaften als die Aspekte deren Wechselwirkungen wieder. In Tabelle 17 sind die Eigenschaften und ihre dimensionale Ausprägung aufgetragen. Die Eigenschaften ermöglichen es die Kernkategorie mit den Erkenntnissen der weiteren Phänomene zu verbinden. Hierzu wird im folgenden Abschnitt das paradigmatische Modell der GT angewendet und anschließend die final resultierende Theorie festgelegt.

Eigenschaft	Dimensionale Ausprägung			
Risikoniveau	Niedrig		Hoch	
Vernetzungsgrad der Beitragenden zur Nutzenschöpfung	Lose	Intern	Extern	Organisiert
Einbeziehung der betroffenen Menschen	Niedrig	Partiell		Vollumfänglich
Wirkung des erhofften Zusatznutzens	Schwach	Partiell		Stark
Erreichtes Niveau der „verbindenden Balance“ (VB)	Gestört	Kritisch	Optimistisch	Gesichert

Tabelle 17 : Eigenschaften der Kernkategorie (Quelle: Darstellung des Autors)

6.5.3. Paradigmatischer Ausbau der Kernkategorie

Nachdem mit der Auswahl der Kernkategorie „Verbindende Balance“ (VB) und deren Eigenschaften der rote Faden der Theorie festgelegt ist, wird die GT durch die Verbindung zu den anderen Phänomenen erweitert und verdichtet. Dieser Prozess folgt dem Paradigma, welches auch dem vorangegangenen axialen Kodieren in Abschnitt 6.2 zugrunde liegt.

Das Paradigma ist die Abfolge von analytischem Ordnen. Diese Abfolge ist in Abbildung 38 dargestellt und erklärt mit welchen Fragestellungen ausgehend von der Kernkategorie die gesamte GT ausgebaut wird.

„Vereinfacht dargestellt sieht das analytische Ordnen wie folgt aus: A (Bedingungen) führt zu B (Phänomenen), was zu C (Kontext) führt, was zu D (Handlung/Interaktion, inklusive Strategien) führt, was zu E (Konsequenzen) führt“ (Strauss und Corbin 2010, S. 101).

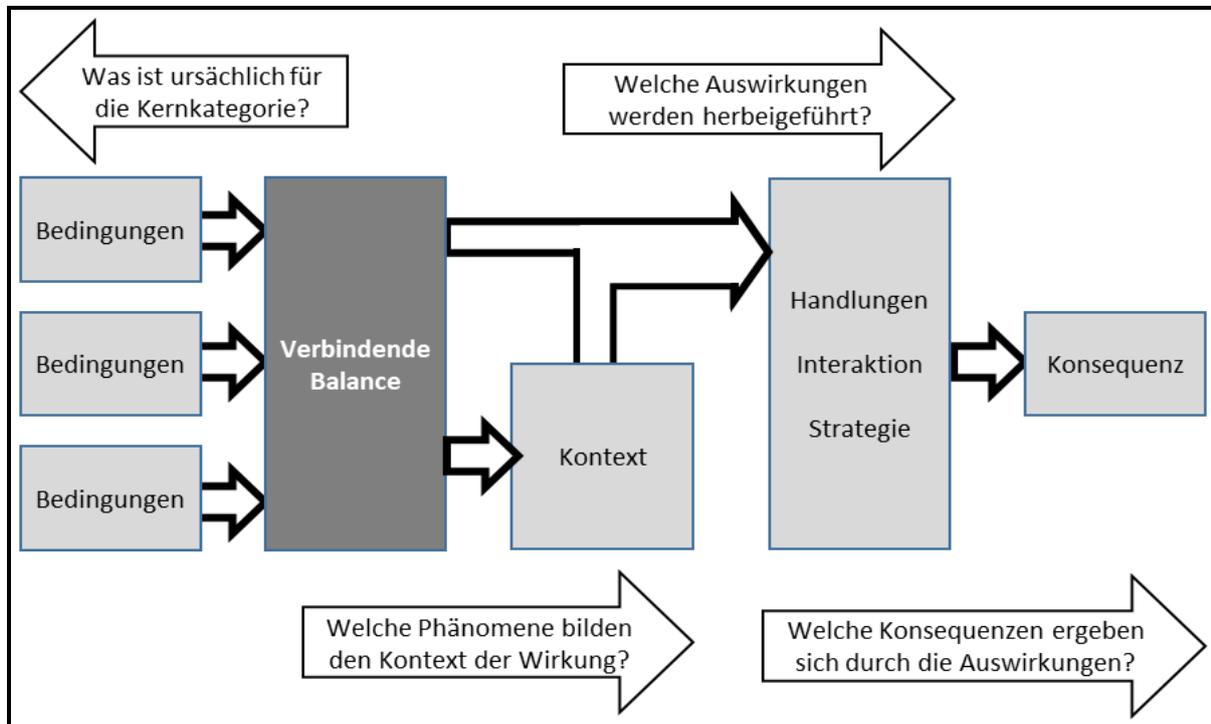


Abbildung 38: Paradigmatischer Ausbau nach Strauss und Corbin (Quelle: Darstellung des Autors)

Für den Ausbau der Kernkategorie gilt es die Phänomene, die durch die vorangegangenen Arbeitsschritte identifiziert worden sind (vgl. Tabelle 16), mit deren intervenierenden Bedingungen auszuwerten. Hierzu werden die Ergebnisse aus den axialen Kodierläufen (vgl. Abschnitt 6.2), den referenzierten Blöcken der semistrukturierten Interviews (vgl. Tabelle 10) und den Kommentaren aus den PZI (vgl. Tabelle 16) durchgearbeitet und diese Beobachtungen unter Beachtung des paradigmatischen Vorgehens in die Geschichte eingearbeitet. Die ausgebaute Geschichte nach diesem Arbeitsschritt und unter Einbeziehung der Kernkategorie ergibt sich wie folgt. Zur besseren Weiterbearbeitung sind die identifizierten Phänomene in Klammern als Referenz mit aufgeführt.

Investitionen in digitale Technologien (#27) für die Produktion werden oft unter Ermangelung von Erfahrung und belastbaren Daten betrachtet. In der Konsequenz werden viele Investitionsvorhaben nicht durchgeführt oder nur in kleinen Projekten als Test umgesetzt. Einer zielgerichteten Umsetzung von digitalisierter Technologie im Produktionsumfeld kann durch die Optimierung der Einflussfaktoren nähergekommen werden. Das Spannungsfeld dieser Optimierung bildet sich aus den drei Aspekten Nutzen, Risiko und Mensch. Prinzipiell wird die digitale Transformation durch Menschen in allen Hierarchien umgesetzt (#63), welche über ausreichende Kompetenzen (#48) verfügen müssen. Dies erfordert eine weitgehende digitale Kultur (#14) und digitale Durchdringung der Geschäftsmodelle (#6). Die Menschen müssen mit den Unsicherheiten und Risiken (#61) des digitalen Wandels im Produktionsumfeld professionell umgehen können. Damit dies gelingt, ist eine Anwendung von modernen Managementmethoden (#42) genauso angezeigt wie die Nutzung von aktuellen Standards (#72) in der Produktion und Maßnahmen zur Verwertung von Daten (#32) im Produktionsumfeld. Das spezifische Marktumfeld (#39) und die realistische Positionierung des eigenen Unternehmens innerhalb dessen (#29) bieten die Basis, um den Zusatznutzen durch Digitalisierung (#21) zu definieren und mit den daraus resultierenden Chancen und Risiken umzugehen. Die Berücksichtigung von realistischen Zeiträumen für die Erreichung von Ergebnissen (#38) ermöglicht den nachhaltigen Aufbau der notwendigen Vernetzung (#23) für die Schöpfung des Nutzens (#24) durch Digitalisierung in der Produktion.

Diese Geschichte beschreibt den Kern der Beobachtungen und die dadurch herausstechenden Phänomene. In den folgenden Arbeitsschritten wird das Paradigma stringent auf die Phänomene der Geschichte angewendet. Den Bausteinen werden zuerst die laufenden Nummern zugeordnet. Im nächsten Schritt werden die Bausteine nacheinander abgearbeitet und die ermittelten Phänomene an den Daten validiert und deren Verbindung zur Kernkategorie konkretisiert.

Die Bildung der Kernkategorie aus den Phänomenen Nr. 23, Nr. 61 und Nr. 63 gebietet es, hieraus die relevanten Bedingungen abzuleiten. Die Bedingung für die Beachtung des

Zusatznutzens wird dabei in Form des Nutzenversprechens (Nr. 21) an der Seite des Nutzennetzwerkes (Nr.23) abgebildet. Damit kann die Wirkung in der VB beurteilt werden. Im Ergebnis haben sich vier Bedingungen aus der Auswertung der Geschichte und der identifizierten Phänomene ergeben. Abbildung 39 fasst die Wirkungen auf die Eigenschaften der Kernkategorie und deren eigene jeweils individuelle Eigenschaften zusammen.

Diese Bedingungen sind ursächlich für die Bildung der Eigenschaften der VB. Gemäß dem ersten Teil des Paradigmas – Bedingung führt zu Phänomen – führen die Bedingungen zu den Ausprägungen der Eigenschaften der Kernkategorie. Die Zusammenhänge zwischen Bedingungen und Kernkategorie werden dementsprechend weiter detailliert.

Das Ergebnis der VB führt die Geschichte im spezifischen Kontext zu Interaktion, Handlung oder dem Bilden von Strategie. Dieser Kontext wird auch durch verbundene Phänomene gebildet, welche in Abbildung 40 aufgeführt und beschrieben sind. In der Verbindung mit der Kernkategorie wirken sich die jeweiligen Ausprägungen des Kontextes entweder unterstützend oder hemmend auf die Handlungen aus.

Es ergeben sich unterschiedliche Kombinationen aus den Elementen des Kontextes – sowohl Konstellationen, in denen Handlungen basierend auf einer optimistisch bewerteten VB gehemmt werden, als auch solche, in denen eine kritische VB mit einem stark unterstützenden Kontext zu positiven Handlungen führt. Aus diesen Überlegungen ergeben sich Interaktionen und Strategien aus den Bedingungen der Kernkategorie und den entsprechenden Kontexteinflüssen, die dann zu Handlungen und in Konsequenz zur Ausprägung der Investitionsbewertung führen. In Abbildung 41 sind die aus der Geschichte zur GT und zum paradigmatischen Vorgehen beschriebenen Handlungen, Interaktionen und Strategien zusammengefasst.

Bedingungen für die Kernkategorie „Verbindende Balance“			
Bedingung	Risikobewusstsein	Abgeleitet von Phänomen lfd. Nr.	61
Unsicherheiten und Risiken in Zusammenhang mit der Digitalisierung sind vielfältig und komplex. Verständnis und Abwägung der Risiken sind unterschiedlich ausgeprägt (vgl. Magruk 2016, S. 284). Je höher das Verständnis ist, desto klarer lässt sich das Risikoniveau einschätzen und in der Balance berücksichtigen.			
Eigenschaft		Dimensionale Ausprägung	
Kenntnis der spezifischen Risiken		Gering	Vollständig
Kenntnis der Auswirkung von Risiken		Gering	Vollständig
Bedingung	Berücksichtigung der Menschen	Abgeleitet von Phänomen lfd. Nr.	63
Menschen sind für die erfolgreiche Umsetzung der digitalen Transformation verantwortlich. Es ist unabdingbar die Menschen einzubeziehen (vgl. Burggräf et al. 2017, S. 2463). Die Dimensionen sowohl in der Breite der involvierten Menschen als auch in der Hierarchie- und Abteilungsdimension tragen dazu bei, inwieweit die Balance mit dem Einbeziehen von Menschen bestimmt wird.			
Eigenschaft		Dimensionale Ausprägung	
Einbeziehung der betroffenen Personen		Gering	Vollständig
Einbeziehung über Hierarchien und Abteilungen		Gering	Vollständig
Bedingung	Vernetzungsgrad	Abgeleitet von Phänomen lfd. Nr.	23
Nutzen wird durch Koordination von Aktivitäten geschaffen. Diese Wirkung erfordert eine weitgehende Vernetzung der Funktionen und Partner – intern und extern (vgl. Al-Debei und Avison 2010, S. 367). Je weiter und umfänglicher die Vernetzung realisiert ist, desto besser balancieren sich Risiken und Nutzen aus.			
Eigenschaft		Dimensionale Ausprägung	
Ausprägung des externen Netzwerkes		Niedrig	Hoch
Ausprägung des firmeninternen Netzwerkes		Niedrig	Hoch
Bedingung	Nutzenversprechen	Abgeleitet von Phänomen lfd. Nr.	21
Der erwünschte Zusatznutzen durch Digitalisierung kann sich in vielen Formen niederschlagen. Das Nutzenversprechen definiert den Nutzen, der erreicht werden soll bzw. erreicht ist (vgl. Al-Debei und Avison 2010, S. 365). Die Stärke des Zusatznutzens bildet einen Gegenpol zum Ausgleich von betrachteten Risiken.			
Eigenschaft		Dimensionale Ausprägung	
Stärke des Zusatznutzens		Niedrig	Hoch
Wirkungsspanne des Zusatznutzens		Isoliert	Übergreifend

Abbildung 39: Paradigmatische Bedingungen für die Kernkategorie (Quelle: Darstellung des Autors)

Kontext zur Kernkategorie „Verbindende Balance“			
Kontext	Digitale Durchdringung des Geschäftsmodells	Abgeleitet von Phänomen lfd. Nr.	6
Das Geschäftsmodell des Unternehmens bedient sich unterschiedlich stark der Digitalisierung. Dies beginnt bei der Nutzung einfacher digitaler Werkzeuge für ein konventionelles Geschäftsmodell und reicht, bis zu einer holistischen Digitalisierung der Wertschöpfungskette unter Nutzung aller daraus resultierenden Dienstleistungen (vgl. Burmeister et al. 2016, S. 146). Eine wesentliche digitale Durchdringung unterstützt eine gut ausgeprägte Balance hin zu Handlungen und Entscheidungen für Digitalisierung in der Produktion.			
Eigenschaft		Dimensionale Ausprägung	
Durchdringungsgrad		Keine Digitalisierung	Partiell
Wirkung auf Handlungen		Unterstützt Handlungen hin zu Digitalisierung	
Kontext	Verankerung der digitalen Kultur und Organisation	Abgeleitet von Phänomen lfd. Nr.	14
Wesentliche Potenziale von Digitalisierung werden durch schwache Verankerung in der Unternehmenskultur nicht ausgenutzt (vgl. Schuh et al. 2017, S. 10). Die Bereitschaft für Veränderung in der Belegschaft und die dafür notwendige soziale Kommunikation sind grundsätzliche Voraussetzungen, um richtige Strategien zu entwickeln und richtig zu nutzen. Unzureichende Bereitschaft hemmt die positive Ausprägung der Balance.			
Eigenschaft		Dimensionale Ausprägung	
Bereitschaft für Veränderung und Kollaboration		Gering	Hoch
Wirkung auf Handlungen		Hemmt Strategien zur Digitalisierung	
Kontext	Nutzung von Daten als Produktionsfaktor	Abgeleitet von Phänomen lfd. Nr.	32
Umfassende Datensammlung in der Produktion bietet den Grundstock für unterschiedlichste Beiträge zur Monetisierung und zusätzlichem Nutzen (vgl. Maier und Weber 2013, S. 17, 38). Bleibt der Beitrag der Daten zur Wertschöpfung unbeachtet, wirkt dies hemmend auf die Strategiebildung (vgl. Legrenzi 2017, S. 36). Ist das Potenzial erkannt und wird es in die Ermittlung von Werten und Nutzen mit einbezogen, wirkt dies unterstützend für die Umsetzung von digitalisierter Produktionstechnologie (vgl. Tantik und Anderl 2016).			
Eigenschaft		Dimensionale Ausprägung	
Nutzenbeitrag von Daten		Unbeachtet	Einbezogen
Wirkung auf Handlungen		Unterstützt Handlungen hin zu Digitalisierung Hemmt Strategien zur Digitalisierung	
Kontext	Wettbewerbssituation im spezifischen Marktumfeld	Abgeleitet von Phänomen lfd. Nr.	39 und 29
Durch die jeweils sehr spezifische Situation im Wettbewerb werden Handlungen hin zur Digitalisierung beeinflusst. KMU verfügen meist über weniger Mittel und Ressourcen, um umfassende Maßnahmen umzusetzen (vgl. Leyh und Bley 2016; Andulkar et al. 2018). Dieser Mangel wirkt sich hemmen auf die Handlungen als Konsequenz der VB aus. Auch im Falle eines geringen Wettbewerbsdruckes, sei es durch eine Marktdominanz des Unternehmens oder eine starke Nachfrage der konventionellen Produkte, wird eine hemmende Wirkung auf die Handlungen angenommen.			
Eigenschaft		Dimensionale Ausprägung	
Verfügbare Unternehmensressourcen		Gering	Ausreichend
Wettbewerbsdruck		Gering	Hoch
Wirkung auf Handlungen		Hemmt Handlungen zur Digitalisierung	

Abbildung 40: Paradigmatische Kontextbestimmung zur Kernkategorie (Quelle: Darstellung des Autors)

Handlungen, Strategien und Interaktionen					
Interaktion	Nutzenschöpfung	Abgeleitet von Phänomen lfd. Nr.	24		
Die Schaffung von Nutzen durch Digitalisierung verstärkt sich durch die Wirkung von vernetzten Aktivitäten (vgl. Arnold et al. 2017, S. 100). Durch Vernetzung erfährt Kommunikation einen Zuwachs von Effizienz und/oder das Nutzen von Synergien (vgl. Zott et al. 2011, S. 1029) wird vereinfacht. Je höher die Balance und die Förderung aus der VB ist, desto stärker wirkt sich der Nutzenbeitrag der Entscheidungen aus.					
Eigenschaft		Dimensionale Ausprägung			
Zusätzlicher Beitrag am Gesamtnutzen		Gering	Hoch		
Strategie	Bewältigung der Latenz zwischen Investition und Ernte	Abgeleitet von Phänomen lfd. Nr.	38		
Es besteht ein zeitlicher Versatz zwischen Realisierung des Nutzens und dafür notwendigen Investitionen und Maßnahmen. Die Strategie zum Umgang mit dieser Latenz (vgl. Maklan et al. 2015, S. 583) bildet sich durch die Balance und den gegebenen Kontext sowie das Verständnis, wie die Produktion als Gesamtprozess einer digitalisierten Produktion wirkt (vgl. Industrial Value Chain Initiative 2018, S. 18).					
Eigenschaft		Dimensionale Ausprägung			
Erwartungshorizont für ROI		Konventionell	Klar definiert	Entrepreneurial	
Handlung	Führungsweise durch die digitale Transformation	Abgeleitet von Phänomen lfd. Nr.	42		
Das Verständnis der digitalen Transformation führt zu der Festlegung auf Führungsweisen durch den Prozess. Die Art des Führungsstils wird durch die digitale Reife determiniert (vgl. Berghaus et al. 2017, S. 22), welche sich in beobachtbaren Verhaltensweisen niederschlägt.					
Eigenschaft		Dimensionale Ausprägung			
Herangehensweise der Führung		Top-down	Bottom-up	Spezialisiert	Innovation
Handlung	Ausbau der Kompetenzen von Organisation und Mitarbeiter	Abgeleitet von Phänomen lfd. Nr.	48		
Für eine Ausweitung von Nutzen und die Überbrückung von Unsicherheiten (vgl. Magruk 2016, S. 279) ist der Ausbau von Kompetenzen notwendig. Für die Erreichung von Skaleneffekten und Synergien ist eine breite Verfügbarkeit von digitalen Kompetenzen erforderlich (vgl. Remane et al. 2017, S. 7). Bei balancierter Ausgangslage und unterstützendem Kontext werden Ausbaumaßnahmen für Kompetenzen entweder projektbezogen oder unternehmensübergreifend ganzheitlich umgesetzt.					
Eigenschaft		Dimensionale Ausprägung			
Ausbaugrad der Kompetenz		Ad hoc	Projektbezogen	Ganzheitlich	
Strategie	Standardisierung der Automatisierung	Abgeleitet von Phänomen lfd. Nr.	72		
Die Bewältigung der steigenden Komplexität wird durch die Nutzung von neuen und für die digitalisierte Produktion geschaffenen Standards (vgl. Henssen und Schleipen 2014, S. 302) erleichtert. Bei positivem Kontext und guter VB ist eine strategische Ausrichtung hin zur vollumfänglichen Nutzung von Standards zu beobachten (vgl. Buchholz et al. 2017, S. 32).					
Eigenschaft		Dimensionale Ausprägung			
Standardisierungsgrad der Produktion		Ungeregelt	Partiell	Vollumfänglich	

Abbildung 41: Paradigmatische Bestimmung der Handlungen, Strategien und Interaktion
(Quelle: Darstellung des Autors)

Durch die ermittelten Handlungen, Strategien und die Nutzenschöpfung als Interaktion ergibt sich in der Konsequenz ein Verhalten, mit dem in der beobachtbaren Praxis Investitionen in digitale Technologien getätigt werden. Aus den gesamten Quellen ergibt sich die in Abbildung 42 dargelegte Konsequenz der digitalen Investitionsbereitschaft.

Konsequenz				
Digitale Investitionsbereitschaft	Abgeleitet von Phänomen lfd. Nr.			27
Strategische Ausrichtung, Handlungen und Interaktion für die Schaffung von Nutzen erfordern Investitionen in Technologie (vgl. Chesbrough 2010, S. 359) und ergeben in der Konsequenz eine beobachtbare Form, wie Entscheidungen getroffen werden. Die Frage, welche Investition am attraktivsten ist (vgl. Zennaro et al. 2018, S. 7), folgt in der Konsequenz einer Logik, welche sich von zurückhaltend bis entrepreneurial unterscheiden lässt.				
Eigenschaft	Dimensionale Ausprägung			
Entscheidungsform für digitale Investitionen	Zurückhaltend	ROI orientiert	Innovationsorientiert	Entrepreneurial

Abbildung 42: Paradigmatische Bestimmung der finalen Konsequenz (Quelle: Darstellung des Autors)

Mit dem paradigmatischen Ausbau der in Abschnitt 6.5.1 ermittelten Kernkategorie kann der Arbeitsschritt des selektiven Kodierens abgeschlossen werden. Die grundlegende Geschichte ist durch die Kernkategorie und die verbundenen Phänomene festgelegt.

Durch die iterative Vorgehensweise sind die Verbindungen verfestigt und mit den Daten verifiziert, so dass im folgenden Abschnitt die finale GT formuliert werden kann.

6.6. Finale Grounded Theory

In diesem Abschnitt werden die Erkenntnisse aus den Arbeitsschritten zur qualitativen Theoriefindung in die finale GT zusammengefasst und konkretisiert. Das selektive Kodieren lieferte durch die Anwendung des paradigmatischen Vorgehens die notwendige Struktur, um die Kernkategorie mit deren Bedingungen und zu den spezifischen Kontexten in Bezug zu setzen und die daraus resultierende Konsequenz abzuleiten. Die folgend ausgearbeitete GT dient als Basis, um im Folgeschritt ein Modell zur quantitativen Untersuchung zu transformieren.

6.6.1. Aufbau der Grounded Theory um die Kernkategorie

Abschnitt 6.5.3 hat die Elemente der finalen Theorie erarbeitet und in Verbindung gesetzt. Es wird auf den in Abbildung 38 visualisierten paradigmatischen Aufbau der Verbindungen zur Kernkategorie verwiesen. In Abbildung 43 sind dementsprechend die gesamten Ergebnisse des paradigmatischen Vorgehens zusammengefasst dargestellt. Vier Bedingungen determinieren demnach die Eigenschaft der VB. Im Ergebnis weist die Kernkategorie vier Ausprägungen – gesichert, optimistisch, kritisch und gestört (vgl. Tabelle 17) – auf. Diese führen wiederum in Verbindung mit dem Kontext zu Handlungen, Strategien und Nutzenschöpfung. In Konsequenz bildet sich daraus das beobachtbare Verhalten bei digitalen Investitionen.

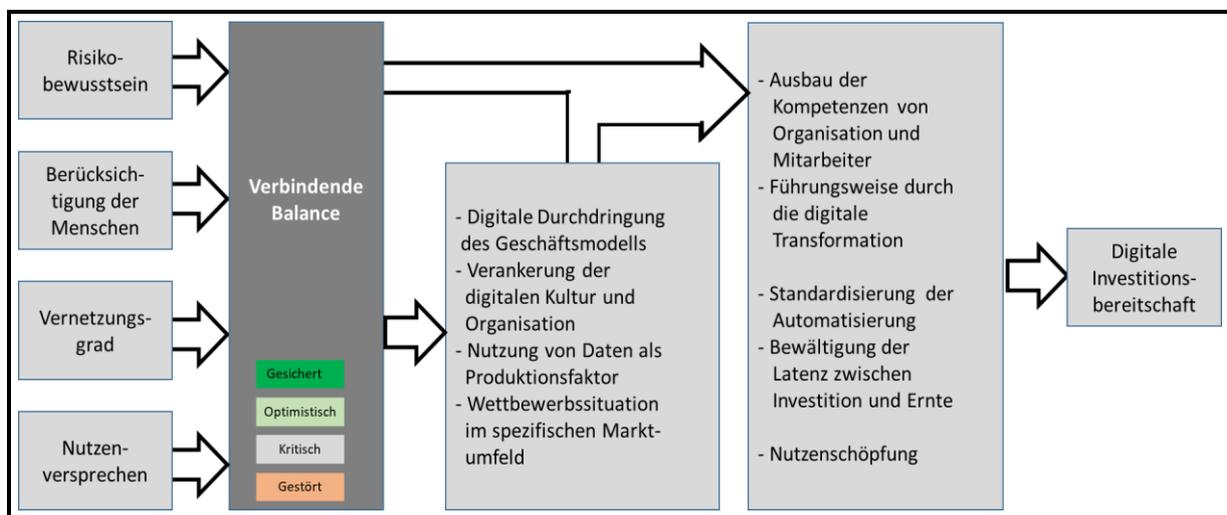


Abbildung 43: Aufbau der Theorie unter Verwendung des paradigmatischen Ausbaus
(Quelle: Darstellung des Autors)

Die folgenden Abschnitte konkretisieren diese Zusammenhänge im Detail. Zuerst wird den Ausprägungen der Eigenschaft der VB durch deren Bedingungen Rechnung getragen. Im Anschluss werden die Ausprägungen der Kontexte beschrieben, um nachfolgend daraus die spezifischen Handlungen, Strategien und Nutzenschöpfung abzuleiten. Diese wiederum führen final zur Beschreibung der Ausprägung bei der Investitionsbewertung.

6.6.2. Ermittlung der „verbindenden Balance“

Die Bedingungen für die Kernkategorie „Verbindende Balance“ (VB) bilden sich aus den Ausprägungen der vier Eigenschaften Risikoniveau, Vernetzung der Wertschöpfung, Einbeziehung der Menschen und Wirkung des Zusatznutzens (vgl. Tabelle 17). Diese Bedingungen wiederum verfügen ihrerseits über Eigenschaften und dementsprechende dimensionale Ausprägungen, die in Abbildung 39 im Detail erarbeitet sind. Die Eigenschaft der VB wurde im Zuge der Überlegungen durch vier dimensionale Ausprägungen definiert. Sie sind wie folgt zu verstehen:

- Gesicherte VB

Die Wechselwirkungen der drei Elemente Mensch, Risiko und Nutzen sind weitestgehend ausgewogen. Die Bedingungen haben eine starke Verbindung der positiven Ausprägungen und sind optimal ausgeglichen.

- Optimistische VB

Durch eine geringfügig weniger positiv ausgeprägte Bewertung der Wechselwirkungen ist die gedankliche Balance nicht voll ausgewogen. Jedoch überwiegen im Mittel die positiven Einflüsse.

- Kritische VB

Eine Verbindung von Eigenschaften, die neben einigen positiven Bewertungen stärkere negative Einflüsse aufweist, führt zu einer möglicherweise instabilen Situation. Ist vereinzelt eine geringfügige Tendenz zur positiven Bewertung festzustellen, wird die Balance kritisch bewertet.

- Gestörte VB

Stellt sich heraus, dass die Bedingungen weitgehend negative Ausprägungen vorweisen, ergibt sich eine eindeutig instabile Situation durch die fehlende Verbindung und den fehlenden positiven Ausgleich. Zeigen sich überwiegend negative Bedingungen, wird dies als gestörte VB betrachtet.

Zur Ermittlung der Ausprägung der VB sind drei sequenzielle Auswerteschritte notwendig. Im ersten Schritt werden die Eigenschaften der Bedingungen betrachtet und bewertet. Die jeweiligen Zustände, werden mit Hilfe von Vierfelderdiagrammen in die Eigenschaften der Kernkategorie überführt. Abbildung 44 stellt dies entsprechend dar.

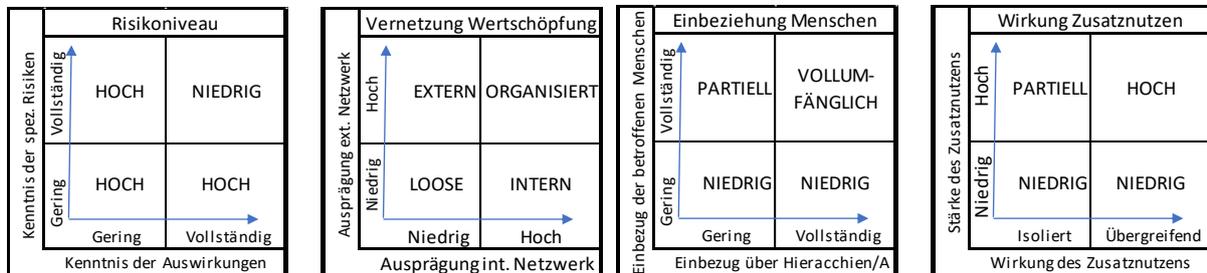


Abbildung 44: Vierfelderdiagramme zur Eigenschaftsbeurteilung (Quelle: Darstellung des Autors)

Im zweiten Schritt werden die ermittelten Eigenschaften der Kernkategorie normierten Werten von -1 bis +1 gemäß Tabelle 18 zugeordnet.

Risikoniveau		Vernetzungsgrad		Einbezug Mensch		Wirkung des Zusatznutzens		Verbindende Balance	
Niedrig	+1	Organisiert	+1	Vollumfänglich	+1	Stark	+1	Gesichert	ab +0,75
Hoch	-1	Extern	+0,5	Partiell	0	Partiell	0	Optimistisch	ab +0,5
		Intern	0	Niedrig	-1	Schwach	-1	Kritisch	über 0
		Loose	-1					Gestört	unter 0

Tabelle 18: Normierung der Eigenschaftswerte (Quelle: Darstellung des Autors)

Im dritten Schritt wird der Mittelwert der vier Eigenschaften gebildet und damit die zugehörige Ausprägung der VB ermittelt. Dies führt zu insgesamt 72 möglichen Kombinationen, welche in die entsprechende Ausprägung der Kernkategorie transferiert werden. Diesen Transfer zeigt Tabelle 19 schematisch. Die festgelegte Ausprägung ist relevant für die folgenden Auswertungsschritte. Die Tabelle ist zusätzlich in besser lesbarer Form in Anhang V.I einsehbar.

Risikoniveau	Vernetzungsgrad	Einbezug Mensch	Wirkung des Zusatznutzens	Verbindende Balance	x1	x2	x3	x4	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
Niedrig	Organisiert	Vollumfänglich	Stark	Gesichert	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00
Niedrig	Organisiert	Vollumfänglich	Partiell	Gesichert	1,0	1,0	1,0	0,0	0,75
Niedrig	Organisiert	Vollumfänglich	Schwach	Optimistisch	1,0	1,0	1,0	-1,0	0,50
Niedrig	Organisiert	Partiell	Stark	Gesichert	1,0	1,0	0,0	1,0	0,75
Niedrig	Organisiert	Partiell	Partiell	Optimistisch	1,0	1,0	0,0	0,0	0,50
Niedrig	Organisiert	Partiell	Schwach	Kritisch	1,0	1,0	0,0	-1,0	0,25
Niedrig	Organisiert	Niedrig	Stark	Optimistisch	1,0	1,0	-1,0	1,0	0,50
Niedrig	Organisiert	Niedrig	Partiell	Kritisch	1,0	1,0	-1,0	0,0	0,25
Niedrig	Organisiert	Niedrig	Schwach	Kritisch	1,0	1,0	-1,0	-1,0	0,00
Niedrig	Extern	Vollumfänglich	Stark	Gesichert	1,0	0,5	1,0	1,0	0,88
Niedrig	Extern	Vollumfänglich	Partiell	Optimistisch	1,0	0,5	1,0	0,0	0,63
Niedrig	Extern	Vollumfänglich	Schwach	Kritisch	1,0	0,5	1,0	-1,0	0,38
Niedrig	Extern	Partiell	Stark	Optimistisch	1,0	0,5	0,0	1,0	0,63
Niedrig	Extern	Partiell	Partiell	Kritisch	1,0	0,5	0,0	0,0	0,38
Niedrig	Extern	Partiell	Schwach	Kritisch	1,0	0,5	0,0	-1,0	0,13
Niedrig	Extern	Niedrig	Stark	Kritisch	1,0	0,5	-1,0	1,0	0,38
Niedrig	Extern	Niedrig	Partiell	Kritisch	1,0	0,5	-1,0	0,0	0,13
Niedrig	Extern	Niedrig	Schwach	Gestört	1,0	0,5	-1,0	-1,0	-0,13
Niedrig	Intern	Vollumfänglich	Stark	Gesichert	1,0	0,0	1,0	1,0	0,75
Niedrig	Intern	Vollumfänglich	Partiell	Optimistisch	1,0	0,0	1,0	0,0	0,50
Niedrig	Intern	Vollumfänglich	Schwach	Kritisch	1,0	0,0	1,0	-1,0	0,25
Niedrig	Intern	Partiell	Stark	Optimistisch	1,0	0,0	0,0	1,0	0,50
Niedrig	Intern	Partiell	Partiell	Kritisch	1,0	0,0	0,0	0,0	0,25
Niedrig	Intern	Partiell	Schwach	Kritisch	1,0	0,0	0,0	-1,0	0,00
Niedrig	Intern	Niedrig	Stark	Kritisch	1,0	0,0	-1,0	1,0	0,25
Niedrig	Intern	Niedrig	Partiell	Kritisch	1,0	0,0	-1,0	0,0	0,00
Niedrig	Intern	Niedrig	Schwach	Gestört	1,0	0,0	-1,0	-1,0	-0,25
Niedrig	Loose	Vollumfänglich	Stark	Optimistisch	1,0	-1,0	1,0	1,0	0,50
Niedrig	Loose	Vollumfänglich	Partiell	Kritisch	1,0	-1,0	1,0	0,0	0,25
Niedrig	Loose	Vollumfänglich	Schwach	Kritisch	1,0	-1,0	1,0	-1,0	0,00
Niedrig	Loose	Partiell	Stark	Kritisch	1,0	-1,0	0,0	1,0	0,25
Niedrig	Loose	Partiell	Partiell	Kritisch	1,0	-1,0	0,0	0,0	0,00
Niedrig	Loose	Partiell	Schwach	Gestört	1,0	-1,0	0,0	-1,0	-0,25
Niedrig	Loose	Niedrig	Stark	Kritisch	1,0	-1,0	-1,0	1,0	0,00
Niedrig	Loose	Niedrig	Partiell	Gestört	1,0	-1,0	-1,0	0,0	-0,25
Niedrig	Loose	Niedrig	Schwach	Gestört	1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-0,50
Hoch	Organisiert	Vollumfänglich	Stark	Optimistisch	-1,0	1,0	1,0	1,0	0,50
Hoch	Organisiert	Vollumfänglich	Partiell	Kritisch	-1,0	1,0	1,0	0,0	0,25
Hoch	Organisiert	Vollumfänglich	Schwach	Kritisch	-1,0	1,0	1,0	-1,0	0,00
Hoch	Organisiert	Partiell	Stark	Kritisch	-1,0	1,0	0,0	1,0	0,25
Hoch	Organisiert	Partiell	Partiell	Kritisch	-1,0	1,0	0,0	0,0	0,00
Hoch	Organisiert	Partiell	Schwach	Gestört	-1,0	1,0	0,0	-1,0	-0,25
Hoch	Organisiert	Niedrig	Stark	Kritisch	-1,0	1,0	-1,0	1,0	0,00
Hoch	Organisiert	Niedrig	Partiell	Gestört	-1,0	1,0	-1,0	0,0	-0,25
Hoch	Organisiert	Niedrig	Schwach	Gestört	-1,0	1,0	-1,0	-1,0	-0,50
Hoch	Extern	Vollumfänglich	Stark	Kritisch	-1,0	0,5	1,0	1,0	0,38
Hoch	Extern	Vollumfänglich	Partiell	Kritisch	-1,0	0,5	1,0	0,0	0,13
Hoch	Extern	Vollumfänglich	Schwach	Gestört	-1,0	0,5	1,0	-1,0	-0,13
Hoch	Extern	Partiell	Stark	Kritisch	-1,0	0,5	0,0	1,0	0,13
Hoch	Extern	Partiell	Partiell	Gestört	-1,0	0,5	0,0	0,0	-0,13
Hoch	Extern	Partiell	Schwach	Gestört	-1,0	0,5	0,0	-1,0	-0,38
Hoch	Extern	Niedrig	Stark	Gestört	-1,0	0,5	-1,0	1,0	-0,13
Hoch	Extern	Niedrig	Partiell	Gestört	-1,0	0,5	-1,0	0,0	-0,38
Hoch	Extern	Niedrig	Schwach	Gestört	-1,0	0,5	-1,0	-1,0	-0,63
Hoch	Intern	Vollumfänglich	Stark	Kritisch	-1,0	0,0	1,0	1,0	0,25
Hoch	Intern	Vollumfänglich	Partiell	Kritisch	-1,0	0,0	1,0	0,0	0,00
Hoch	Intern	Vollumfänglich	Schwach	Gestört	-1,0	0,0	1,0	-1,0	-0,25
Hoch	Intern	Partiell	Stark	Kritisch	-1,0	0,0	0,0	1,0	0,00
Hoch	Intern	Partiell	Partiell	Gestört	-1,0	0,0	0,0	0,0	-0,25
Hoch	Intern	Partiell	Schwach	Gestört	-1,0	0,0	0,0	-1,0	-0,50
Hoch	Intern	Partiell	Stark	Gestört	-1,0	0,0	-1,0	1,0	-0,25
Hoch	Intern	Niedrig	Partiell	Gestört	-1,0	0,0	-1,0	0,0	-0,50
Hoch	Intern	Niedrig	Schwach	Gestört	-1,0	0,0	-1,0	-1,0	-0,75
Hoch	Loose	Vollumfänglich	Stark	Kritisch	-1,0	-1,0	1,0	1,0	0,00
Hoch	Loose	Vollumfänglich	Partiell	Gestört	-1,0	-1,0	1,0	0,0	-0,25
Hoch	Loose	Vollumfänglich	Schwach	Gestört	-1,0	-1,0	1,0	-1,0	-0,50
Hoch	Loose	Partiell	Stark	Gestört	-1,0	-1,0	0,0	1,0	-0,25
Hoch	Loose	Partiell	Partiell	Gestört	-1,0	-1,0	0,0	0,0	-0,50
Hoch	Loose	Partiell	Schwach	Gestört	-1,0	-1,0	0,0	-1,0	-0,75
Hoch	Loose	Stark	Stark	Gestört	-1,0	-1,0	-1,0	1,0	-0,50
Hoch	Loose	Niedrig	Partiell	Gestört	-1,0	-1,0	-1,0	0,0	-0,75
Hoch	Loose	Niedrig	Schwach	Gestört	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,00

Tabelle 19: Schematische Darstellung der Transfertabelle der Kernkategorie „Verbindende Balance“
(Quelle: Darstellung des Autors)

Im folgenden Abschnitt werden die Einflussgrößen, die den Kontext für die VB bilden, in Form von Szenarien zusammengeführt. Diese bilden dann mit der ermittelten Ausprägung der VB die Grundlage für die folgende Bestimmung der Handlungen, Strategien und Nutzenschöpfung.

6.6.3. „Verbindende Balance“ im Kontext

Die VB bildet durch die Verbindung der Bedingungen eine spezifische Ausprägung die mit Hilfe von Tabelle 19 ermittelt wird. Die Bewertung als gestört, kritisch, optimistisch oder gesichert wird aus der Kombination der Daten abgeleitet. Zum Beispiel wurde im Interview 4 von fehlendem unternehmerischem Mut gesprochen (vgl. Anhang 75), um neue Dinge umzusetzen. Im Gesamtbild ist der Tenor der VB im Interview 4 als kritisch zu bewerten. In Interview 1 zeigt sich dahingehend, dass eine optimistische VB (vgl. Anhang 38) zur Beobachtung einer klaren Umsetzungsstrategie führt und neue Felder des Nutzens erfahrbar werden.

Die Ausprägung der VB trifft auf einen spezifischen Kontext, der sich, je nachdem, wie diese Phänomene ausgeprägt sind, hemmend oder unterstützend auf die nachgelagerten Handlungen, Strategien und Nutzenschöpfung auswirkt (vgl. Abbildung 40). In diesem Abschnitt werden diese unterschiedlichen Kontexte beschrieben und im Zusammenhang mit deren möglichen Ausprägungen der VB betrachtet. Diese Kombinationen bilden die Grundlage für die beobachtbaren Strategien, Handlungen und Nutzenschöpfung, welche im Folgeabschnitt weiter konkretisiert werden.

Abbildung 40 führt die Phänomene, die den Kontext der GT bilden, auf. Die Kombinationen der jeweiligen Ausprägungen der Phänomene haben insgesamt eine hemmende bzw. unterstützende Wirkung. Hemmend ist so zu verstehen, dass eine optimistische oder gesicherte VB nicht vollumfänglich zu digital freundlichen Strategien oder Handlungen führt. Bei der unterstützenden Wirkung andererseits werden Handlungen und Strategien zu digitaler Investition gefördert, selbst wenn die VB nicht vollständig stabil ist.

Es ergeben sich insgesamt 18 Kontexte, deren Kombinationen in Tabelle 20 schematisch dargestellt sind. Der besseren Übersicht halber ist die Tabelle gut lesbar in Anhang V.II beigefügt. Die Wirkung in hemmender Hinsicht wurde durch einen negativen Zahlenwert, unterstützende Wirkung durch positive Werte veranschaulicht, um eine erste Einteilung in insgesamt hemmende, neutrale und unterstützende Kontexte zu erhalten.

Danach wurden mit den Festlegungen aus dem paradigmatischen Ausbau die unterschiedlichen Kombinationen zusammengefasst. Diese Zusammenfassung ist dann möglich, wenn eine Kombination in deren Ausprägungen so dominiert, dass die weiteren Phänomene nicht mehr zu einer Differenzierung bei resultierenden Handlungen, Strategien und Nutzenschöpfung führt.

Im Folgenden werden die 18 Kontexte einzeln beschrieben und deren Wirkungen auf Handlungen und Strategien erklärt. Für jeden Kontext wurde eine Überschrift definiert, um die Gesamtwirkung in Essenz prägnanter zu umschreiben.

Kontext Nummer	Wettbewerbsdruck	Unternehmensressourcen	Nutzenbeitrag von Daten	Bereitschaft für Veränderung	Durchdringungs-grad
1	Gering	Gering	Unbeachtet	Gering	Keine Dig.
	Gering	Gering	Unbeachtet	Gering	Partiell
	Gering	Gering	Unbeachtet	Gering	Holistisch
	Gering	Gering	Unbeachtet	Hoch	Keine Dig.
	Gering	Gering	Unbeachtet	Hoch	Partiell
	Gering	Gering	Unbeachtet	Hoch	Holistisch
	Gering	Gering	Einbezogen	Gering	Keine Dig.
	Gering	Gering	Einbezogen	Gering	Partiell
2	Gering	Gering	Einbezogen	Hoch	Holistisch
	Gering	Gering	Einbezogen	Hoch	Keine Dig.
	Gering	Gering	Einbezogen	Hoch	Partiell
3	Gering	Ausreichend	Unbeachtet	Gering	Holistisch
	Gering	Ausreichend	Unbeachtet	Gering	Keine Dig.
	Gering	Ausreichend	Unbeachtet	Hoch	Partiell
	Gering	Ausreichend	Unbeachtet	Hoch	Holistisch
	Gering	Ausreichend	Unbeachtet	Hoch	Keine Dig.
4	Gering	Ausreichend	Einbezogen	Gering	Keine Dig.
	Gering	Ausreichend	Einbezogen	Gering	Partiell
	Gering	Ausreichend	Einbezogen	Gering	Holistisch
5	Gering	Ausreichend	Einbezogen	Hoch	Keine Dig.
6	Gering	Ausreichend	Einbezogen	Hoch	Partiell
7	Gering	Ausreichend	Einbezogen	Hoch	Holistisch
8	Hoch	Gering	Unbeachtet	Gering	Keine Dig.
	Hoch	Gering	Unbeachtet	Gering	Partiell
	Hoch	Gering	Unbeachtet	Gering	Holistisch
	Hoch	Gering	Unbeachtet	Hoch	Keine Dig.
	Hoch	Gering	Unbeachtet	Hoch	Partiell
9	Hoch	Gering	Einbezogen	Hoch	Holistisch
	Hoch	Gering	Einbezogen	Gering	Keine Dig.
	Hoch	Gering	Einbezogen	Gering	Partiell
10	Hoch	Gering	Einbezogen	Gering	Holistisch
11	Hoch	Gering	Einbezogen	Hoch	Keine Dig.
12	Hoch	Gering	Einbezogen	Hoch	Partiell
13	Hoch	Ausreichend	Einbezogen	Hoch	Holistisch
	Hoch	Ausreichend	Unbeachtet	Gering	Keine Dig.
	Hoch	Ausreichend	Unbeachtet	Gering	Partiell
14	Hoch	Ausreichend	Unbeachtet	Gering	Holistisch
	Hoch	Ausreichend	Unbeachtet	Hoch	Keine Dig.
	Hoch	Ausreichend	Unbeachtet	Hoch	Partiell
	Hoch	Ausreichend	Unbeachtet	Hoch	Holistisch
15	Hoch	Ausreichend	Einbezogen	Gering	Keine Dig.
	Hoch	Ausreichend	Einbezogen	Gering	Partiell
	Hoch	Ausreichend	Einbezogen	Gering	Holistisch
16	Hoch	Ausreichend	Einbezogen	Hoch	Keine Dig.
17	Hoch	Ausreichend	Einbezogen	Hoch	Partiell
18	Hoch	Ausreichend	Einbezogen	Hoch	Holistisch

Tabelle 20: Schematische Darstellung der Klassifizierung der unterschiedlichen Kontexte (Quelle: Darstellung des Autors)

Kontext Nr. 1: **Fehlende Substanz**

Der Kontext 1 bildet sich aus neun logischen Kombinationen der betrachteten Phänomene. Es besteht kein Wettbewerbsdruck und es stehen keine Ressourcen zur Verfügung. Des Weiteren werden Daten nicht in der Produktion genutzt und/oder die Bereitschaft für Veränderung ist gering. Diese Kombinationen führen zu einem insgesamt sehr stark hemmenden Kontext, der auch bei optimistischer und gesicherter Ausprägung der verbundenen VB nicht zur Bildung von Strategien, zum Aufbau von Nutzenschöpfung oder zu Handlungen im Zuge digitalisierter Produktion führt.

Kontext Nr. 2: **Neutrale Bereitschaft**

Kontext 2 basiert auf drei logischen Kombinationen, die keinen Druck durch Wettbewerb wahrnehmen und keine Ressourcen verfügbar haben. Allerdings werden Daten in der Produktion genutzt und die Bereitschaft für Veränderung ist vorhanden. Mit einer gesicherten VB wird sich ein Effekt erhöhter Nutzenschöpfung einstellen und Standardisierung wird partiell eingesetzt werden.

Kontext Nr. 3: **Konservative Basis**

Der aus sechs Kombinationen bestehende Kontext 3 zeichnet sich dadurch aus, dass trotz fehlenden Wettbewerbsdrucks die Verfügbarkeit von Ressourcen gegeben ist. Da jedoch keine Daten in der Produktion genutzt werden, findet keine Interaktion, die zu Strategien oder Handlungen führt, statt. Bei einer optimistischen bzw. gesicherten VB kann aber ein projektbezogener Ausbau der digitalen Kompetenz erfolgen.

Kontext Nr. 4: **Basis für digitalen Anfang**

Die Basis für den digitalen Anfang ist in den drei Kombinationen von Kontext 4 darin begründet, dass ausreichend Unternehmensressourcen und die Nutzung von Daten anzutreffen sind. Jedoch besteht kein Wettbewerbsdruck und lediglich eine geringe Bereitschaft zur Veränderung. Eine optimistische oder gesicherte VB wird über die Nutzenschöpfung zu projektbezogenem Ausbau der digitalen Kompetenz und partieller Standardisierung führen.

Kontext Nr. 5: **Basis für digitalen Start**

In einem Marktumfeld mit geringem Druck für das Unternehmen findet sich in Kontext 5 eine Basis, die Daten in der Produktion nutzt und eine hohe Bereitschaft zur Veränderung aufweist. Ein durchdrungenes digitales Geschäftsmodell existiert nicht. Bei optimistischer und gesicherter VB wird sich dieser Kontext unter einer Bottom-up-Führung zum ganzheitlichen Ausbau von Kompetenzen und vollumfänglichen Einsatz von Standards entwickeln. Bei kritischer VB werden projektbezogen Kompetenzen ausgebaut, um klar definiert weiteren Nutzen abzuschöpfen.

Kontext Nr. 6: **Digitales Fundament**

In einem Marktumfeld, das geringen Wettbewerbsdruck auf das Unternehmen ausübt, findet sich in Kontext 6 eine Kombination, welche Daten in der Produktion nutzt und auf eine hohe Bereitschaft zur Veränderung trifft. Es existiert ein in Teilen realisiertes digitales Geschäftsmodell, das weiter ausgebaut werden kann. Eine positive VB bedingt eine vollumfängliche Standardisierung zum Ausbau der Nutzenschöpfung, genauso wie der ganzheitliche Ausbau von digitalen Kompetenzen mit einem spezialisierten Führungsstil. Bei kritischer VB werden projektbezogen Kompetenzen ausgebaut, um weiteren Nutzen in klar definierter Form abzuschöpfen.

Kontext Nr. 7: **Potenzial für digitale Führerschaft**

Der Kontext 7 bildet eine Konstellation, in der trotz fehlenden Wettbewerbsdrucks alle Beobachtungen eine starke digitale Reife anzeigen. Das digitale Geschäftsmodell ist voll durchdrungen, es sind ausreichend Unternehmensressourcen verfügbar, Daten werden in der Produktion genutzt und es besteht die Bereitschaft zur Veränderung. Bei gesicherter VB kann von einer digitalen Führerschaft ausgegangen werden, die innovationsgetrieben geführt wird. Eine vollumfängliche Standardisierung sowie entrepreneuriales Management der Latenz führen dazu die maximale Nutzenschöpfung im Unternehmen zu realisieren. Bei optimistischer VB kann davon ausgegangen werden, dass Latenz klar definiert betrachtet wird. Für eine kritische VB wird sich eine spezialisierte Führungsweise einstellen und Latenz konventionell betrachtet. Eine gestörte VB wird aufgrund des fehlenden Wettbewerbsdrucks zu keiner Handlung oder Strategie führen.

Kontext Nr. 8: Hohes Risiko im digitalen Wandel

Die sechs Kombinationen, die Kontext 8 bilden, zeichnen sich alle durch das Vorhandensein von Wettbewerbsdruck aus. Durch geringe Ressourcen und die fehlende Nutzung von Daten in der Produktion ist dieser Kontext am kritischsten für ein Unternehmen zu bewerten. Trifft dieser Kontext auf eine VB, welche nicht zumindest optimistisch ist, werden keinerlei unternehmerische Maßnahmen erfolgen. Ist die VB gesichert, kann von einem projektbezogenen Ausbau der Kompetenzen, spezialisiert getrieben, ausgegangen werden. Ist die VB optimistisch, wird die Führung der Digitalisierung top-down erfolgen.

Kontext Nr. 9: Digitaler Nachzügler

Kontext 9 ist charakterisiert durch hohen Wettbewerbsdruck bei gleichzeitig geringen Unternehmensressourcen und geringer Bereitschaft zur Veränderung. Jedoch werden in diesem Kontext schon Daten in der Produktion genutzt und es wird dadurch Nutzenschöpfung erzielt. Durch den Wettbewerbsdruck wird eine optimistische VB zu einem ganzheitlichen Ausbau der Kompetenzen führen und Standardisierung partiell realisiert werden. Latenz wird klar definiert betrachtet und die Transformation spezialisiert geführt werden.

Kontext Nr. 10: Digitaler Aufbau mit begrenzten Reserven

Kontext 10 zeichnet sich durch Wettbewerbsdruck bei geringen verfügbaren Unternehmensressourcen aus. Dies trifft auf eine Organisation, die Daten in der Produktion nutzt und eine hohe Bereitschaft zur Veränderung aufweist. Ein durchgängiges digitales Geschäftsmodell existiert nicht. Bei optimistischer und gesicherter VB wird sich dieser Kontext unter einer spezialisierten Führung zum ganzheitlichen Ausbau von Kompetenzen und vollumfänglichen Standardisieren entwickeln. Bei kritischer VB werden projektbezogen digitale Kompetenzen ausgebaut und die Latenz von Investitionen wird klar definiert bewältigt.

Kontext Nr. 11: Digitaler Ausbau mit begrenzten Reserven

In einem Marktumfeld aus Wettbewerbsdruck ohne ausreichende Unternehmensressourcen verbindet Kontext 11 eine Kombination, die Daten in der Produktion nutzt, gepaart mit einer hohen Bereitschaft zur Veränderung. Es existiert ein partiell etabliertes digitales Geschäftsmodell.

Eine optimistische und gesicherte VB führt zur vollumfänglichen Standardisierung und zum ganzheitlichen Ausbau von Kompetenzen mit einem spezialisierten Führungsstil. Bei kritischer VB werden projektbezogenen Kompetenzen ausgebaut und wird die Latenz von Investitionen klar definiert bewältigt.

Kontext Nr. 12: Digitales Optimum mit begrenzten Reserven

Der Kontext 12 zeigt ein Bild, in dem alle Indikatoren eine starke digitale Reife aufweisen. Wie bei den vorherigen Kontexten herrscht hoher Wettbewerbsdruck und die verfügbaren Ressourcen sind gering, jedoch liegt ein holistisches digitales Geschäftsmodell vor. Daten werden in der Produktion genutzt und es besteht die Bereitschaft zur Veränderung. Bei optimistischen und gesicherten VB wird eine vollumfängliche Standardisierung vorliegen und eine spezialisierte Managementkultur praktiziert. Um die optimale Nutzenschöpfung zu realisieren, wird die Latenz klar definiert gemanagt. Bei einer kritischen VB wird top-down bei konventionell betrachteter Latenz geführt. Eine gestörte VB wird mangels Ressourcen keine Handlung oder Strategieentwicklung bewirken.

Kontext Nr. 13: Vernachlässigte digitale Chance

Drei Kombinationen bilden Kontext 13, der sich dadurch charakterisiert, dass bei gegebenem Wettbewerbsdruck und der Verfügbarkeit von Ressourcen keine Daten in der Produktion genutzt werden und keine Bereitschaft zur Veränderung besteht. Bei einer gesicherten VB wird eine partielle Standardisierung erfolgen und die Kompetenzen projektbezogen aufgebaut. Die Führung durch die Transformation erfolgt top-down.

Kontext Nr. 14: Bereit für den digitalen Kickstart

Kontext 14 ist durch hohen Wettbewerbsdruck bei verfügbaren Ressourcen und einer hohen Bereitschaft für Veränderungen gekennzeichnet. Diese Kombination bietet eine Plattform für einen soliden Start, obwohl ein direkter Beitrag zur Nutzenschöpfung mangels Datennutzung in der Produktion noch nicht vorhanden ist. Die partielle Einführung von Standardisierung wird sich durch eine spezialisierte Führungsweise mit projektbezogenem Aufbau von Kompetenzen bei einer optimistischen oder gesicherten VB einstellen. Bei kritischer VB wird Kompetenz ad hoc und durch eine Top-down-Führungsweise erfolgen.

Kontext Nr. 15: **Bereit für digitale Führerschaft**

Kontext 15 zeichnet aus, dass ausreichend Unternehmensressourcen und die Nutzung von Daten anzutreffen sind, es jedoch eine geringe Bereitschaft zur Veränderung gibt. Durch den Wettbewerbsdruck wird eine optimistische und gesicherte VB einen ganzheitlichen Ausbau der Kompetenz und eine vollumfängliche Standardisierung herbeiführen. Dies ermöglicht eine hohe Nutzenschöpfung und die Einnahme einer digitalen Führungsrolle. Durch die geringe Bereitschaft zur Veränderung sind dazu eine spezialisierte Führung und ein klar definiertes Management von Latenz erforderlich. Bei kritischer VB wird eine Top-down-Führung zum projektbezogenen Aufbau von Kompetenzen vorherrschen.

Kontext Nr. 16: **Digitaler Kickstarter**

Kontext 16 unterscheidet sich von Kontext 5 durch den hohen Wettbewerbsdruck. Bis auf ein digitales Geschäftsmodell sind alle Voraussetzungen für eine Nutzung von digitalisierter Produktion vorhanden. Durch Wettbewerbsdruck wird bei optimistischer und gesicherter VB ein innovationsgetriebener Führungsstil zum ganzheitlichen Ausbau von Kompetenzen und vollumfänglichen Standardisieren mit hohem Beitrag durch die Zusatznutzung führen. Latenz in der Umsetzung wird weitsichtig entrepreneurial betrachtet. Bei kritischer VB werden projektbezogenen Kompetenzen ausgebaut, um klar definiert Nutzen abzuschöpfen.

Kontext Nr. 17: **Digitaler Spezialist**

Ein partiell vorhandenes digitales Geschäftsmodell unterscheidet Kontext 17 von Kontext 16, welches unter hohem Wettbewerbsdruck mit ausreichenden Ressourcen ausgestattet auf eine Nutzung von Daten und eine hohe Bereitschaft für Veränderungen trifft. Der hohe Beitrag der Nutzenschöpfung führt zu einer vollumfänglichen Standardisierung und dem ganzheitlichen Ausbau von Kompetenzen unter einem innovationsgetriebenen Führungsstil. Latenz wird bei optimistischer und gesicherter VB entrepreneurial gemanagt, bei kritischer VB werden hier klar definierte Kriterien zugrunde gelegt. Bei gestörter VB wird eine spezialisierte Führung zur Anwendung kommen.

Kontext Nr. 18: **Digitale Führerschaft**

Kontext 18 zeigt die Kombination, in der alle Parameter ausschließlich fördernd wirken. Das digitale Geschäftsmodell ist voll durchdrungen, es sind ausreichend Unternehmensressourcen verfügbar, Daten werden in der Produktion genutzt und es besteht die Bereitschaft zur Veränderung. Der hohe Wettbewerbsdruck sorgt für Bedarf, Zusatznutzen durch die Nutzenschöpfung zu generieren. Bis auf eine gestörte VB wird Latenz entrepreneurial betrachtet und Standardisierung vollumfänglich umgesetzt. Die Führung ist innovationsgetrieben und der Ausbau der Kompetenzen von Organisation und Mitarbeitern erfolgt ganzheitlich. Für eine gestörte VB wird sich eine spezialisierte Führungsweise einstellen und Latenz klar definiert betrachtet werden.

Durch das Ausarbeiten der Kontexte zeigt sich sehr klar, wie die VB auf den jeweiligen Kontext wirkt. Die Entscheidung, eine Überschrift zu definieren, gibt der Fülle an Kontexten eine bessere Verständlichkeit, um die GT zu verstehen und praktisch anzuwenden. Durch den kontinuierlichen Abgleich mit den Notizen aus Kodierung und Interviews sind die Auswirkungen auf Handlungen, Strategien und die Interaktion der Nutzenschöpfung in den Kontexten mit aufgeführt. Im Folgeabschnitt wird dies in eine besser auswertbare Struktur überführt, um dann mit der Verbindung zur Konsequenz der GT abzuschließen.

6.6.4. Handlungen, Strategien und Nutzenschöpfung

Durch den paradigmatischen Ausbau der Kernkategorie wurden die beobachteten Strategien für die Bewältigung der Fragen von digitalisierter Produktion ermittelt. Es wurden zwei relevante Handlungen identifiziert, um Kompetenzen und Transformation zu managen. Zudem wurde der Beitrag der Nutzenschöpfung als Interaktion im Sinne der GT identifiziert (vgl. Abbildung 41). Diese Elemente hängen von der Ausprägung der VB aus Abschnitt 6.6.2 und dem spezifischen Kontext aus Abschnitt 6.6.3 ab. Zum weiteren Ausbau der GT werden die Auswirkungen und deren spezifische Kombinationen im Gesamten aufgetragen, wie Tabelle 21 dargestellt. Die ganzseitige Darstellung ist zur besseren Lesbarkeit in Anhang V.III beigelegt.

Kernkategorie		Interaktion	Strategie	Strategie	Handlung	Handlung	
Verbindende Balance	Kontext	Nutzenschöpfung	Bewältigung der Latenz	Standardisierung	der digitalen Transformation	Ausbau der Kompetenzen	
Dimensionale Ausprägung	Nummer	Zusätzlicher Beitrag	Erwartungs-horizont ROI	Standardisierungsgrad in der Produktion	Herangehensweise der Führung	Ausbaugrad der Kompetenz	
Gesichert	1	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	
	2	Hoch	Nicht anwendbar	Partiell	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	
	3	Gering	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Projektbezogen	
	4	Hoch	Nicht anwendbar	Partiell	Nicht anwendbar	Projektbezogen	
	5	Hoch	Nicht anwendbar	Vollumfänglich	Bottom-up	Ganzheitlich	
	6	Hoch	Nicht anwendbar	Vollumfänglich	Spezialisiert	Ganzheitlich	
	7	Hoch	Entrepreneurial	Vollumfänglich	Innovation	Ganzheitlich	
	8	Gering	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Spezialisiert	Projektbezogen	
	9	Hoch	Klar definiert	Partiell	Spezialisiert	Ganzheitlich	
	10,11	Hoch	Nicht anwendbar	Vollumfänglich	Spezialisiert	Ganzheitlich	
	12	Hoch	Klar definiert	Vollumfänglich	Spezialisiert	Ganzheitlich	
	13	Gering	Nicht anwendbar	Partiell	Top-down	Projektbezogen	
	14	Gering	Nicht anwendbar	Partiell	Spezialisiert	Projektbezogen	
	15	Hoch	Klar definiert	Vollumfänglich	Spezialisiert	Ganzheitlich	
	16,17,18	Hoch	Entrepreneurial	Vollumfänglich	Innovation	Ganzheitlich	
	Optimistisch	1,2	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar
3		Gering	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Projektbezogen	
4		Hoch	Nicht anwendbar	Partiell	Nicht anwendbar	Projektbezogen	
5		Hoch	Nicht anwendbar	Vollumfänglich	Bottom-up	Ganzheitlich	
6		Hoch	Nicht anwendbar	Vollumfänglich	Spezialisiert	Ganzheitlich	
7		Hoch	Klar definiert	Vollumfänglich	Innovation	Ganzheitlich	
8		Gering	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Top-down	Projektbezogen	
9		Hoch	Klar definiert	Partiell	Spezialisiert	Ganzheitlich	
10,11		Hoch	Nicht anwendbar	Vollumfänglich	Spezialisiert	Ganzheitlich	
12		Hoch	Klar definiert	Vollumfänglich	Spezialisiert	Ganzheitlich	
13		Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	
14		Gering	Nicht anwendbar	Partiell	Spezialisiert	Projektbezogen	
15		Hoch	Klar definiert	Vollumfänglich	Spezialisiert	Ganzheitlich	
16,17,18		Hoch	Entrepreneurial	Vollumfänglich	Innovation	Ganzheitlich	
Kritisch		1,2,3,4	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar
		5,6	Hoch	Klar definiert	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Projektbezogen
	7	Hoch	Konventionell	Vollumfänglich	Spezialisiert	Ganzheitlich	
	8,9	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	
	10,11	Hoch	Klar definiert	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Projektbezogen	
	12	Hoch	Konventionell	Vollumfänglich	Top-down	Ganzheitlich	
	13	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	
	14	Gering	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Top-down	Ad hoc	
	15	Hoch	Nicht anwendbar	Vollumfänglich	Top-down	Projektbezogen	
	16,17	Hoch	Klar definiert	Vollumfänglich	Innovation	Ganzheitlich	
18	Hoch	Entrepreneurial	Vollumfänglich	Innovation	Ganzheitlich		
Gestört	1-16	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	
	17,18	Hoch	Klar definiert	Nicht anwendbar	Spezialisiert	Nicht anwendbar	

Tabelle 21: Wirkungstabelle durch Kombination von VB und spezifischem Kontext (schematisch)
(Quelle: Darstellung des Autors)

Durch diese Aufstellung von Zusammenhängen ist die GT soweit verdichtet, dass es möglich ist in Abhängigkeit von den Bedingungen die Ausprägung der VB zu definieren und dies mit dem spezifischen Kontext in eine Kombination von Strategien, Interaktion und Handlungen zu überführen. In der finalen theoretischen Konsequenz führt die jeweils spezifische Kombination der Ausprägungen zu einer Entscheidungsform bei Investitionsvorhaben. Im folgenden Abschnitt wird der letzte Arbeitsschritt zur finalen GT durchgeführt, indem die resultierende finale Konsequenz aus ermittelter VB und Kontext dargelegt wird.

6.6.5. Konsequenz der Gesamtwirkung durch die „Verbindende Balance“

Die Motivation zu dieser Dissertation liegt in der Betrachtung der Investitionsbeurteilung von digitalisierter Produktion. Dieses Interesse zieht sich vom Titel über die Forschungsfragen und durch die Recherche der relevanten Literatur bis zu den Anfängen der selektiven Kodierung. Im Ergebnis münden alle Arbeitsschritte der qualitativen Theoriebildung im Investitionsverhalten als Konsequenz der gewonnenen Erkenntnisse durch den Ausbau der Zusammenhänge um die Kernkategorie der GT.

Basierend auf der Auswertung der Kontexte unter spezifischen Ausprägungen der VB liegen in Tabelle 21 alle Kombinationen der Strategien und Handlungen sowie die Ausprägung der Nutzenschöpfung vor. In Verbindung mit der in Abbildung 42 bestimmten Ausprägung der Entscheidungsform für digitale Investition kann sachlogisch eine theoretische Zuordnung geschaffen werden. Die vorab festgelegten dimensionalischen Ausprägungen werden aufgrund der fortlaufenden Notizen und Beobachtungen definiert und sind wie folgt zu verstehen:

RIB – ROI-orientierte Investitionsbereitschaft

Die klare Orientierung an einem definierten ROI kennzeichnet die RIB. Eine RIB-basierte Entscheidung erfordert eine greifbare zeitliche Beurteilung, womit die Latenz entweder konventionell oder klar definiert betrachtet werden muss. Die Führung durch eine Investition folgt konventionellen Ansätzen, somit top-down oder spezialisiert. Der Beitrag zur Nutzenschöpfung ist als hoch zu erwarten.

IIB – Innovationsorientierte Investitionsbereitschaft

Bei der IIB zeigt das Verhalten eine klare Orientierung an technologischem Nutzen. Die strategische Ausprägung der vollumfänglichen Standardisierung ist ein Merkmal, ebenso wie der Führungsstil, der entweder bottom-up oder spezialisiert geprägt ist. Bei überlappenden Eigenschaften mit der RIB überwiegt die IIB.

EIB – Entrepreneuriale Investitionsbereitschaft

In der EIB wird klar nach vorne geschaut und in einer offenen, innovationsfreundlichen Weise und mit unternehmerischem Mut (vgl. Transkript Interview 4, Anhang IV.IV) agiert. Die Merkmale der EIB sind eine innovative Herangehensweise an die digitale Transformation, der entrepreneuriale Erwartungshorizont für ROI und die vollumfängliche Standardisierung.

ZIB – Zurückhaltende Investitionsbereitschaft

Die ZIB beschreibt die vorsichtige Art mit Mitteln umzugehen. Die Investitionsbereitschaft für RIB, IIB und EIB ist klar durch ihre spezifischen Ausprägungen erkennbar und durch die Wirkung der VB in den jeweiligen Kontexten einer Konsequenz zuzuordnen. Im Umkehrschluss wird gefolgert, dass die verbleibenden Konsequenzen, die aus der GT des vorherigen Abschnittes abgeleitet wurden, zur ZIB führen.

Wendet man diese Kriterien auf die in Tabelle 21 dargestellten Kombinationen an, lassen sich die spezifischen Konsequenzen als Folge der Zusammenhänge der GT ermitteln. In Tabelle 22 sind die abgeleiteten Ausprägungen der Konsequenz gegenüber der Ausprägung der VB und der spezifischen Kontexte aufgetragen.

Kernkategorie	Verbindende Balance	Kontext	Konsequenz	Kernkategorie	Verbindende Balance	Kontext	Konsequenz	Kernkategorie	Verbindende Balance	Kontext	Konsequenz
Dimensionale Ausprägung	Dimensionale Ausprägung	Nummer	Entscheidungsform für dig. Investition ZIB RIB IIB EIB	Dimensionale Ausprägung	Dimensionale Ausprägung	Nummer	Entscheidungsform für dig. Investition ZIB RIB IIB EIB	Dimensionale Ausprägung	Dimensionale Ausprägung	Nummer	Entscheidungsform für dig. Investition ZIB RIB IIB EIB
Gesichert		1	Keine Investition	Optimistisch		1,2	Keine Investition	Kritisch		1-4	Keine Investition
		2,3,4	ZIB			3,4	ZIB			5,6	ZIB
		5,6	IIB			5,6	IIB			7	IIB
		7	EIB			7	EIB			8,9	Keine Investition
		8	ZIB			8	ZIB			10,11,12	ZIB
		9	RIB			9	RIB			13	Keine Investition
		10,11,12	IIB			10,11,12	IIB			14,15	ZIB
		13,14	ZIB			13	Keine Investition			16,17,18	EIB
		15	IIB			14	ZIB			Gestört	1-16
16,17,18	EIB	15	IIB	17,18	RIB						
						16,17,18	EIB				

Tabelle 22: Zuordnungen der Entscheidungsform für digitale Investitionen (Quelle: Darstellung des Autors)

Mit diesem Arbeitsschritt ist der Ausbau der GT abgeschlossen und es wird möglich eine Verhaltensform für Investitionen auf Basis der gegebenen Bedingungen und in dem spezifischen Kontext abzuleiten. Diese Erkenntnisse sind die theoretische Grundlage für die folgende quantitative Prüfung und Untersuchung der hier ermittelten Theorie.

6.7. Zusammenfassung und Zwischenfazit der qualitativen Theoriebildung

Die komplexe Problemstellung der Arbeit ist mitunter den vielen Einflüssen der digitalen Transformation geschuldet. Wie in Kapitel 2 beschrieben, gestaltet es sich schwierig die Zusammenhänge umfassend zu begreifen, da sich unterschiedliche Wissensbereiche gegenseitig beeinflussen. Die Forschungslücke, die an der Verbindung von Unternehmensstrategie und operativer Umsetzung identifiziert wurde (vgl. Abschnitt 3.2), zeigt diese Herausforderung eindringlich. Die relevanten Wissensbereiche zu verbinden und im Kontext der Investition in digitale Technologie für die Produktion zu untersuchen, erfordert einen detaillierten Ausbau der qualitativen Theorie. Um dies zu bewerkstelligen wurde der Mixed-Method-Ansatz beschritten wie in Abschnitt 5.3 definiert und die qualitative Untersuchung in diesem Abschnitt vorgeschaltet durchgeführt.

Die Theorie auf Basis der recherchierten bisherigen Forschungsstände der Wissensbereiche konnte mit der Methode der Grounded Theory (vgl. Strauss und Corbin 2010; Charmaz 2014) strukturiert, nachhaltig verdichtet und in Bezug gebracht werden. Im gesamten Prozess wurden die Gütekriterien der GT stringent berücksichtigt. Döring und Bortz zeigen die Notwendigkeit und die Herausforderungen auf, sich an Qualitätskriterien für qualitative Untersuchungen zu orientieren (Döring und Bortz 2016, S. 106–114). Die Einhaltung der dementsprechenden Kriterien nach Lincoln und Guba ist durch unterschiedliche Vorgehensweisen sichergestellt worden. Die Vertrauenswürdigkeit der Untersuchung wurde durch eine sehr detaillierte Dokumentation der Vorgehensweise zur schrittweisen Verdichtung der Ergebnisse erreicht. Die Übertragbarkeit und größtmögliche Bestätigbarkeit wurde durch die konsequente Anwendung des paradigmatischen Vorgehens der GT und die vollständige Dokumentation der Notizen und Diagramme im Anhang berücksichtigt.

Das Kriterium der Zuverlässigkeit ist nur bedingt zu erfüllen, da weder ein Forschungsaudit noch eine Triangulation der Arbeitsweise der Dissertation mit sich selbst sinnvoll umzusetzen ist.

Durch die Anwendung der GT liegt ein wesentliches Qualitätskriterium in der Sättigung des Kodierens, welche durch die kontinuierliche Beurteilung der theoretischen und thematischen Sättigung (vgl. Charmaz 2014, S. 213; Saunders et al. 2018) im Fortschritt der Untersuchung erfolgte. Aldiabat und Le Navenec bezeichnen die Sättigung gar als „Mysterious Step in Grounded Theory Methodology“ (Aldiabat und Le Navenec 2018, S. 245). Die Aufwände in der Anzahl von Kodierdurchläufen, verbunden mit der erzielten Verdichtung durch die beiden Wellen an Interviews, gehen einher mit den Empfehlungen von Aldiabat und Le Navenec. Im Speziellen wurde sich ausreichend Zeit genommen, um die Daten sammeln und analysieren zu können. Es wurde zudem aufwändig auf persönliche Präsenz bei den Interviews geachtet, damit Faktoren, welche die Datensättigung behindern könnten, ausgeschlossen werden (vgl. Aldiabat und Le Navenec 2018, S. 251). Es wird davon ausgegangen, dass die Ergebnisse den notwendigen Qualitätsansprüchen für eine weitere Verwendung genügen.

Es zeigt sich, dass die alleinige Nutzung von Literaturquellen nicht ausgereicht hätte eine praxisbezogene und dichte GT abzuleiten. Die Wahl der semistrukturierten Interviews im ersten Schritt war richtig, um die Zusammenhänge kritisch zu hinterfragen und mit spezifischem Expertenwissen abzugleichen. Die Erkenntnis, dass weitere semistrukturierte Interviews nicht unterstützen, um die Erkenntnisse zu vertiefen und anzureichern, hat dazu geführt die Methode des PZI für die zweite Welle an Interviews zu nutzen. Die hohe Erwartungshaltung in den Erkenntnisgewinn durch das PZI kann uneingeschränkt bestätigt werden. In der selektiven Kodierung ließ sich eine zusammenhängende und logische Theorie generieren. Es ist nun möglich mit Hilfe der Kernkategorie „Verbindende Balance“ (siehe Abschnitt 6.6.2) eine Ermittlung der Entscheidungslage in einem Unternehmen vorzunehmen. In Reflexion auf die in Abschnitt 5.1 formulierten Forschungsfragen lässt sich feststellen, dass die Erkenntnisse der GT klare Schlüsse bzw. erkennbare Tendenzen zulassen.

Bezüglich der ersten Forschungsfrage, inwiefern die Verwendung von internen Konstrukten aus Geschäftsmodellen die Investitionsentscheidung zur digitalen Datenintegration beeinflusst, lässt sich klar erkennen, dass Nutzenkonstrukte eine integrale Rolle einnehmen. Die Notwendigkeit sich strukturiert um den Aufbau des Nutzennetzwerkes, intern und extern, zu kümmern, geht aus Kodierläufen und prägnant aus Erkenntnissen der Interviews hervor. Das Nutzennetzwerk und das Nutzenversprechen liefern wesentliche Grundbedingungen für die Evaluierung der Ausprägung der Kernkategorie. Das Konstrukt der Nutzenschöpfung kristallisiert sich im paradigmatischen Ordnen als wesentliche Interaktion der GT heraus. Unter Berücksichtigung der bisherigen Ergebnisse kann an diesem Punkt ein Zusammenhang zwischen Investitionsentscheidung und der Verwendung von Geschäftsmodellkonstrukten im Sinne der ersten Forschungsfrage festgestellt werden.

Die zweite Forschungsfrage adressiert, wie Maßnahmen der Digitalisierung ein monetärer Wert zugeordnet werden kann. Konkret hat die qualitative Studie keine entsprechenden Maßnahmen zur Monetisierung beobachtet. In der axialen Kodierung und den Interviews wurden die Phänomene „Wertschöpfung durch Assets“ und „Monetisierung von Daten“ (vgl. Abbildung 27 und Abbildung 30) für die Verdichtung genutzt, prägnant in der GT zeigt sich lediglich das Phänomen „Daten als Produktionsfaktor“ für die Determinierung des Kontextes. Im Sinne der zweiten Forschungsfrage liefert die qualitative Untersuchung insofern Erkenntnis, als die Monetisierung von Daten vielen Parametern unterliegt, die aus den erfassten Quellen nicht stark genug hervorgehen. In den anschließenden Untersuchungen der quantitativen Auswertung ergeben sich noch weitere Erkenntnisse zu dieser Forschungsfrage, die in der Zusammenfassung trianguliert werden.

Die dritte Forschungsfrage beschäftigt sich mit der Auswirkung von Standardisierung auf die Investitionsbereitschaft. Zu dieser Fragestellung liefert die Untersuchung sehr eindeutige Erkenntnisse. Die Literatur veranschaulicht wesentliche Vorgaben, wie Standardisierung im konventionellen und teils digitalen Kontext hilft technologische und produktivitätsbedingte Herausforderungen zu meistern. In der axialen Kodierung ergibt sich wenig Indikation für die Rolle der Standardisierung. Jedoch liefert das PZI Informationen für die Notwendigkeit von Standardisierung für die digitale Transformation. Im paradigmatischen Zusammenführen der

Phänomene zur Kernkategorie zeigte sich, dass der Grad der Standardisierung als Strategie aus VB und Kontext hervorgeht. Daher lässt sich auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse feststellen, dass eine vollumfängliche Anwendung von Standardisierung in der digitalisierten Produktion zu einer innovationsorientierten bzw. entrepreneurialen Investitionsbereitschaft beiträgt.

Die Anwendung der in Kapitel 6 geschaffenen Grounded Theory erfordert eine intensive Evaluierung der Bedingungen, des Kontextes und der Zusammenhänge. Obwohl Komplexität reduziert wurde, gibt es keinen einfachen Ansatz, um Investitionsbereitschaft zu erfassen. In den folgenden Arbeitsschritten werden die ermittelten Erkenntnisse genutzt, um die in Abschnitt 3.2 definierte Forschungslücke mit quantitativen Methoden weiter zu untersuchen.

7. Quantitatives Untersuchungsmodell

In Kapitel 6 wurde dem Problem zur Verbindung von Theorien unterschiedlicher Wissensbereiche und der Neuartigkeit der digitalen Transformation in der Wissenschaft dahingehend Rechnung getragen, dass die Methode der GT genutzt wurde, um eine Logik aus theoretisch gefestigten Bausteinen für die Zusammenhänge hinter den Forschungsfragen zu identifizieren. Die stringente Anwendung des paradigmatischen Vorgehens nach Strauss und Corbin ermöglicht es, qualitative Daten aus Literaturlauswertung und Interviews zu verdichten und in „sehr komplexer Form miteinander in Beziehung zu setzen“ (Strauss und Corbin 2010, S. 78). Diese Vorgehensweise erfordert es kontinuierlich in einer formativen Form zu denken und die Daten strikt dem Paradigma folgend zu interpretieren. Die final formulierte GT folgt dementsprechend auch einer ausschließlich formativen Logik und bedient sich Beobachtungen und Annahmen, um die jeweiligen Ausprägungen der Folgeschritte zu beschreiben. Der weitere Verlauf der Untersuchung orientiert sich gemäß Sandelowski et al. (2012, S. 328) an den Forschungsfragen und nicht an den Paradigmen der Methoden. Dies wird auch von Shannon-Baker empfohlen:

„The purpose of a mixed methods research is to provide a more complex understanding of a phenomenon that would otherwise not have been accessible by one approach alone“ (Shannon-Baker 2016, S. 321).

Die paradigmatischen Zusammenhänge aus Abbildung 43 sind für eine quantitative Untersuchung nicht direkt verwendbar. Den Zusammenhängen zwischen Strategie und operativen Prozessen liegt die identifizierte Forschungslücke zugrunde. Al-Debei und Avison beschreiben diesen Zusammenhang in der Form, dass sich im Zuge der sich digitalisierenden Geschäfte eine theoretische Zwischenebene bildet. Diese Zwischenebene moderiert Prozesse zu einem einzigartigen strategischen, operativen und technologischen Mix (vgl. Al-Debei und Avison 2010, S. 370). Eine theoretische Zwischenebene ist somit als latentes Konstrukt bzw. eine latente Zwischenstruktur zu verstehen. Die identifizierte Logik und die Bausteine der GT müssen in ein Messmodell transformiert werden, welches die reflexive Natur dieses Denkmodells berücksichtigt. Im folgenden Kapitel werden die in der GT erarbeiteten Bausteine so transformiert, dass sie sich logisch in die von Al-Debei und Avison gezeigte Lücke zwischen Strategie und operativen Prozessen einfügen. Die beobachtbaren Eigenschaften der Bausteine der GT werden in diesem Zuge zu manifesten Variablen, um dann in den folgenden Arbeitsschritten für die empirische Untersuchung operationalisiert werden zu können.

7.1. Transformation der Grounded Theory in ein quantitatives Modell

Die in Abschnitt 6.6 ausgebaute GT weist Zusammenhänge und Bausteine aus, um die Investitionsbewertung für digitalisierte Produktion theoretisch zu verstehen. In der empirischen Untersuchung sollen diese Zusammenhänge geprüft werden, um dann in einem finalen Modell zusammengefasst werden zu können. Die formativen Zusammenhänge und Annahmen, die der Vorgehensweise einer GT geschuldet sind, erweisen sich für die Modellierung einer Messstruktur für quantitative Untersuchungen nicht dienlich. Um dieses Problem zu lösen, zeigen Javalgi et al. (2013, S. 164) auf, dass die Verbindung von GT und

quantitativen Analysemethoden eine leistungsfähige Kombination zum Ergründen und Prüfen von komplexen Zusammenhängen bietet.

„When researchers place emphasis on testing relationships among the theoretical constructs, advanced quantitative techniques (e.g., regression, structural equation modeling) are used. Healy and Perry (2000) note that even quantitative methodologies such as multiple regression and structural equation modeling are also within the realism paradigm. This is because these and other techniques [...] offer several attractive features, including modeling theoretical constructs/dimensions with complex relationships“ (Javalgi et al. 2013, S. 164).

Shah und Corley stellen dazu fest, dass qualitative Ansätze akkurat und potenziell generalisierbar, allerdings meist überkompliziert sind. Weiter führen sie aus, dass die vermeintliche Unvereinbarkeit durch Triangulation aufgelöst werden kann (Shah und Corley 2006, S. 1831). In Mixed-Method-Studien wird oft von Triangulation gesprochen, jedoch sind die methodischen Vorgehensweisen durch viele paradigmatische und gar politische Diskurse innerhalb der Forschungsgebiete unklar. Denzin (2012, S. 85) plädiert darauf basierend für einen lösungsorientierten Umgang mit der Triangulation, um der „Verpflichtung die Welt zu verändern“ nachzukommen. Wu hat in seiner Arbeit zur Untersuchung des „Technology Acceptance Models“ mit einem Mixed-Method-Ansatz gearbeitet der alternative Konzeptionen entsprechend den Schwerpunkten der Untersuchung anbietet. Abbildung 45 visualisiert die Wirkungsweise der Triangulation mit Sicht auf die vorab qualitativ gewonnenen Erkenntnisse.

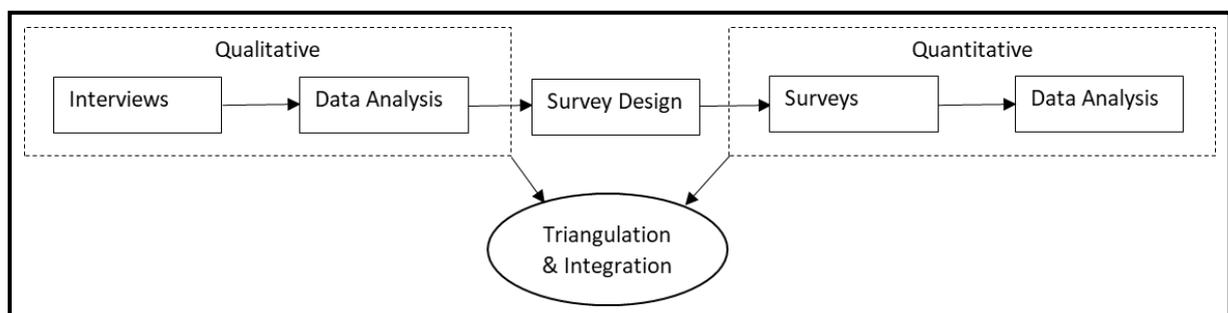


Abbildung 45: Wirkungsweise der Triangulation eines „Sequential Exploratory Mixed Methods Design“
(Quelle: Wu 2012, S. 181)

Die Transformation der GT folgt dieser konzeptionellen Vorgabe von Wu (2012, S. 181), da seine techno-ökonomische Fragestellung in gewisser Weise der Fragestellung dieser Arbeit ähnelt. Im ersten Schritt der Transformation wird das Modell von Al-Debei und Avison (vgl. Abbildung 8) herangezogen und durch die logischen Bausteine der GT ergänzt, um die Lücke zwischen Strategie und operativen Prozessen zu schließen. Die Kernkategorie „Verbindende Balance“ und die Konsequenz der „Digitalen Investitionsbereitschaft“ (DI) werden, der Logik der ermittelten GT folgend, als zentrale latente Konstrukte an den Anknüpfungspunkten als moderierende Konstrukte vorgesehen. Abbildung 46 stellt diesen ersten Schritt im linken Teil dar. Des Weiteren hat die GT aufgezeigt, dass der Kontext wesentlich für die Beurteilung der Handlungen, Strategien und Konsequenzen ist. In der Konkretisierung des Kontextes in Abschnitt 6.6.3 werden sowohl hemmende als auch unterstützende Wirkungen festgelegt. Diese Wirkungen sind nicht direkt messbar und interagieren ebenfalls latent. Daher wird das Modell mit den Konstrukten „Fördernder Kontext“ und „Hemmender Kontext“, wie im rechten Teil von Abbildung 46 dargestellt ergänzt.

Das latente Konstrukt „Verbindende Balance“ wurde durch das selektive Kodieren in Abschnitt 6.5 als Kernkategorie der GT ermittelt und repräsentiert die Balance in der Verbindung der Phänomene Mensch, Risiko und Nutzen. Die Transformation der GT in ein quantitatives Modell erfordert es auch, die manifesten Variablen aus den identifizierten Bedingungen der GT abzuleiten. Tabelle 17 in Abschnitt 6.5.2 führt diese Eigenschaften aus dem Kodierprozess auf.

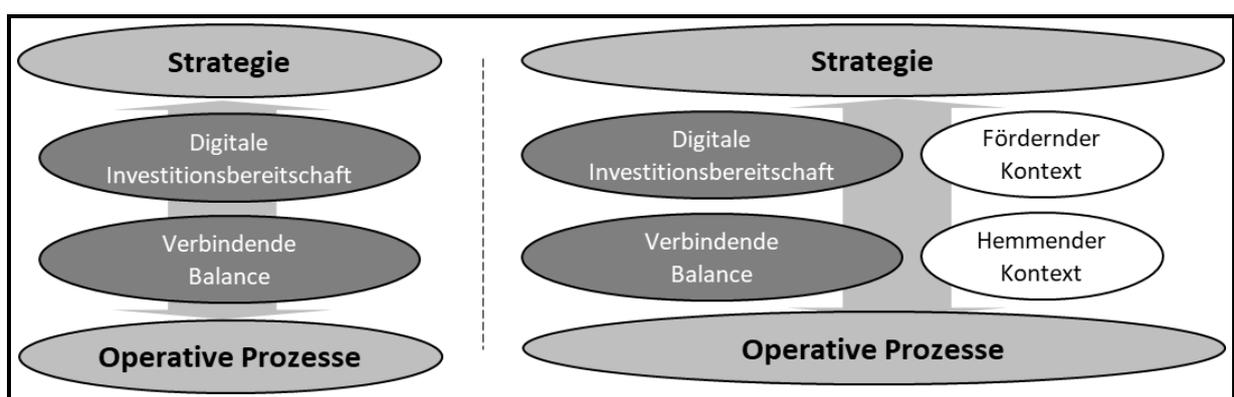


Abbildung 46: Anordnung der moderierenden Konstrukte zur Transformation in ein quantitatives Messmodell (Quelle: Darstellung des Autors in Anlehnung an Al-Debei und Avison 2010, S. 370)

Diese Eigenschaften bauen auf den in Abbildung 39 beschriebenen Bedingungen auf und repräsentieren die gefestigten Erkenntnisse aus der qualitativen Untersuchung. Die acht Eigenschaften der Bedingungen sind im Zuge der durchgeführten Interviews und Kodierung der Daten beobachtbar und eignen sich damit, die manifesten Variablen der latenten Variable „Verbindende Balance“ abzubilden.

In ähnlicher Form können die Phänomene, die den Kontext der GT determinieren, betrachtet werden. Abbildung 40 führt vier Kontexte auf und definiert deren Eigenschaften und Wirkung, die in der Ausarbeitung der GT in Abschnitt 6.6.3 in achtzehn qualitativ bewertete Szenarien münden. Die Kontexte beruhen auf der Beobachtung einer hemmenden oder unterstützenden Wirkung. Die hemmende oder unterstützende Gesamtwirkung beeinflusst die DI in deren Ausprägung, daher wurden diese beiden Konstrukte als eine latente Variable, welche die Gesamtwirkung des hemmenden und fördernden Kontexts abbildet, in die Modellierung aufgenommen. Die in der GT definierten Eigenschaften des Gesamtkontextes können von Personen des Unternehmens wahrgenommen und eingeschätzt werden. Damit werden diese Eigenschaften in gleicher Form wie bei der VB als manifeste Variablen für den Gesamtkontext herangezogen. Im paradigmatischen Vorgehen der GT führen Handlungen, Strategien und Interaktionen zur Konsequenz im Verhalten bei Investitionen für digitale Produktion. Für das quantitative Modell wirkt die VB direkt auf diese DI, welche sich in den Ausprägungen der Strategien und Handlungen manifestieren.

Die Interaktion durch die Nutzenschöpfung wird nicht als direkte Auswirkung der DI wirksam, sondern wird durch die Ausprägung der VB bestimmt (vgl. Abbildung 41 sowie Arnold et al. 2017, S. 100 und Zott et al. 2011, S. 1029). Dies führt zur Festlegung der Nutzenschöpfung als eigenständige latente Variable, um diese Interaktion aus der GT im quantitativen Modell zu repräsentieren. Die Rolle der Nutzenschöpfung in der GT impliziert zudem sachlogisch, dass keine Wirkung des Kontextes auf den zusätzlichen Nutzenbeitrag bei gegebener VB erfolgt. Es ist vielmehr so zu verstehen, dass eine positive Nutzenschöpfung eine positivere DI unterstützt. Der Beitrag der Nutzenschöpfung kann durch Abfrage der Wahrnehmung im Unternehmen operationalisiert werden und verfügt damit über eine korrespondierende manifeste Variable. Handlungen und Strategien aus der

GT können in ihren Ausprägungen durch Personen in Unternehmen beobachtet und beurteilt werden. Die Eigenschaften der Handlungen und Strategien sind daher in gleichem Maße als manifeste Variable für die DI geeignet.

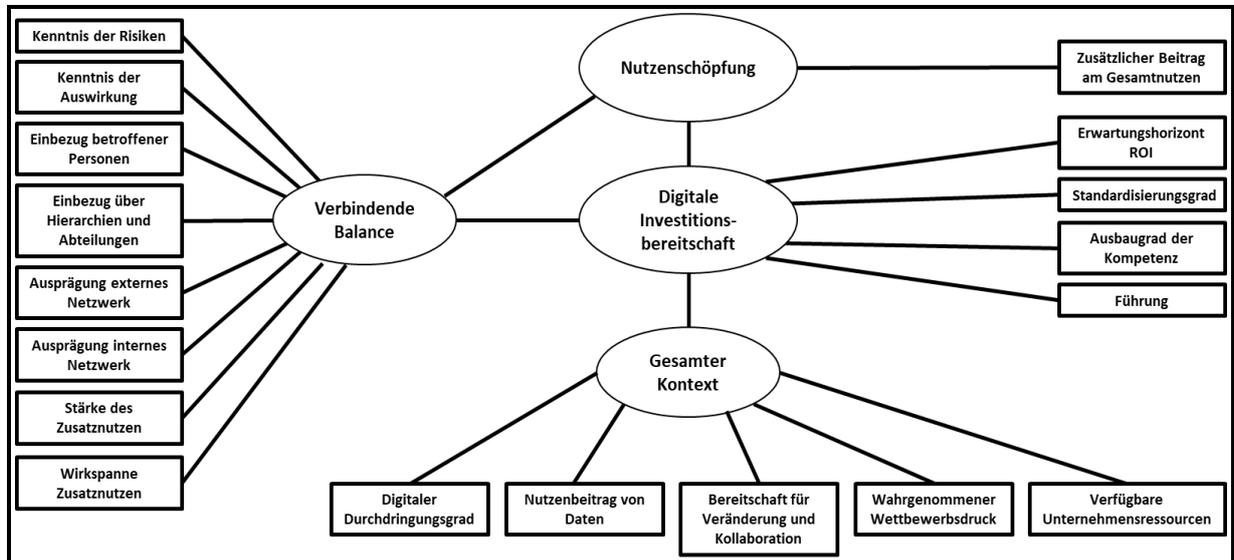


Abbildung 47: Transformiertes quantitatives Modell (Quelle: Darstellung des Autors)

In Abbildung 47 sind alle beschriebenen Transformationschritte in Form eines provisorischen Modells für die weitere quantitative Untersuchung zusammengefasst. Die theoretischen Phänomene der GT bilden die latenten Konstrukte, die beobachtbaren Eigenschaften der GT sind als manifeste Variablen berücksichtigt.

7.2. Hypothesen

Die Transformation der Erkenntnisse aus der GT in ein geeignetes Modell für eine weiterführende quantitative Untersuchung ermöglicht es die Zusammenhänge im Modell zu erklären und daraus Hypothesen abzuleiten.

7.2.1. Wirkung der verbindenden Balance

Im Ergebnis der qualitativen Untersuchung wurde in Abschnitt 6.5.2 ein neues Konstrukt, die „Verbindende Balance“ (VB) definiert, welches die ausgewogene Verbindung von Risiko, Nutzen im Netzwerk und dem Einbezug des Menschen erfasst. Die VB bildet einerseits ein theoretisches Niveau der Gesamteinflüsse aus Unsicherheiten, Bedenken und Risiken, die mit der digitalen Transformation bewältigt werden müssen (vgl. Magruk 2016, S. 283ff; Hirsch-Kreinsen und ten Hompel 2015). Andererseits integriert die VB die Notwendigkeit Partner, interne Ressourcen und Stakeholder zu organisieren und zu vernetzen (vgl. Shafer et al. 2005, S. 202; Osterwalder 2004, S. 44; Al-Debei und Avison 2010, S. 367f) sowie die betroffenen Menschen umfassend mit einzubinden (vgl. Burggräf et al. 2017, S. 2463).

Aus dem paradigmatischen Ausbau der GT erwies sich das Modell der VB sehr vereinbar mit den moderierenden Phänomenen, die aus Geschäftsmodellen stammen. Eine wesentliche Erkenntnis der GT ist die Interaktion der Nutzenschöpfung als Konsequenz der VB. Shafer et al. beschreiben die Rolle der Nutzenschöpfung sehr treffend mit den Worten: „Neither value creation nor value capture occurs in a vacuum“ (2005, S. 202). Auch Al-Debei und Avison (2010, S. 365), Arnold und Voight (2017, S. 100) sowie Zott et al. (2011, S. 1029) gehen von einer positiven Nutzenschöpfung aus, die durch die Wirkung von Nutzennetzwerken und das Zusammenwirken von Aktivitäten in den Unternehmen entsteht.

Aus diesen Erkenntnissen zur Wirkung der Nutzenschöpfung in der Literatur und der in dieser Arbeit erstellten GT kann deshalb folgende erste Hypothese zur Wirkung der VB abgeleitet werden:

H1: Eine hohe Ausprägung der VB beeinflusst die Ausprägung der Nutzenschöpfung positiv.

Im Interesse dieser Arbeit steht die Frage, wie die DI eines sehr komplexen Umfelds bewertet werden kann. Die VB bildet gemäß der GT (vgl. Abschnitt 6.6) den Zustand der komplexen Gesamtsituation ab und beeinflusst Investitionsbewertungen und -entscheidungen maßgeblich. Unterstützt wird dieser Ansatz von Brauckmann (2019, S. 116),

der ausführt, dass unter anderem die klassische Investitionsrechnung für digitalisierte Fertigung nicht mehr greift. Der Ansatz von Al-Debei und Avison (siehe Abbildung 8) erfordert eine Moderation an der Schnittstelle zwischen Strategie und operativen Prozessen, was in dem transformierten Modell (vgl. Abbildung 47) durch die VB abgeleitet werden kann. Zennaro et al. (2018) haben gezeigt wie eine sehr spezifische Betrachtung in der Produktion einen relativ hohen Aufwand zur Beurteilung erfordert, der konsequenterweise in der Komplexität einer digitalisierten Produktion nicht beherrschbar wäre. Kaufmann (2015, S. 41) macht den Versuch die Unschärfe in der Wirtschaftlichkeit durch Reifegrade zu greifen und findet die Lösung im auch in Interviews 4 genannten „unternehmerischen Mut“ (vgl. Anhang 75). Die VB im Ausbau der GT liefert hier die Basis, wie Strategien und Handlungen zu entsprechend ausgeprägtem Verhalten bei Investitionen führen, daher wird folgende Hypothese zur Wirkung der VB auf die DI abgeleitet:

H2: Eine <u>hohe</u> Ausprägung der <u>VB</u> beeinflusst die Ausprägung der <u>DI</u> <u>positiv</u> .
--

7.2.2. Wirkung des Kontextes

Die GT gründet darauf, dass Handlungen, Strategien und Interaktionen aus der Kernkategorie und dem jeweiligen spezifischen Kontext resultieren (Strauss und Corbin 2010, S. 101). Abschnitt 6.6.3 führt eine Betrachtung der insgesamt 18 unterschiedlichen Gesamtkontexte durch und erklärt deren spezifische Wirkungen im Detail (vgl. Abbildung 40). In der qualitativen Theorie verbinden sich die Wirkungen zu einem jeweiligen Szenario für die weitere Betrachtung der daraus resultierenden Konsequenz. Im quantitativen Modell sind nichtstetige Zusammenhänge nicht abbildbar. Folgt man analog den Überlegungen der für H2 zitierten Autoren, erkennt man gleichermaßen Verweise auf die Unschärfe auch im Hinblick auf den Kontext. Die Interviews, die PZI im Speziellen, haben mehrfach den Kontext erläutert und die beiden Ausprägungen „hemmend“ und „fördernd“ gut erkennen lassen. Ist der Kontext weitestgehend fördernd, also mit hohen Werten bestimmt, wird dies die DI positiv beeinflussen. Überwiegen die hemmenden Anteile, wird dieser niedrige Werte

aufweisen und die DI negativ beeinflussen. Aus diesen Beobachtungen und der Auswertung der qualitativen Daten kann daher folgende Hypothese zum Kontext formuliert werden:

H3: Eine hohe Ausprägung des Gesamtkontextes beeinflusst die Ausprägung der DI positiv.

7.2.3. Wirkung der Nutzenschöpfung

Zott et al. (2011) beschreiben die Wechselwirkung von Geschäftsmodellen und stellen explizit die Nutzenschöpfung für einen zusätzlichen Wettbewerbsvorteil als relevant heraus. Müller et al. (2018b) argumentieren, wie Nutzenschöpfung durch digitalisierte Technologie, in diesem Fall IIoT, zu Innovation und unterschiedlichsten Vorteilen führt. Diese Wirkung entfaltet sich unabhängig vom Einfluss des Kontextes und erweist sich daher zusätzlich als positiv auf die DI. Daher lässt sich die Hypothese zur Wirkung der Nutzenschöpfung ableiten:

H4: Eine hohe Ausprägung der Nutzenschöpfung beeinflusst die Ausprägung der DI positiv.

7.3. Strukturgleichungsmodell

Durch die abgeleiteten Hypothesen und die vorgelagerten Überlegungen zur Transformation der GT in ein quantitatives Modell kann im Folgeschritt ein Strukturgleichungsmodell (SGM) für den anschließenden empirischen Untersuchungsprozess festgelegt werden. Backhaus et al. empfehlen das vollständige SGM zuerst in Form von drei Teilmodellen zu spezifizieren (2015, S. 79). Dementsprechend wird zuerst das Strukturmodell der latenten Variablen aufgebaut und konkretisiert. Im Anschluss werden die Messmodelle der latenten endogenen und exogenen Variablen aus den Erkenntnissen der GT abgeleitet und für die Operationalisierung im Folgeabschnitt festgelegt. Im Anschluss werden die Teilmodelle zu einem gesamten SGM zusammengefasst und wird die Identifizierbarkeit überprüft.

7.3.1. Strukturmodell

Für das Strukturmodell werden die Überlegungen zur Transformation aus Abschnitt 7.1 übernommen und mit den formulierten Hypothesen aus Abschnitt 7.2 ergänzt. Das Strukturmodell bildet hierbei die theoretisch begründeten Zusammenhänge (Reinecke 2005, S. 12) aus den Erkenntnissen der qualitativen Untersuchung für eine weiterführende quantitative Prüfung ab. Damit ist sichergestellt, dass der erwartete Erkenntnisgewinn die weitergehende Beantwortung der Forschungsfragen unterstützt. Der Ansatz der Triangulation (vgl. Wu 2012, S. 181; Shah und Corley 2006, S. 1831) aus Abbildung 45 wird für die Auswertung vorgesehen, um die Gesamtergebnisse zielgerichtet zusammenzufassen.

Die Kernkategorie der GT, die „Verbindende Balance“ (VB), bildet den theoretischen Kern des Strukturmodells und wird daher als exogene Variable ξ_1 festgelegt. Die VB wirkt wie in Abschnitt 7.2.1 erläutert auf die digitale Investitionsbereitschaft (DI) als latent endogene Variable. Durch die theoretischen Überlegungen zu den Nutzenkonstrukten der Geschäftsmodelle wird das theoretische Konstrukt der Nutzenschöpfung als weitere latente endogene Variable festgelegt. Der besseren Übersicht halber wird die DI als η_2 und die Nutzenschöpfung entsprechend als η_1 definiert. Die Hypothesen H1 und H2 beschreiben die Beziehungen zwischen ξ_1 und η_1 sowie zwischen ξ_1 und η_2 und können durch die zu ermittelnden Pfadkoeffizienten γ_{11} und γ_{21} abgebildet werden. Beide Koeffizienten wirken positiv und sind dementsprechend gekennzeichnet.

Die Hypothese H4 erwartet eine Wirkung der Nutzenschöpfung η_1 auf die DI η_2 . Dieser Zusammenhang wird durch den zu ermittelnden Pfadkoeffizienten β_{21} definiert. Die Relevanz des Kontextes wurde sowohl in der GT als auch in den Überlegungen zur Transformation in Abschnitt 7.1 herausgestellt (Abbildung 46). Die Hypothese H3 formuliert dementsprechend die positive Wirkung des Gesamtkontextes als latente exogene Variable ξ_2 auf η_2 , die Variable der DI. Der Pfadkoeffizient γ_{22} repräsentiert diesen Zusammenhang.

Die empirisch messbaren Zusammenhänge zwischen der VB und den jeweiligen Kontexten sind für die Betrachtung der Gesamtergebnisse zu beachten. Die entsprechende Kovarianz unter den exogenen Variablen ξ_1 und ξ_2 ist deshalb im Strukturmodell durch die zu ermittelnde Variable ϕ_{12} repräsentiert. Das komplett definierte Strukturmodell ist in Abbildung 48 dargestellt.

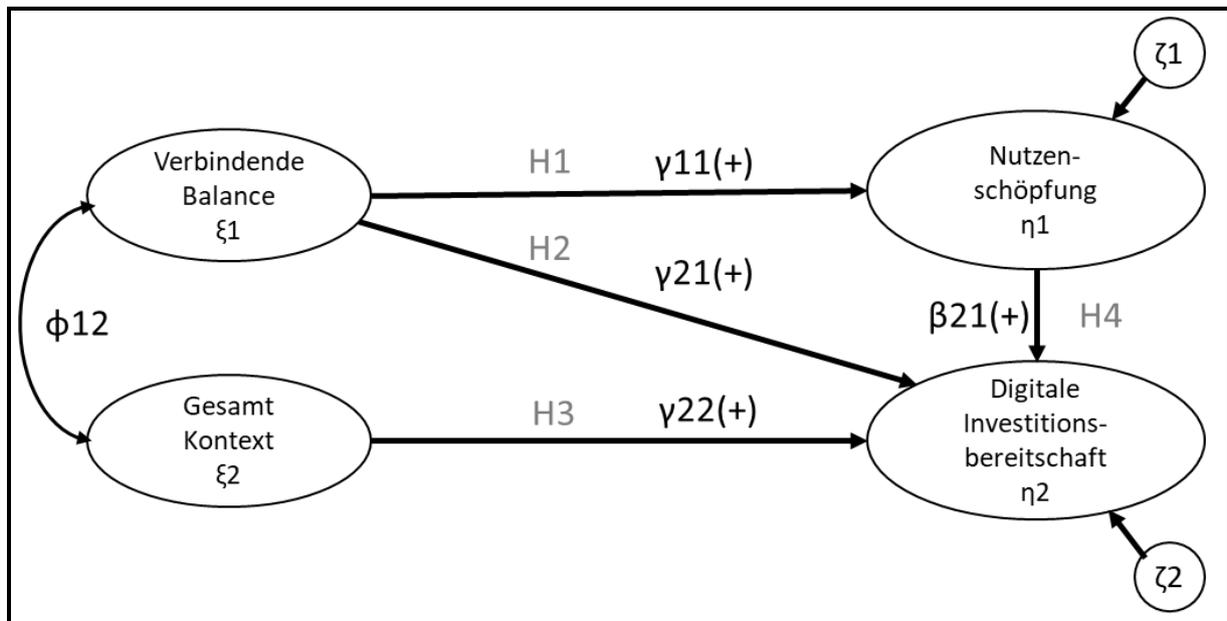


Abbildung 48: Strukturmodell der latenten Variablen (Quelle: Darstellung des Autors)

7.3.2. Messmodell der latenten exogenen Variablen

Die Auseinandersetzung mit der moderierenden Wirkung zwischen Strategie und operativen Prozessen bei der Transformation in Abschnitt 7.1 sowie den Überlegungen der GT zur VB in Abschnitt 6.5.1 führen zu einem reflexiven Messmodell, das in Abbildung 49 dargestellt ist.

Das Messmodell der VB / ξ_1 basiert auf den theoretischen Eigenschaften aus der qualitativen Betrachtung gemäß Tabelle 17 und folgt der Logik zur Integration der kodierten Bedingungen gemäß Abbildung 39. In der finalen GT in Abschnitt 6.6.2 ergeben sich acht beobachtbare Variablen für das Messmodell von ξ_1 . Das Messmodell für den Gesamtkontext ξ_2 gründet auf der Definition gemäß Abbildung 40 und nutzt die in der Kodierung getroffene

Wirkung auf Interaktion, Handlung und Strategie. Für alle Pfade sollen die Faktorladungen und Störgrößen in der Auswertung des SGM geschätzt werden und sind im Modell entsprechend als zu schätzende Größen berücksichtigt.

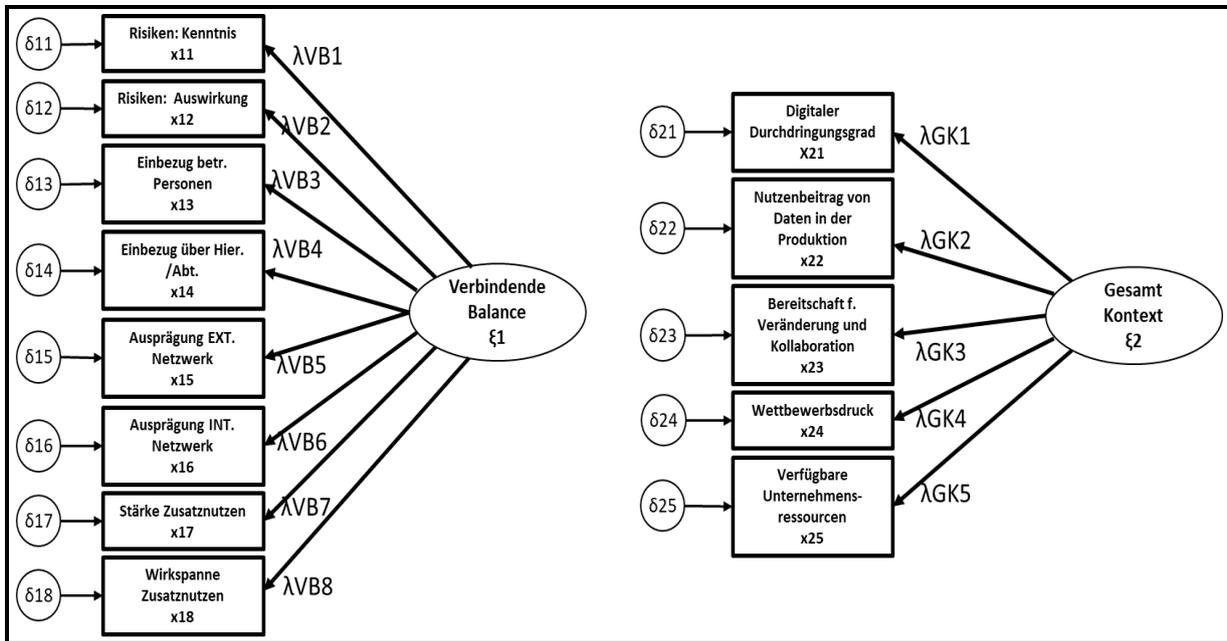


Abbildung 49: Messmodell der exogenen Variablen ξ1 und ξ2 (Quelle: Darstellung des Autors)

Zur besseren Übersicht sind die Messvariablen so indiziert, dass an erster Stelle die Eins für die Verbindung mit ξ1 und die Zwei für die Verbindung zum Gesamtkontext, also ξ2, gewählt wurde. Die zweite Stelle ist jeweils fortlaufend nummeriert. Damit ergeben sich dreizehn Messvariablen x11 bis x18 und x21 bis x25.

Die Störgrößen folgen derselben Konvention und sind mit δ11 bis δ18 sowie δ21 bis δ25 im Modell berücksichtigt. Die zu ermittelnden Faktorladungen sind dahingehend indiziert, dass die verbundenen latenten Variablen in der Bezeichnung als VB und GK kodiert wurden. Damit ist eine übersichtliche Strukturierung der zu ermittelnden Größen gewährleistet. In Tabelle 23 sind alle im Messmodell verwendeten Messgrößen und zu ermittelnden Faktoren zusammenfassend aufgeführt.

Bezug latente Variable	Indizierte Messgröße	Bedeutung	Zu ermittelnde Größen	
ξ1 (Verbindende Balance)	x11	Risiken: Kenntnis	λVB1	δ11
	x12	Risiken: Auswirkung	λVB2	δ12
	x13	Einbezug betr. Personen	λVB3	δ13
	x14	Einbezug über Hierarchien und Abteilungen	λVB4	δ14
	x15	Ausprägung externes Netzwerk	λVB5	δ15
	x16	Ausprägung internes Netzwerk	λVB6	δ16
	x17	Stärke Zusatznutzen	λVB7	δ17
	x18	Wirkspanne Zusatznutzen	λVB8	δ18
ξ2 (Gesamt Kontext)	x21	Digitaler Durchdringungsgrad	λGK1	δ21
	x22	Nutzenbeitrag von Daten in der Produktion	λGK2	δ22
	x23	Bereitschaft für Veränderung und Kollaboration	λGK3	δ23
	x24	Wettbewerbsdruck	λGK4	δ24
	x25	Verfügbare Unternehmensressourcen	λGK5	δ25

Tabelle 23: Übersicht der verwendeten Indizes im Messmodell für die exogenen Variablen ξ1 und ξ2
(Quelle: Darstellung des Autors)

7.3.3. Messmodell der latent endogenen Variablen

Die beiden latent endogenen Variablen repräsentieren die Wirkung der Variablen ξ1 und ξ2. Die Festlegungen der Indizes werden wie vorab konsistent angewendet. Die Variable der Nutzenschöpfung ist mit η1 und die Variable der DI mit η2 repräsentiert. Die Messung der Variablen nutzt die Erkenntnisse des paradigmatischen Ausbaus aus Abbildung 41. Die DI wird in der qualitativen Untersuchung aus den Handlungen, Strategien und Interaktionen als Konsequenz, wie in Tabelle 21 dargestellt, gebildet. Im quantitativen Ansatz wird η2 entsprechend durch die manifesten Variablen y21 bis y24 gemessen, welche den Eigenschaften der Handlungen und Strategien aus der GT entsprechen. Als Interaktion der GT wurde die Nutzenschöpfung ermittelt, die im Strukturmodell ohne Einfluss von ξ2 gebildet wird. Im Messmodell wird η1 durch die Einschätzung des zusätzlichen Beitrags zum Gesamtnutzen gemessen, welcher durch die Variable y11 definiert ist. In Abbildung 50 sind die beiden Messmodelle entsprechend dargestellt.

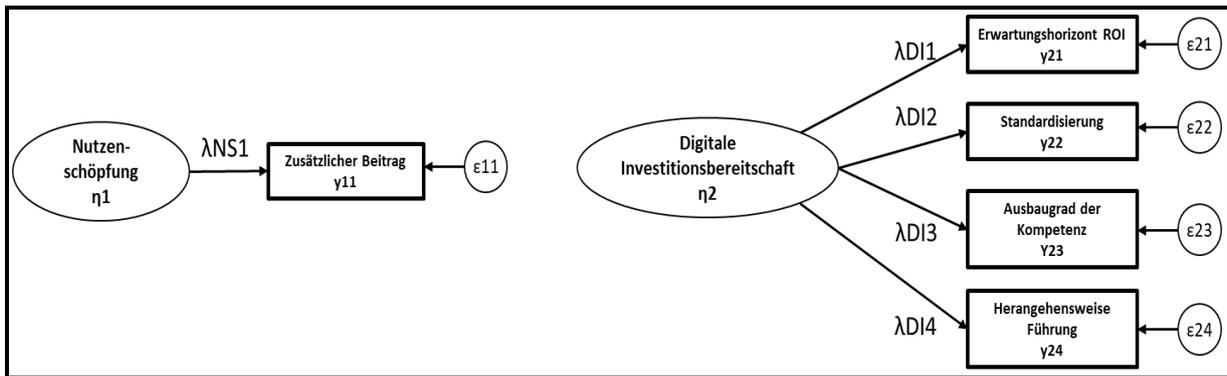


Abbildung 50: Messmodell der endogenen Variablen η_1 und η_2 (Quelle: Darstellung des Autors)

Die Indizes der zu ermittelnden Größen sind mit λ_{NS1} für die Faktorladung und ϵ_{11} für die Störgröße der Variablen y_{11} zu η_1 zuzuordnen. Die Faktorladungen λ_{DI1} bis λ_{DI4} sowie die Störgrößen ϵ_{21} bis ϵ_{24} sind den Messvariablen y_{21} bis y_{24} von η_2 zugehörig. Tabelle 24 stellt alle Größen zum Messmodell der endogenen Variablen dar.

Bezug latente Variable	Indizierte Messgröße	Bedeutung	Zu ermittelnde Größen	
η_1 (Nutzenschöpfung)	y_{11}	Zusätzlicher Beitrag am Gesamtnutzen	λ_{NS1}	ϵ_{11}
η_2 (Digitale Investitionsbereitschaft)	y_{21}	Erwartungshorizont ROI	λ_{DI1}	ϵ_{21}
	y_{22}	Standardisierungsgrad in der Produktion	λ_{DI2}	ϵ_{22}
	y_{23}	Ausbaugrad der Kompetenz	λ_{DI3}	ϵ_{23}
	y_{24}	Herangehensweise der Führung	λ_{DI4}	ϵ_{24}

Tabelle 24: Übersicht der verwendeten Indizes im Messmodell für die endogenen Variablen η_1 und η_2 (Quelle: Darstellung des Autors)

7.3.4. Verbinden der Teilmodelle zum gesamten SGM

Mit der Ermittlung der drei Teilmodelle kann das vollständige SGM der Untersuchung mit allen Zusammenhängen und zu schätzenden Größen kombiniert werden. Abbildung 51 zeigt das gesamte zusammengefügte Modell. Aus den zu schätzenden Pfadkoeffizienten, Kovarianzen, Faktorladungen und Störgrößen ergeben sich insgesamt 43 Größen für das SGM, die zusammenfassend in Tabelle 25 dargestellt sind.

Zu schätzende Größe	Teilmodell	Bedeutung	Zu schätzende Größe	Teilmodell	Bedeutung
γ_{11}	Struktur	Pfadkoeffizient ξ_1 - η_1	ϕ_{12}	Struktur	Kovarianz ξ_1 - ξ_2
γ_{21}	Struktur	Pfadkoeffizient ξ_1 - η_2			
γ_{22}	Struktur	Pfadkoeffizient ξ_2 - η_2			
β_{21}	Struktur	Pfadkoeffizient η_1 - η_2	ζ_1	Struktur	Störgröße η_1
			ζ_2	Struktur	Störgröße η_2
λ_{VB1}	Exogen	Faktorladung ξ_1 - x_{11}	δ_{11}	Exogen	Störgröße x_{11}
λ_{VB2}	Exogen	Faktorladung ξ_1 - x_{12}	δ_{12}	Exogen	Störgröße x_{11}
λ_{VB3}	Exogen	Faktorladung ξ_1 - x_{13}	δ_{13}	Exogen	Störgröße x_{13}
λ_{VB4}	Exogen	Faktorladung ξ_1 - x_{14}	δ_{14}	Exogen	Störgröße x_{14}
λ_{VB5}	Exogen	Faktorladung ξ_1 - x_{15}	δ_{15}	Exogen	Störgröße x_{15}
λ_{VB6}	Exogen	Faktorladung ξ_1 - x_{16}	δ_{16}	Exogen	Störgröße x_{16}
λ_{VB7}	Exogen	Faktorladung ξ_1 - x_{17}	δ_{17}	Exogen	Störgröße x_{17}
λ_{VB8}	Exogen	Faktorladung ξ_1 - x_{18}	δ_{18}	Exogen	Störgröße x_{18}
λ_{GK1}	Exogen	Faktorladung ξ_2 - x_{21}	δ_{21}	Exogen	Störgröße x_{21}
λ_{GK2}	Exogen	Faktorladung ξ_2 - x_{22}	δ_{22}	Exogen	Störgröße x_{22}
λ_{GK3}	Exogen	Faktorladung ξ_2 - x_{23}	δ_{23}	Exogen	Störgröße x_{23}
λ_{GK4}	Exogen	Faktorladung ξ_2 - x_{24}	δ_{24}	Exogen	Störgröße x_{24}
λ_{HK5}	Exogen	Faktorladung ξ_2 - x_{25}	δ_{25}	Exogen	Störgröße x_{25}
λ_{NS1}	Endogen	Faktorladung η_1 - γ_{11}	ϵ_{11}	Endogen	Störgröße γ_{11}
λ_{DI1}	Endogen	Faktorladung η_2 - γ_{22}	ϵ_{21}	Endogen	Störgröße γ_{21}
λ_{DI2}	Endogen	Faktorladung η_2 - γ_{23}	ϵ_{22}	Endogen	Störgröße γ_{22}
λ_{DI3}	Endogen	Faktorladung η_2 - γ_{24}	ϵ_{23}	Endogen	Störgröße γ_{23}
λ_{DI4}	Endogen	Faktorladung η_2 - γ_{25}	ϵ_{24}	Endogen	Störgröße γ_{24}

Tabelle 25: Aufstellung der 43 zu schätzenden Größen im SGM (Quelle: Darstellung des Autors)

Im weiteren Verlauf der Untersuchung wird das SGM mit dem Programmpaket SPSS/AMOS analysiert und folgt dabei den Empfehlungen von Weiber und Mühlhaus (2014, S. 173).

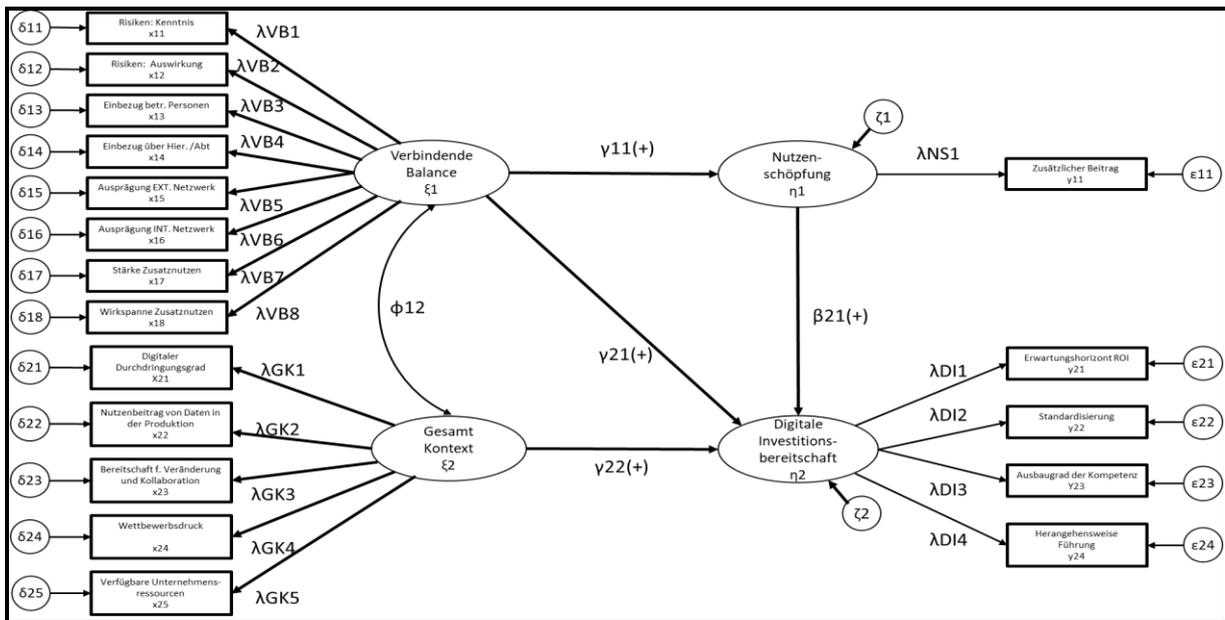


Abbildung 51: Vollständiges Strukturgleichungsmodell (Quelle: Darstellung des Autors)

Eine A-priori-Überprüfung der Identifizierbarkeit des SGM wird von Backhaus et al. sowie Reinecke anhand der Berechnung der Freiheitsgrade (d.f.) empfohlen (vgl. Backhaus et al. 2015, S. 86f; Reinecke 2005, S. 232). Diese Prüfung wird vorab durchgeführt und ergibt 128 Freiheitsgrade (Abbildung 52). Weiber und Mühlhaus raten für die praktische Anwendung zudem an, dass die Anzahl der Freiheitsgrade „mindestens der Zahl der zu schätzenden Parameter“ entsprechen sollte (Weiber und Mühlhaus 2014, S. 61). Damit ist die Identifizierbarkeit bei 43 zu schätzenden Parametern gegenüber 128 Freiheitsgraden in jedem Fall gegeben. Das Strukturgleichungsmodell ist für die weitere Verwendung identifizierbar und wird dementsprechend für die weitere Operationalisierung und Auswertung festgelegt.

$s = \frac{1}{2} * (p + q) * (p + q + 1)$ $s = 171$	$p = \text{Anzahl der } y\text{-Variablen}$ $q = \text{Anzahl der } x\text{-Variablen}$ $t = \text{Anzahl der unbekannt Parameter}$ $s = \text{Anzahl der Gleichungen des SGM}$	$p = 5$ $q = 13$ $t = 43$
$d.f. = s - t$ $d.f. = 128$	$d.f. = \text{Anzahl der Freiheitsgrade}$	

Abbildung 52: Prüfung der Freiheitsgrade des SGM nach Backhaus et al. (2015, S. 86f)

8. Quantitative Untersuchung

Im vorherigen Kapitel wurde auf Grundlage der theoretischen Überlegungen der qualitativen Voruntersuchung ein Strukturgleichungsmodell abgeleitet. Dieses Modell bietet die Basis für die zentrale quantitative Umfrage innerhalb des Mixed-Method-Ansatzes wie in Abschnitt 5.3 dargelegt. Dieses Kapitel beschreibt die gesamte quantitative Untersuchung und die Erkenntnisse aus der Umfrage und den Analysen der gewonnenen Daten.

8.1. Operationalisierung der manifesten Variablen

In den Abschnitten 7.3.2 und 7.3.3 wurden die Messmodelle für die endogenen und exogenen Variablen definiert. Insgesamt sind achtzehn manifeste Variablen im SGM vorhanden, die in diesem Abschnitt durch geeignete Messinstrumente operationalisiert werden. Die Operationalisierung wurde in der Form vorgenommen, dass möglichst viele Messinstrumente auf bereits bei sachverwandten Arbeiten verwendeten Items oder Skalen aufbauen. Es zeigt sich in der Recherche, dass für die Variablen des Modells nur vereinzelt Instrumente in der bisher verfügbaren Literatur dokumentiert sind. Dies ist unter anderem dem in Abschnitt 2.1.3 beschriebenen Problem der Disziplinen geschuldet. Es finden sich aber Arbeiten aus den Bereichen Technologiemanagement und Reifegradermittlung, welche die Aspekte der manifesten Variablen in unterschiedlichen praktisch beobachtbaren Dimensionen des Unternehmens aufgreifen. Daher wurde die Operationalisierung in der Form durchgeführt, dass die verfügbaren Instrumente gemäß den Variablen des SGM funktional zugeordnet werden. In der Auswertung werden diese im Anschluss in, den Variablen zugehörigen, Skalen zusammengefasst. Durch eine weitere intensive Nutzung der Werkzeuge zur Literaturrecherche (vgl. Abschnitt 4.1) wurde nach Ansätzen recherchiert, die hilfreich sind, um die manifesten Variablen im Kontext Digitalisierung zu messen. Durch eine möglichst geringe Anpassung an die Fragestellung werden daraus Messinstrumente entwickelt, um die jeweilige Variable ausreichend reliabel zu erfassen. Für eine kleine Anzahl von Items wurde trotz intensiver Recherche kein verwendbares Messinstrument gefunden.

Hier wird unter Bezugnahme auf die jeweilige originäre Literatur und die Ergebnisse aus der GT eine bestmögliche Fragestellung konzipiert. Diese neu formulierten Instrumente orientieren sich im Aufbau an den Items, welche aus bestehenden Instrumenten gewonnen wurden. Variablen, die durch selbst konzipierte Items gemessen werden, nutzen in der Skala mindestens ein auf bestehenden Instrumenten basiertes Item. Diese Vorgehensweise stellt die Validität und Reliabilität durch die Befragung bestmöglich sicher.

Zur Messung der Items wird mit einheitlich fünfstufigen Ratingskalen gearbeitet, die sich konzeptionell an der allgemein anerkannte Likert-Skala orientieren (vgl. Döring und Bortz 2016, S. 269). Da die jeweiligen Variablen durch zwei bis vier Einzelitems gemessen werden, ist es jedoch korrekter von „Kurzskaalen“ zu sprechen (Döring und Bortz 2016, S. 270). Zinnbauer und Eberl (2004) weisen für die Festlegung der Skalen in Anlehnung an Bagozzi (1981) auf die Notwendigkeit einer Intervallskalierung für die Schätzung von SGM hin. Dieses Kriterium gilt bei der Verwendung von mindestens fünf Beurteilungspunkten als erfüllt (vgl. Müller et al. 2018a, S. 8; Zinnbauer und Eberl 2004, S. 3). Auch wenn unterschiedlichste Autoren eine siebenstufige Skala als Option beschreiben, um feiner zu messen, wird dies für die Umfrage nicht als vorteilhaft angesehen. Dies begründet sich dadurch, da die zur Operationalisierung herangezogenen bekannten Instrumente meist fünfstufig ausgelegt sind. Eine weitere Überlegung berücksichtigt die Situation, dass unterschiedliche Sichtweisen der Digitalisierung in den Messinstrumenten abgefragt werden. Hier könnte eine feingliedrige Beurteilungsskala die kognitive Anforderung an den Befragten unnötig erhöhen, was wiederum die Gefahr des Abbruchs der Bearbeitung oder von Verzerrungen erhöhen würde.

In den folgenden Schritten zur Operationalisierung sind die Items in der Form indiziert, dass als Präfix die in Bezug stehende latente Variable kodiert wird. Danach ist die zu messende manifeste Variable kodiert, gefolgt von einer fortlaufenden Item-Nummerierung innerhalb der Variablen. Um eine möglichst hohe Validität der Messung zu erreichen, werden bei geeigneter Formulierung auch reflexive Fragen genutzt. Diese Items sind mit dem Suffix „_R“ gekennzeichnet und werden in den Analysen dementsprechend invertiert ausgewertet.

8.1.1. Operationalisierung der Variablen der verbindenden Balance (VB)

Das Konstrukt der VB wird durch acht Variablen (siehe Tabelle 23) gemessen. Diese Variablen wurden aus den Eigenschaften der Kernkategorie der GT gemäß Abbildung 39 abgeleitet. Die der GT zugrunde liegende Literatur wird ebenso wie weiterführende Recherchen zu Skalen für die Festlegung der Messinstrumente herangezogen.

x11 : Kenntnis spezifischer Risiken

Hertel (2014, S. 125) hat in seiner Arbeit Recherchen zur Messung von Technologieadoption bei KMU betrieben. Explizit definiert er dabei Indikatoren für die Messung des wahrgenommenen Risikos. In den PZI (vgl. Abschnitt 6.4) und der Arbeit von Magruk (2016) werden spezifische Risiken in technologischer und zeitlicher Hinsicht sowie zur Bewältigung der steigenden Komplexität aufgeworfen. In Anlehnung an die Risikodefinition von Cunningham (1967) hat Hertel fünf Dimensionen zur Messung des wahrgenommenen Risikos gebildet (vgl. Hertel 2014, S. 125). Die Dimensionen des zeitlichen und technischen Risikos werden als geeignet für die digitalisierte Produktion erachtet und übernommen. Rieb et al. haben aus der Perspektive der IT-Sicherheit die Abfrage des Risikobewusstseins betrachtet und ein Item für die Selbsteinschätzung des Risikos von Komplexität definiert (vgl. Rieb et al. 2017, S. 876). Dieses Item eignet sich für eine reflexive Fragestellung und ist entsprechend mit eingearbeitet, um die Validität der Skala zu erhöhen. Die gesamte Operationalisierung von x11 ist in Tabelle 26 zusammengefasst.

Item	Item	Quelle	Adaption
VB_X11_1	Ich kann mir gut vorstellen, wie viel Zeit unser Unternehmen aufwenden muss, um sich in die Funktionsweise von Digitalisierung in der Produktion einzuarbeiten.	Hertel 2014, S. 125	übernommen
VB_X11_2_R	Ich kann die Komplexität von Digitalisierung in der Produktion schwer einschätzen.	Rieb et al. 2017, S. 876	angepasst
VB_X11_3	Die Technologie zur Digitalisierung der Produktion ist technisch sehr ausgereift.	Hertel 2014, S. 125	übernommen

Tabelle 26: Operationalisierung x11; Kenntnis der spezifischen Risiken (Quelle: Darstellung des Autors)

x12: Kenntnis der Auswirkungen von Risiken

Die Kenntnis der Auswirkungen führt die Überlegungen zur Operationalisierung von x11 logisch fort. Neben der reinen Kenntnis von Risiken, ist es relevant die Wahrnehmung der entsprechenden Auswirkungen zu erfassen. Diese Auswirkungen bestehen in finanzieller Hinsicht (vgl. Buchholz et al. 2017, S. 13), in der organisatorischen Verankerung der Digitalisierung sowie in der systematischen Begleitung des Transformationsprozesses. Für die Einschätzung der finanziellen Auswirkungen bietet sich ein Instrument an, das von Hertel zur Messung des finanziellen Risikos verwendet wurde (vgl. Hertel 2014, S. 125). Für die weiteren Auswirkungen bieten Berghaus et al. (2017, 2016) einen Fundus von gut belastbaren Messinstrumenten. In deren Indikatoren zur Organisation wird nach dem Vorhandensein eines Frühwarnsystems gefragt, um die Auswirkungen gesamthaft und früh zu erkennen (vgl. Berghaus et al. 2017, S. 30). Auch in den Indikatoren zum Transformationsmanagement findet sich ein geeignetes Item, um die Kenntnis für die kontinuierliche Überprüfung des Fortschrittes der Ziele zu erfassen (vgl. Berghaus et al. 2017, S. 40). Insgesamt bilden diese drei Items die Messung von x12 und sind in Tabelle 27 dargestellt.

Item	Item	Quelle	Adaption
VB_X12_1	Eine Investition in Digitalisierung der Produktion empfinde ich insgesamt als sehr risikoarm.	Hertel 2014, S. 125	übernommen
VB_X12_2	Unser Unternehmen verfügt über eine systematische „Frühwarnung“ zur Identifikation von, für uns neuen, relevanten Technologien und Geschäftsmodellen.	Berghaus 2018, S. 101	übernommen
VB_X12_3	Die Zielerreichung aller Aktivitäten im Zusammenhang mit der Digitalisierung wird periodisch überprüft.	Berghaus et al. 2017, S. 40	übernommen

Tabelle 27: Operationalisierung x12; Kenntnis der Auswirkung von Risiken (Quelle: Darstellung des Autors)

x13: Einbeziehung der betroffenen Personen

Für die Messung, wie Personen in Prozesse einbezogen werden, finden sich in zwei Arbeiten bestehende operationalisierte Instrumente, die sich mit dem Prozess der digitalen Transformation und der Ermittlung eines digitalen Reifegrades von Unternehmen beschäftigen (vgl. Oswald und Krcmar 2018; Berghaus 2018). Berghaus liefert dabei zwei Instrumente, wie Personen in die Transformation einbezogen werden und wie Teilhabe zu Innovation bei der Digitalisierung führt (Berghaus 2018, S. 99f). In der Ermittlung der

Organisationskultur nutzen Oswald und Krcmar (2018, S. 76) eine Abfrage für die Ausprägung offener Gespräche. Diese Instrumente eignen sich für die Messung von x13 und konnten weitestgehend übernommen werden. Die Messung von x13 erfolgt mit drei Items und ist in Tabelle 28 zusammengefasst.

Item	Item	Quelle	Adaption
VB_X13_1	In unserem Unternehmen gibt es Möglichkeiten für jeden, an den Gesprächen über die digitale Transformation teilzunehmen.	Oswald und Krcmar 2018, S. 76	Kontext angepasst
VB_X13_2	Digitale Projekte werden von Anfang an abteilungs- und funktionsübergreifend organisiert und umgesetzt.	Berghaus 2018, S. 100	übernommen
VB_X13_3	Unsere Mitarbeiter bringen aktiv neue digital getriebene Verbesserungsideen mit ein, die in mehreren Fällen bereits umgesetzt wurden.	Berghaus 2018, S. 99	Kontext angepasst

Tabelle 28: Operationalisierung x13; Einbeziehung der betroffenen Personen (Quelle: Darstellung des Autors)

x14: Einbeziehung über Hierarchien und Abteilungen

Die Mitnahme der Abteilungen, mitsamt der Führungskräfte in allen Ebenen, ist aus den Erkenntnissen der qualitativen Untersuchung als wesentliches Element der VB zu werten. Im jährlich erhobenen „Digital Maturity Index“ der Universität St. Gallen wird die Dimension „Transformationsmanagement“ gemessen. Das Item VB_X14_1 basiert auf diesem Block und misst die real wahrgenommene Einbeziehung durch die Förderung durch Vorgesetzte (vgl. Berghaus et al. 2017, S. 40). Berghaus führt in ihrer darauf aufbauenden Untersuchung ein Instrument ein, indem durch die Dimension „Management-Unterstützung“ zur weiteren Konkretisierung dieser Sachverhalte beigetragen wird. Dieses Instrument fließt als zweites Item zur Messung von X14 ein (vgl. Berghaus 2018, S. 104). Ein drittes Item wird selbst konzipiert und prüft, inwieweit das Senior-Management einbezogen ist und die Projekte unterstützt. Das Item wird in Anlehnung an die Feststellung von Maier und Weber zu Best Practices bei Big-Data-Projekten gewählt.

„Sponsoren aus dem Top-Management der Fachbereiche erleichtern das Zusammenwirken von Vertretern unterschiedlicher Disziplinen deutlich, die in den Projekten benötigt werden“ (Maier und Weber 2013, S. 37).

Tabelle 29 fasst ist die Items zur Messung von X14 zusammen.

Item	Item	Quelle	Adaption
VB_X14_1	Alle Führungskräfte fördern Eigenverantwortung und Veränderungsbereitschaft bei den Mitarbeitern im Kontext der digitalen Transformation.	Berghaus et al. 2017, S. 40	übernommen
VB_X14_2	Das mittlere Management erkennt die Wichtigkeit von digitalisierter Produktion und treibt in hohem Maße die Umsetzung von digitalen Projekten.	Berghaus 2018, S. 104	übernommen
VB_X14_3	Das Senior-Management setzt sich merklich als Sponsor für den Ausbau von Digitalisierung in der Produktion ein.	Abgeleitet bei: Maier und Weber 2013, S. 37	Neukonzeption

Tabelle 29: Operationalisierung x14; Einbeziehung über Hierarchien und Abteilungen (Quelle: Darstellung des Autors)

x15: Ausprägung des externen Netzwerkes

Das externe Netzwerk umfasst Kunden, Lieferanten und Dienstleister, um deren gesamte Aktivitäten unterstützt durch Digitalisierung in Nutzen zu transformieren (vgl. Abbildung 39). Die Dimensionen der „unternehmerischen Agilität“ und „digitalen Kundenintegration“ von Berghaus (2018, S. 100f) messen das externe Netzwerk aus unterschiedlichen Perspektiven. Diese Items werden übernommen und hinsichtlich der Fragestellung auf die digitalisierte Produktion angepasst. Die Integration externer Partner in die Wertschöpfung liefert greifbaren Nutzen und ist ein wichtiger Indikator für die Ausprägung des externen Netzwerkes. In der Messung der „digitalen Wertschöpfungsprozesse“ von Oswald und Krcmar (2018, S. 77) wird erfragt, inwieweit diese Integration realisiert ist. Diese drei Items ermöglichen es die Variable X15 zu messen wie in Tabelle 30 dargestellt.

Item	Item	Quelle	Adaption
VB_X15_1	Es existiert ein Netzwerk mit externen Spezialdienstleistern für Themen der Digitalisierung in der Produktion.	Berghaus 2018, S. 101	übernommen
VB_X15_2	Digitale Technologien ermöglichen es unserem Unternehmen, externe Partner in unsere Wertschöpfungsprozesse zu integrieren.	Oswald und Krcmar 2018, S. 77	übernommen
VB_X15_3	Die Entwicklung von neuen, durch digitalisierte Produktion getriebenen Produktideen durch Kunden wird aktiv gefördert.	Berghaus 2018, S. 100	Kontext angepasst

Tabelle 30: Operationalisierung x15; Ausprägung des externen Netzwerkes (Quelle: Darstellung des Autors)

x16: Ausprägung des firmeninternen Netzwerkes

Instrumente zur Messung der firmeninternen Vernetzung wurden in expliziter Form nicht in der Recherche gefunden. Vielmehr ist die interne Vernetzung Teil von Messungen, welche andere Aspekte des Unternehmens erfragen. Es wird meist davon ausgegangen, dass die interne Vernetzung bei Fragen zur Führung implizit mitschwingt. Es können daraus zwei Instrumente identifiziert werden, welche die Ausprägung der internen Vernetzung repräsentieren. Diese werden auf den Kontext der digitalisierten Produktion konkretisiert und gemäß Tabelle 31 übernommen. Schäffer liefert dabei einen leistungsfähigen Fundus an Messinstrumenten für den Bereich Accounting und misst unter anderem, wie stark interne Abteilungen am strategischen Prozess beteiligt sind (vgl. Schäffer 2007, S. 105). Ebenso findet sich im schon bekannten Instrumentarium des Digital Maturity Index von Berghaus et al. ein Item, welches die Verbindungen für die Digitalisierung durch die Bereitstellung von Experten misst (vgl. Berghaus et al. 2017, S. 34). Diese beiden Items bilden die Skala zur Messung des funktionalen internen Netzwerkes.

Item	Item	Quelle	Adaption
VB_X16_1	Unser Unternehmen hat interne Experten definiert, die für Mitarbeitende oder Externe als Ansprechpartner für digitalisierte Produktion zur Verfügung stehen.	Berghaus et al. 2017, S. 34	konkretisiert
VB_X16_2	Im Planungsprozess für Digitalisierungsprojekte sind alle betroffenen Abteilungen adäquat vertreten.	Schäffer 2007, S. 105	übernommen

Tabelle 31: Operationalisierung x16; Ausprägung des firmeninternen Netzwerkes
(Quelle: Darstellung des Autors)

x17: Stärke des Zusatznutzens

Eine belastbare Operationalisierung wie die Stärke des Zusatznutzens gemessen werden kann, war zum Zeitpunkt dieser Untersuchung mit Ausnahme der Dissertation von Berghaus nicht verfügbar (Berghaus 2018). Daher werden zwei neue Instrumente in Anlehnung an die Studie zur „Industrie 4.0-Readiness“ (Lichtblau et al. 2015) und die Wirkung des Nutzens durch die Implementierung von OEE (vgl. Binti Aminuddin et al. 2015) entwickelt. Das Item „VB_X17_2“ gründet sich auf der Annahme, dass Unternehmen mit wachsender Reife die Wettbewerbsfähigkeit steigern (vgl. Lichtblau et al. 2015, S. 21). Die Logik des sechsstufigen Readiness-Modells (vgl. Lichtblau et al. 2015, S. 23) zeigt, wie die Breite des erschließbaren

Nutzens mit zunehmendem Reifegrad überproportional wächst. Die Formulierung des Items erfasst deshalb, wie dieser Zuwachs wahrgenommen wird. Grundlage für das Item „VB_X17_3“ ist die Manifestation des Nutzens durch die Stärke der wahrgenommenen Verbesserung der Gesamtproduktivität. Hierzu liefert das „automated data collection system“ von Binti Aminuddin et al. (2015, S. 4433) die Ratio, wie eine Verbesserung des OEE technologisch den Nutzen erhöhen kann. Diese Verbindung bildet den Kern des neu konzeptionierten Items. Beide Neukonzeptionen wurden im Hinblick auf die Einfachheit der verwendeten Sprache mehrfach kritisch reflektiert und angepasst.

Tabelle 32 fasst die Items zur Messung von x17 zusammen.

Item	Item	Quelle	Adaption
VB_X17_1	Für Produkte und Dienstleistungen wurden durch digitalisierte Produktion neue Begleitangebote und damit ein Mehrwert für den Kunden geschaffen.	Berghaus 2018, S. 99	übernommen
VB_X17_2	Durch jeden weiteren Schritt in der Digitalisierung werden zusätzliche Vorteile erkannt.	Abgeleitet bei: Lichtblau et al. 2015, S. 25	Neukonzeption
VB_X17_3	Durch die digitalisierte Produktion wird die Gesamtproduktivität stark verbessert.	Abgeleitet bei: Binti Aminuddin et al. 2015, S. 4437	Neukonzeption

Tabelle 32: Operationalisierung x17; Stärke des Zusatznutzens (Quelle: Darstellung des Autors)

x18: Wirkungsspanne des Zusatznutzens

Im Verlauf der GT und der Interviews wurde die Eigenschaft der Wirkspanne als relevant für die Manifestierung der VB ermittelt. Die Wirkspanne weist hierbei aus, wie breit das Nutzenversprechen wirkt. Diese Wirkungen sind auch im Itempool von Berghaus zu finden und in den Dimensionen Strategie und Prozessdigitalisierung verortet.

Dementsprechend werden diese zwei Instrumente übernommen und auf den Kontext der digitalisierten Produktion angepasst. Das von Berghaus übernommene Item VB_X18_3_R ist reflexiv zu bewerten, da mit zunehmend etablierten Prozessen und ausgeschöpftem Potenzial die Wirkspanne sinkt. Die weitgehende Vernetzung von Produktion und Systemen ist eine grundlegende Forderung für die Wirkung von digitalisierter Infrastruktur (vgl. Dorst 2015, S. 16) und zeigt sich für die Messung der Wirkspanne geeignet. Trotz gezielter Recherche wurde zum Zeitpunkt der Untersuchung kein weiteres Instrument identifiziert,

welches die Einschätzung für das Nutzenversprechen durch Vernetzung erfasst. Aus den gesammelten Informationen von Literaturrecherche und GT wird deshalb das Messinstrument VB_X18_2 entwickelt, um die wahrgenommenen Vorteile von Vernetzung zu erfassen. Wie bei den vorherigen Formulierungen wurden die Sprache und die Länge reflektiert und optimiert. Tabelle 33 fasst die Items für x18 zusammen.

Item	Item	Quelle	Adaption
VB_X18_1	„Digitalisierte Produktion“ hat in unserer Gesamtstrategie einen hohen Stellenwert und ist breit kommuniziert.	Berghaus 2018, S. 100	übernommen
VB_X18_2	Die zunehmende Vernetzung von Maschinen und Systemen bringt Vorteile für auf das ganze Unternehmen.	Eigenformulierung	Neukonzeption
VB_X18_3_R	Das zu digitalisierende Potenzial in unseren Kernprozessen ist in Bezug auf aktuelle Best Practices ausgeschöpft, umgesetzt und etabliert.	Berghaus 2018, S. 101	übernommen

Tabelle 33: Operationalisierung x18; Wirkungsspanne des Zusatznutzens (Quelle: Darstellung des Autors)

8.1.2. Operationalisierung der Variablen des Gesamtkontextes (GK)

Die Ausprägung der DI aus der gebildeten VB wird wie in Abschnitt 6.6.3 beschrieben durch den jeweiligen Kontext beeinflusst. Das Untersuchungsmodell subsumiert hierbei die unterschiedenen Wirkungen aus der GT in einem gesamten Kontext, der über fünf Variablen x21 bis x25 (vgl. Tabelle 23) beobachtet werden kann. Die Erkenntnisse aus dem paradigmatischen Ausbau der GT und die Recherche zu bestehenden Skalen zur Messung von Parametern der digitalen Transformation liegen auch diesen Operationalisierungen zugrunde. Wie bei den Variablen zur Messung der VB wird die Verwendung bestehender Messinstrumente aus der recherchierten Literatur angestrebt.

x21: Durchdringungsgrad Geschäftsmodell

Die Eigenschaft der digitalen Durchdringung des Geschäftsmodells baut auf der Arbeit von Burmeister et al. (2016) zu Innovationen des Geschäftsmodells in der Industrie 4.0 auf. Darin wird konstatiert, dass bei agilen Unternehmen mit einem Ansatz zur durchgängigen Geschäftsmodellinnovation ein hohes Vertrauen und eine schnellere Umsetzung bei der Digitalisierung zu beobachten sind (vgl. Burmeister et al. 2016, S. 146). Der Einsatz von innovativen Analysemethoden, wie dies in der Arbeit von Oswald und Krcmar abgefragt

wird, ist daher als Ausprägung der Variablen x21 geeignet. Gleiches gilt für das Instrument zur Messung des „digitalen Commitments“ bei sich kontinuierlich im Wandel befindlichen Geschäftsmodellen, wie von Berghaus (2018, S. 100) eingesetzt.

Wichtig ist auch die Frage über die Ausprägung des Denkens in Geschäftsmodellen, denn diese deutet auf die erschlossene Wertdimension im Planungsprozess einer Unternehmung hin (vgl. Bieger et al. 2011, S. 26). Um diese Ausprägung zu erheben, greift das neu konzeptionierte Item „KO_X21_3“ die Nutzung von Geschäftsmodellen auf, indem es erfasst, welche praktisch angewandte Nutzung vorliegt. Tabelle 34 stellt die gesamten Messinstrumente der Variablen x21 dar.

Item	Item	Quelle	Adaption
KO_X21_1	Wir nutzen fortschrittliche Analysemethoden, um unsere Wertschöpfungsprozesse zu optimieren.	Oswald und Krcmar 2018, S. 77	übernommen
KO_X21_2	Die digitale Geschäftstransformation ist ein laufendes strategisches Change-Projekt im gesamten Unternehmen.	Berghaus 2018, S. 100	übernommen
KO_X21_3	In meiner Praxis nutze ich Methoden aus dem Bereich der Geschäftsmodelle (z.B. Osterwalders Business Model Canvas, St. Galler Business Model Navigator etc.).	Abgeleitet bei: Bieger et al. 2011, S. 26	Neu-konzeption

Tabelle 34: Operationalisierung x21; Durchdringungsgrad Geschäftsmodell (Quelle: Darstellung des Autors)

x22: Nutzenbeitrag von Daten

Die Grundlage, um Nutzen aus Verbesserungen in der Produktion durch Digitalisierungsmaßnahmen zu realisieren, liegt in der Verfügbarkeit relevanter Daten. Dieser „nicht gehobene Schatz“ (Maier und Weber 2013, S. 13, 17) wirkt dann fördernd, wenn eine Methodik zur Erfassung des generierten Wertes verfügbar ist. In der Literatur findet sich ein geeignetes Instrument, welches von Oswald und Krcmar für die Beurteilung der Daten als „Schlüsselressource“ eingesetzt wird (Oswald und Krcmar 2018, S. 77). Das Item KO_X22_1 übernimmt dieses Instrument mit Bezug auf die Produktionsdaten. Die Monetisierung der Daten, also die Nutzung eines monetären Wertes, der den Nutzen der Information abbildet, ist die zentrale Wirkung des Nutzenbeitrags. Für die Messung von Monetisierung war kein bestehendes Messinstrument in der Literatur zu ermitteln. Maier und Weber beschreiben die Eigenschaft zur Wertschöpfung finanziell beizutragen als wesentlich für die Fähigkeit

Daten im Sinne von Investitionen zu bewerten. Das neu konzipierte Item KO_X22_2 fragt diesen Aspekt ab und misst den Grad von Monetarisierung. Tabelle 35 zeigt die beiden Items zur Messung von x22.

Item	Item	Quelle	Adaption
KO_X22_1	Information basierend auf Produktionsdaten ist eine Schlüsselressource für unseren Wertschöpfungsprozess.	Oswald und Krcmar 2018, S. 77	Konkretisiert
KO_X22_2	In der Produktion erfasste Daten liefern einen messbaren finanziellen Mehrwert für unsere Wertschöpfung.	Abgeleitet bei: Maier und Weber 2013, S. 37	Neukonzeption

Tabelle 35: Operationalisierung x22; Nutzenbeitrag von Daten (Quelle: Darstellung des Autors)

x23: Bereitschaft für Veränderung und Kollaboration

Die Bereitschaft an Veränderungen mitzuarbeiten und diese mitzutragen ist eine wesentliche Einflussgröße des Kontextes. Es gibt mehrere Messinstrumente, die sich anbieten, um die Ausprägung der Bereitschaft zu erfassen. Price zeigt mehrere Beispiele auf, wie „Involvement“ also Beteiligung bzw. Mitwirkung gemessen werden kann (vgl. Price 1997, S. 411–423). Price verweist auf die Arbeit von Paullay et al. (1994), die erfolgreich Instrumente nutzen, um zu messen, wie Menschen für Arbeit gewonnen werden können. Ein Item erfragt dabei, ob der Mensch sich inspiriert von der Arbeit fühlt. Diese Formulierung wird als Indikator für die Offenheit gegenüber dem digitalen Wandel übernommen, ins Deutsche übersetzt und final durch eine Muttersprachlerin validiert.

Die langjährigen Arbeiten von Berghaus et al. sind auch für diese Variable hilfreich, da der Bereich „Kultur und Expertise“ die Themen Bereitschaft für Veränderung und den proaktiven Umgang mit Erfahrungen sowie die Bereitschaft zur Kollaboration prägnant misst (vgl. Berghaus et al. 2017, S. 38). Es werden daher zwei Messinstrumente aus diesem Block von Berghaus et al. übernommen und zur Messung von x23 integriert, wie in Tabelle 36 ersichtlich ist.

Item	Item	Quelle	Adaption
KO_X23_1	Das Arbeitsumfeld inspiriert mich wirklich den digitalen Wandel voranzutreiben.	Price 1997, S. 411	(EN) übernommen
KO_X23_2	Unsere Führungskräfte sind bereit, durch den Einsatz von innovativen digitalen Lösungen Risiken für das bestehende Geschäft einzugehen.	Berghaus et al. 2017, S. 38	übernommen
KO_X23_3	Fehler und Lehren aus gescheiterten digitalen Projekten werden proaktiv im Unternehmen kommuniziert.	Berghaus et al. 2017, S. 38	übernommen

Tabelle 36: Operationalisierung x23; Bereitschaft für Veränderung und Kollaboration
(Quelle: Darstellung des Autors)

x24: Wettbewerbsdruck

Der wahrgenommene Wettbewerbsdruck hängt von der jeweiligen Einschätzung der Marktkräfte ab (vgl. Porter 2004, S. 4). Als Wettbewerbsvorteil im digitalen Umfeld zeigt sich die strategische Innovationsfähigkeit, die innerhalb des Digital Maturity Index als relevanter Aspekt gemessen wird (vgl. Berghaus 2018, S. 100). Um den Wettbewerbsdruck zu messen, wird die Logik des Instruments im Item KO_X24_1 so angepasst, dass erfragt wird, wie stark der Wettbewerb Innovationen im Markt treibt. Eine weitere Messung der Wettbewerbsintensität liefert Hertel (2014, S. 127) in seiner Untersuchung. Das Item KO_X24_2 übernimmt die Formulierung direkt in die Messung von x24. Ein drittes Kriterium für den Wettbewerbsdruck ist der wahrgenommene Preisdruck. Dieser Aspekt wird mit guter Reliabilität bei Schäffer (2007, S. 40) verwendet und dient der Tabelle 37 als drittes Item zur Messung von x24.

Item	Item	Quelle	Adaption
KO_X24_1	Wir nehmen Wettbewerber als Treiber von digitalen Innovationen wahr.	Berghaus 2018, S. 100	Angepasst an „Druck“
KO_X24_2	Der Wettbewerb mit anderen Unternehmen ist sehr intensiv.	Hertel 2014, S. 127	übernommen
KO_X24_3	Unsere Branche ist durch einen sehr starken Preiswettbewerb gekennzeichnet.	Schäffer 2007, S. 40	übernommen

Tabelle 37: Operationalisierung x24; Wettbewerbsdruck (Quelle: Darstellung des Autors)

x25: Verfügbare Unternehmensressourcen

Die ausreichende Verfügbarkeit von Ressourcen ist in vielen der recherchierten Arbeiten thematisiert. Die betrachteten Perspektiven sind dabei im Umfeld der Organisation (vgl. Berghaus et al. 2017, S. 30), der Unterstützung durch das Management (vgl. Berghaus 2018,

S. 104) oder in der Governance von Digitalisierungsinitiativen (vgl. Oswald und Krcmar 2018, S. 76) verortet. Alle drei herangezogenen Instrumente messen die Verfügbarkeit bzw. Knappheit von Ressourcen aus spezifischen Betrachtungswinkeln und ergeben ein Bild, wie sich die Wahrnehmung der Ressourcenverfügbarkeit insgesamt im befragten Unternehmen manifestiert. Die Items von Oswald und Krcmar und Berghaus et al. haben sich angeboten in reflexiver Form erfragt zu werden und damit zusätzlich die Validität der Umfrage zu erhöhen. Tabelle 38 fasst die Operationalisierung von x25 zusammen.

Item	Item	Quelle	Adaption
KO_X25_1_R	Uns fehlen im normalen Geschäftsbetrieb die Ressourcen, um gleichzeitig digitale Innovationen voranzutreiben.	Berghaus et al. 2017, S. 30	übernommen
KO_X25_2	Unsere Geschäftsleitung erkennt die Wichtigkeit von digitalisierter Produktion und stellt entsprechende Ressourcen zur Verfügung.	Berghaus 2018, S. 104	übernommen
KO_X25_3_R	Das Budget für digitale Initiativen in unserem Unternehmen ist unzureichend.	Oswald und Krcmar 2018, S. 76	übernommen

Tabelle 38: Operationalisierung x25; verfügbare Unternehmensressourcen (Quelle: Darstellung des Autors)

8.1.3. Operationalisierung der Variablen der Nutzenschöpfung (NS)

Die Beobachtung der Nutzenschöpfung erfolgt durch die manifeste Variable y11 „Zusätzlicher Beitrag am Gesamtnutzen“ (vgl. Abschnitt 7.1). Der Begriff der Nutzenschöpfung erstreckt sich dabei über unterschiedliche Formen des Nutzens und deren Manifestationen im Unternehmen. Zur Messung dieses zusätzlichen Beitrags werden Arbeiten zur Entwicklung von „Technologiedynamik“ (Schäffer 2007, S. 286), „Digitalisierung von Produkten und Dienstleistungen“ (Oswald und Krcmar 2018, S. 76), Nutzen von IIoT (Kiel et al. 2017, S. 11) und der „Aufwertung [...] von Qualifikationen“ (Hirsch-Kreinsen und ten Hompel 2015, S. 6) herangezogen. Bei Oswald und Krcmar sowie Schäffer finden sich Instrumente zur Erfassung des Nutzens von Digitalisierung. Diese Instrumente werden entsprechend der Fragestellung im Hinblick auf digitalisierte Produktion konkretisiert und für diese Operationalisierung genutzt. Des Weiteren führen Kiel et al. in ihrer Arbeit eine weite Bandbreite von Nutzen durch Digitalisierung auf, die in einem neu konzeptionierten Item als

Nutzen von aktuelleren und verlässlicheren Daten abgefragt werden. Hirsch-Kreinsen und ten Hompel beschreiben, wie Digitalisierung zu einem „Upgrading von Kompetenzen“ führt. Ein positiver Beitrag zum Gesamtnutzen soll dadurch in der gesteigerten Attraktivität der Produktionsarbeit entstehen. Dieser Effekt wird im vierten neu konzeptionierten Item erfragt. Tabelle 39 fasst alle Items zur Messung der Variablen y11 zusammen.

Item	Item	Quelle	Adaption
NS_Y11_1	Der Einsatz von digitalisierter Produktion ermöglicht es uns integrierte Produkt- und Dienstleistungsbündel anzubieten.	Oswald und Krcmar 2018, S. 76	übernommen
NS_Y11_2	Technologische Neuerungen in der Produktion bieten in unserer Branche große Möglichkeiten.	Schäffer 2007, S. 286	konkretisiert übernommen
NS_Y11_3	Unserer Produktionsdaten sind durch die digitalisierte Produktion aktueller und verlässlicher.	Abgeleitet bei: Kiel et al. 2017, S. 11	Neu- konzeption
NS_Y11_4	Die Tätigkeiten des Produktionsteams sind merklich attraktiver geworden.	Abgeleitet bei: Hirsch-Kreinsen und ten Hompel 2015, S. 6–9	Neu- konzeption

Tabelle 39: Operationalisierung y11; zusätzlicher Beitrag am Gesamtnutzen (Quelle: Darstellung des Autors)

8.1.4. Operationalisierung der Variablen der digitalen Investitionsbereitschaft (DI)

Die DI lässt sich durch die vier Variablen y21 bis y24 gestützt auf die Ergebnisse aus Abschnitt 6.6.4 messen. Die Variablen y21 und y22 messen hierbei die Ausprägung der strategischen Aspekte, des Weiteren repräsentieren y23 und y24, wie Handlungen ausgeführt und beobachtet werden (vgl. Abbildung 41). Diese Fragestellungen werden ausführlich in den Arbeiten von Berghaus, Hertel und Berghaus et al. behandelt. Dies ermöglicht die breite Verwendung von validen Items aus diesen bestehenden Quellen.

y21: Erwartungshorizont für ROI

Der Erwartungshorizont knüpft an die Form, wie ROI bewertet wird, an. DI_Y21_1_R übernimmt die Messung der rationalen Investitionsentscheidung von Hertel (2014, S. 123). In der Logik des Erwartungshorizonts impliziert eine ausschließlich rationale Bewertung eine geringe Akzeptanz von Latenz bei Investitionen, daher wirkt dieses Item reflexiv. Werden

Amortisationsziele gemessen und periodisch überprüft, verfügt das Unternehmen über die Fähigkeit sich an neue Erkenntnisse anzupassen, indem eine dynamische Zielerreichung im Unternehmen durchgeführt wird (Berghaus 2018, S. 104). Dieses Instrument wird für die Beurteilung der Latenz beim ROI übernommen. Eine geringe Absorptionsfähigkeit für Innovationen bei Hertel (2014, S. 122) liefert ein weiteres geeignetes Instrument, denn es spiegelt die Einstellung zu Investitionen im Unternehmen wider. Die darauf basierende subjektive Einschätzung der Wirtschaftlichkeit einer Investition wird als reflexives drittes Item für y21 in Tabelle 40 übernommen.

Item	Item	Quelle	Adaption
DI_Y21_1_R	Bei Investitionsentscheidungen orientiert sich unser Unternehmen ausschließlich an betriebswirtschaftlichen Kennzahlen.	Hertel 2014, S. 123	übernommen
DI_Y21_2	Die Amortisationsziele der digitalisierten Produktion sind messbar definiert und werden periodisch überprüft.	Berghaus 2018, S. 104	übernommen
DI_Y21_3_R	Der Einsatz von digitalisierter Technologie in unserer Produktion ist in unserem Betrieb überhaupt nicht wirtschaftlich.	Hertel 2014, S. 122	übernommen

Tabelle 40: Operationalisierung y21; Erwartungshorizont für ROI (Quelle: Darstellung des Autors)

y22: Standardisierungsgrad der Produktion

Die kognitive Einstellung zur Nutzung von Technologie wird von Hertel erhoben, um die generelle Überzeugung zu messen, ob der innovative Einsatz sinnvoll ist (vgl. Hertel 2014, S. 119). Dieser Aspekt repräsentiert den Grad der Anwendung von Standards in der Form, wie die Akzeptanz und die Umsetzung in der persönlichen Überzeugung der befragten Person verankert sind. Die kontinuierliche Bewertung des Potenzials von Innovationen wird bei Hertel zur Messung der Innovativität genutzt (vgl. Hertel 2014, S. 116). Dieses Instrument wird auf den Kontext der Anwendung neuer Standards angepasst und als DI_Y22_1 übernommen. Die Expertise in der Nutzung von Schlüsseltechnologien basiert auf dem Vorhandensein von technischen Standards (vgl. Buchholz et al. 2017, S. 32). Hier bietet sich die von Berghaus entwickelte Fragestellung zur IT-Expertise als Messinstrument an (vgl. Berghaus 2018, S. 103), um die Stärke der Etablierung bei den Produktionsprozessen zu messen. Tabelle 41 stellt die operationalisierten Items zur Messung von y22 dar.

Item	Item	Quelle	Adaption
DI_Y22_1	Die Anwendung neuer Standards zur digitalisierten Produktion ist in unserem Betrieb sinnvoll.	Hertel 2014, S. 119	übernommen
DI_Y22_2	Wir prüfen beständig verschiedene Optionen, um neue Standards in unserer Produktion einzusetzen.	Hertel 2014, S. 116	übernommen
DI_Y22_3	Digitale Schlüsseltechnologien für die jeweiligen Produktionsprozesse sind definiert und können von uns intern geführt werden.	Berghaus 2018, S. 103	übernommen

Tabelle 41: Operationalisierung y22; Standardisierungsgrad der Produktion (Quelle: Darstellung des Autors)

y23: Ausbaugrad der Kompetenz

Die Messung der Fähigkeit zur Innovation wurde von Calik et al. untersucht. Innerhalb seiner gesamten Messinstrumente ist die Messung der Innovationsressourcen und darin die Frage nach der Priorität der Ausbildung von Personal zu finden (vgl. Calik et al. 2017, S. 74). Dieses Item misst den Stellenwert, den der Ausbau der Kompetenz einnimmt, und wurde nach Übersetzung und Validierung durch eine englische Muttersprachlerin in die Operationalisierung übernommen. Der Wille zum Ausbau der digitalen Kompetenz zeigt sich in der Priorität digitaler Kompetenzen bei der Rekrutierung, die Berghaus et al. (2017, S. 38) bei deren Indikatoren für Kultur und Expertise erfragen. Dieses Item wird daher in die Messung des Ausbaugrades für digitale Kompetenzen übernommen.

Remane et al. zeigen auf, dass hohe Kompetenz mit starker digitaler „Readiness“ einhergeht. Sie führen weiter aus, dass die linearen Betrachtungsweisen von Reifemodellen nicht weit genug greifen und Unternehmen, obwohl stark vom digitalen Wandel betroffen, dennoch schlecht vorbereitet sind (vgl. Remane et al., S. 9f). Diesen Zusammenhang bildet das neu konzeptionierte Item DI_Y23_3_R ab, indem es den Umgang mit dem ganzheitlichen Ausbau der Kompetenzen für die digitalisierte Produktion erfragt. Das Item wird bewusst reflexiv formuliert, um die Sensibilität des Befragten zu erhöhen und damit die Validität der Umfrage weiter zu verbessern. Tabelle 42 führt alle Items zur Messung des Ausbaugrads der Kompetenz auf.

Item	Item	Quelle	Adaption
DI_Y23_1	Die Ausbildung in Kompetenzen der Digitalisierung hat bei uns einen hohen Stellenwert.	Calik et al. 2017, S. 74	(EN) übernommen
DI_Y23_2	Bei der Rekrutierung von neuen Mitarbeitenden sind funktionsbezogene digitale Kompetenzen ein wichtiges Auswahlkriterium.	Berghaus et al. 2017, S. 38	übernommen
DI_Y23_3_R	Unser Unternehmen unterschätzt den notwendigen ganzheitlichen Ausbau von Kompetenzen für die digitalisierte Produktion.	Abgeleitet bei: Remane et al. 2017, S. 9f	Neukonzeption

Tabelle 42: Operationalisierung y23; Ausbaugrad der Kompetenz (Quelle: Darstellung des Autors)

y24: Herangehensweise der Führung

Die Art und Weise der Führung durch digitale Fragestellungen ist stark mit der Kultur der Unternehmung verknüpft. Die Bereitschaft, Risiken und konsequenterweise auch das Scheitern von Projekten zu tragen, wird von Berghaus (2018, S. 103) erfragt. Diese Messung wird für das Instrument der Führungsweise bei Risiken DI_Y24_1 übernommen. Der zeitliche Aspekt in der Anwendung von Technologie wird von Hertel angewendet, um Innovativität zu messen. Diese Eigenschaft bildet das Vertrauen in Führung von Technologie ab. Das Instrument ist bei Hertel (2014, S. 115) reflexiv und personenbezogen formuliert. Für die Messung von DI_Y24_3 wird die Formulierung aus Verständnisgründen angepasst, indem sie logisch invertiert und auf das Unternehmen bezogen wird. Im PZI wurde sehr dominant auf die langen Entscheidungszeiträume für Investitionen hingewiesen (vgl. Abbildung 36). Die in Abschnitt 6.6.5 beschriebenen Formen der Investitionsbereitschaft implizieren eine Wirkung des zeitlichen Umgangs mit Entscheidungen. Das Item Y24_2_R nimmt diesen Punkt auf und erfragt die Einschätzung, wie lange das Management braucht, um Investitionen zu genehmigen. Die Frage ist reflexiv gestellt, um die Sensibilität des Befragten für diesen Aspekt bewusst weiter zu erhöhen. Tabelle 43 fasst die Items von y24 zusammen.

Item	Item	Quelle	Adaption
DI_Y24_1	In unserem Unternehmen werden Digitalisierungsprojekte trotz möglichen Scheiterns gefördert.	Berghaus 2018, S. 103	übernommen
DI_Y24_2_R	Investitionsentscheidungen für geplante Digitalisierungsprojekte ziehen sich oft in die Länge.	Neukonzeption	Neukonzeption
DI_Y24_3	Im Allgemeinen ist unser Unternehmen eines der ersten beim Einsatz von neuen Technologien.	Hertel 2014, S. 115	übernommen angepasst

Tabelle 43: Operationalisierung y24; Herangehensweise der Führung (Quelle: Darstellung des Autors)

8.1.5. Kontrollvariablen

Die Befragung von Unternehmen in der produzierenden Industrie ergibt strukturbedingt, dass bei den teilnehmenden Personen und Unternehmen eine starke Heterogenität vorhanden ist. Dies kann unter Umständen einen Bias auf die zu messenden Größen verursachen. Um diese Wirkung prüfen zu können, werden im Zuge der Befragung folgende demografischen Daten miterfasst.

Branche und Größe des Unternehmens

Das Untersuchungsdesign sieht vor, zum einen eine Befragung für das Zielsegment von Gütern des täglichen Bedarfs, also Nahrungsmittel, Getränke, Pharmaerzeugnisse und FMCG, vorzunehmen (vgl. Abschnitt 1.3). Zusätzlich wird eine weiter gefasste Umfrage für weitere Industrien durchgeführt, um eine Prüfung auf generelle Gültigkeit der Erkenntnisse zu ermöglichen. Das Hauptinteresse der befragten Unternehmen liegt auf dem Segment der mittelgroßen Unternehmen. Um diese Unterscheidung sicherzustellen, werden die Branche, die Größe des Betriebsorts und die gesamte Unternehmensgröße erfragt.

Betriebszugehörigkeit und Positionsdauer

Digitale Transformation ist ein komplexes Thema und geht einher mit den jeweiligen Gegebenheiten des Unternehmens. Eine langjährige Betriebszugehörigkeit und eine entsprechende Kontinuität der Position gewährt die richtige Einschätzung der Situation. Diese Daten werden erhoben, um die Möglichkeit zu schaffen, eventuelle Einflüsse unterschiedlicher Erfahrungsdauern zu überprüfen.

Funktion des Befragten

Die Umfrage richtet sich an Führungspositionen, welche sich mit Fragestellungen der digitalen Transformation und deren Finanzierung auseinandersetzen. Es ist davon auszugehen, dass die Fragen nicht ausreichend beantwortet werden können, wenn der Einblick in Unternehmensführung und Strategien nicht ausreichend gegeben ist. Um mögliche Verzerrungen zu prüfen und auszuschließen, werden diese Daten erhoben.

8.1.6. Zusätzliche Daten

Neben den Kontrollvariablen werden folgende demografischen Daten erfasst, um ein komplettes Bild der Umfragebeteiligung zu erhalten:

- Alter
- Geschlecht
- höchster Bildungsabschluss
- Art der Ausbildung
- gesamte Berufserfahrung

Weitere Daten werden aus Gründen der Übersichtlichkeit und Fragensparsamkeit nicht erhoben.

8.1.7. Zusammenfassung der Operationalisierung

Die detaillierte und sorgfältige Operationalisierung liefert für alle Variablen verfügbare Messinstrumente aus unterschiedlich ermittelten Items. Sehr hilfreich gestalten sich die Arbeiten von Berghaus et al. bzw. die Dissertation von Berghaus, die in insgesamt 22 der 53 Items angewendet werden können. Die Studie von Hertel trug mit neun Items sowie die von Oswald und Krcmar mit sechs Items maßgeblich zu den Messinstrumenten bei. Die zehn neukonzeptionierten Items basieren auf den Erkenntnissen der Literaturquellen bzw. der qualitativen Untersuchung und sind entsprechend beschrieben.

Abschließend zeigt Tabelle 44 die Anzahl der gebildeten Items in Bezug auf die jeweiligen Skalen der Variablen.

Latente Variable	Manifeste Variable	Abkürzung	Anzahl Items
Verbindende Balance	Kenntnis der spezifischen Risiken	VB_X11	3
	Kenntnis der Auswirkung von Risiken	VB_X12	3
	Einbeziehung der betroffenen Personen	VB_X13	3
	Einbeziehung über Hierarchien und Abteilungen	VB_X14	3
	Ausprägung des externen Netzwerkes	VB_X15	3
	Ausprägung des firmeninternen Netzwerkes	VB_X16	2
	Stärke des Zusatznutzens	VB_X17	3
	Wirkungsspanne des Zusatznutzens	VB_X18	3
Fördernder Kontext	Durchdringungsgrad Geschäftsmodell	KO_X21	3
	Nutzenbeitrag von Daten	KO_X22	2
	Bereitschaft für Veränderung und Kollaboration	KO_X23	3
Hemmender Kontext	Wettbewerbsdruck	KO_X24	3
	Verfügbare Unternehmensressourcen	KO_X25	3
Nutzenschöpfung	Zusätzlicher Beitrag am Gesamtnutzen	NS_Y11	4
Digitale Investitionsbereitschaft	Erwartungshorizont für ROI	DI_Y21	3
	Standardisierungsgrad der Produktion	DI_Y22	3
	Ausbaugrad der Kompetenz	DI_Y23	3
	Herangehensweise der Führung	DI_Y24	3
Gesamt			53

Tabelle 44: Zusammenfassung der operationalisierten Items (Quelle: Darstellung des Autors)

8.2. Methodik der Datenerhebung

Zur Vorbereitung der Datenerhebung werden die Firmen für die zielgerichtete Befragung festgelegt und die Items der operationalisierten Variablen in den Fragebogen überführt.

Nach der Prüfung durch einen Pretest werden die Befragungen des Samples in den Zielindustrien und den weiteren Industrien durchgeführt (vgl. Abbildung 22). Dieser Abschnitt dokumentiert die Konzeption und Maßnahmen zur Datenerhebung für die anschließenden quantitativen Analysen.

8.2.1. Generierung der Kontakte und Festlegung der Stichprobe

Für die Stichprobe wurden unterschiedliche Quellen von Unternehmensdaten und personalisierten Kontaktdaten gewählt. Als erste Quelle wurden aktive, für Marketing freigegebene Kontakte aus dem CRM-System des Arbeitgebers gewonnen. Hier wurde nach

hinterlegter Industrie und relevanter Firmengröße selektiert. Diese Quelle lieferte insgesamt 200 Kontakte für die Zielindustrien und 54 Kontakte für die weiteren Industrien. Dieser Datensatz alleine konnte nicht als ausreichende Datenquelle betrachtet werden, da selbst die in Abschnitt 5.2 anvisierten 300 Experten nicht erreicht waren. Deshalb wurden die Firmendatenbanken Kompass, Bisnode, Webvalid und WzW kontaktiert und um Unterstützung durch Firmendaten für die Untersuchung gebeten. Es wurde innerhalb der jeweiligen, meist an die Nomenklatur der Firmendatenbank der Bisnode Deutschland GmbH (Hoppenstedt Firmendatenbank 2008) angelehnte, Datenstruktur gemäß den Zielindustrien selektiert und die Daten wurden teils kostenlos oder gegen Entgelt von den Datenbanken heruntergeladen. Alle Datensätze der Zielindustrien folgen der in Abbildung 53 dargestellten Branchenspezifikation und decken Betriebe mit einer Mindestgröße von 50 bis maximal 5000 Personen ab. Die Daten der anderen Industrien wurden aus den Segmenten Automobilzulieferer, genereller Maschinenbau und Elektronik gewonnen.



Abbildung 53: Branchenspezifikation der Zielindustrie (Quelle: Webvalid GmbH)

Die Qualität der Firmendaten wurde im Anschluss aufbereitet, indem Duplikate eliminiert, lückenhafte Einträge ohne E-Mail-Adresse gelöscht und offensichtlich fehlerhafte URLs korrigiert wurden. Insgesamt ergeben sich für das Sample der Zielindustrien 1350 Einträge aus den Onlinedatenbanken sowie 304 Einträge für die weiteren Industrien. Die Datensätze der Onlinedatenbanken beinhalten überwiegend allgemeine E-Mail-Adressen, daher ist mit einer geringeren Rücklaufquote als bei den personalisierten Kontakten zu rechnen. Aus allen verfügbaren Datenquellen stehen der Umfrage damit 1550 Kontakte der Zielindustrien bzw. 358 Kontakte für die weiteren Industrien zur Verfügung.

Als weitere Kanäle für die Umfrage und das „Snowball Sampling“ (Bryman und Bell 2011, S. 192) wurden die Interessenverbände VDMA, ZVEI und die DLG angeschrieben. VDMA und ZVEI verwiesen auf die öffentlich verfügbaren Mitgliederlisten, die schon für den Abgleich mit den Datensätzen genutzt wurden. Die DLG erklärte sich freundlicherweise bereit, die Umfrage an ihre produzierenden Mitgliedsunternehmen anonym zu versenden. Als zusätzlicher Kanal wird die Kommunikation über branchenspezifische Foren in den sozialen Netzwerken LinkedIn und Xing genutzt, um weitere Firmen aus den Zielindustrien und im Funktionsbereich der digitalisierten Produktion zu aktivieren.

Mit diesen Festlegungen kann die Repräsentativität der generierten Samples abschließend überprüft werden, indem die Anzahl der Kontakte für die Umfragen mit der Anzahl der Betriebe aus den Daten der jeweiligen Grundgesamtheiten des Statistischen Jahrbuchs abgeglichen wird (Statistisches Bundesamt 2018). Dieser Schritt gibt einen Überblick zur Aussagefähigkeit bzw. über die zu erwartende Fehlerwahrscheinlichkeit der Umfrage. Hierzu wird die Formel für den minimal erforderlichen Stichprobenumfang (vgl. Mossig 2012, S. 21) herangezogen und nach der maximal zu erwartenden Fehlerwahrscheinlichkeit ϵ aufgelöst, wie in Abbildung 54 dargestellt.

$$n \geq \frac{N}{1 + \frac{(N - 1) * \epsilon^2}{z^2 * P * Q}} \quad \epsilon = \sqrt{\frac{\left(\frac{N}{n} - 1\right) * z^2 * P * Q}{N - 1}}$$

Abbildung 54: Formel für minimal erforderlichen Stichprobenumfang – aufgelöst nach ϵ
(Quelle: Darstellung des Autors auf Basis von Mossig 2012, S. 21)

Aus dem Statistischen Jahrbuch stehen die Daten der gesamten Betriebe der Segmente sowie die Anzahl der Betriebe über 50 Personen zur Verfügung (vgl. Statistisches Bundesamt 2018, S. 553f). Unter Annahme des Konfidenzniveaus von 95 % / $z = 1,96$ und des Vorliegens der Normalverteilung lassen sich die wahrscheinlichen Fehler und die zu erwartende Aussagequalität der Umfrage gemäß Tabelle 45 ermitteln.

	Zielindustrien (Nahrungsmittel, Getränke, FMCG, Pharma)	Andere Industrien (Automobil, Elektronik, Maschinenbau)
Grundgesamtheit aller Betriebe im verarbeitenden Gewerbe (Statistisches Bundesamt 2018, S. 553)	6.424	9.505
Betriebe über 50 Personen im verarbeitenden Gewerbe (Statistisches Bundesamt 2018, S. 554)	2.865	5.877
Anzahl der Kontakte des Samples	1.550	358
Fehlerwahrscheinlichkeit des gesamten Samples bei 95%-Konfidenzniveau ($z =$ 1,96) für Betriebe über 50 Personen	1,69 %	5,02 %
Fehlerwahrscheinlichkeit bei 10%- Rücklaufquote bei 95% Konfidenz- niveau ($z = 1,96$) für Betriebe über 50 P.	7,66 % (bei 155 Antworten)	16,28 % (bei 36 Antworten)

Tabelle 45: Ermittlung der Aussagewahrscheinlichkeit des Umfragesamples (Quelle: Darstellung des Autors)

Für die Zielindustrie ist eine Fehlerwahrscheinlichkeit unter 10 % in jedem Fall als gut anzusehen. Für die weiteren Industrien ist ein größerer Fehler akzeptabel, da diese Daten zur komplementären Beurteilung von industriespezifischen Unterschieden herangezogen werden. Zusammenfassend kann auf eine ausreichende Anzahl der Kontakte der Samples im Hinblick auf die Anzahl der Betriebe in den Industrien geschlossen werden.

8.2.2. Erstellung des Fragebogens

Für die Erfassung von quantitativen Daten ist ein voll standardisierter Fragebogen unerlässlich (vgl. Döring und Bortz 2016, S. 405). In Abschnitt 8.1 wurde eine detaillierte, möglichst auf vorhandene Messinstrumente basierte Operationalisierung vorgenommen. Im Aufbau des Fragebogens werden diese Items und die zu erfassenden demografischen Daten

in der Form aufbereitet, dass sich die befragte Zielperson mit der Struktur des Fragebogens, in der operativ gelebten Praxis des Unternehmens wiederfindet. In den Umfragen zur Reife bei Digitalisierungsinitiativen (vgl. Berghaus et al. 2017; Lichtblau et al. 2015; Kinkel et al. 2016; Schuh et al. 2017) wird meist in unterschiedlichen Perspektiven aus Sicht der betroffenen Personen und deren Unternehmen gearbeitet. Die technologischen Aspekte sind offensichtlich der dominante Bereich dieser Überlegungen. Die Unternehmenskultur und damit verbundene Fragen zu Führung sind in allen Untersuchungen ein weiterer Aspekt der Betrachtung. Organisatorische Anforderungen und die Aufwände diese zu etablieren sowie der Nutzen für die Wertschöpfungsprozesse finden sich zudem unterschiedlich gewichtet.

Der Fragebogen wird daher so aufgebaut, dass 53 Fragen in vier Themenbereiche angeordnet werden. Die Abfolge der Bereiche berücksichtigt die Optimierung der kognitiven Verarbeitung durch die befragte Person (vgl. Döring und Bortz 2016, S. 407) in der Art, dass mit dem einfachsten Thema, der Technik, begonnen wird und mit dem anspruchsvollsten Block, zu Aufwand und Organisation, abgeschlossen wird. In den mittleren Blöcken finden sich Fragen zu Nutzen und Vorteilen, sowie Führung und Management. Der Aufbau des Fragebogens ist dementsprechend wie folgt:

- Einleitung: „Worum geht es in diesem Forschungsprojekt“
- Demografische Angaben zur Person und zum Unternehmen
- Fragen zu Technologie
- Fragen zu Nutzen und Vorteilen
- Fragen zu Führung und Management
- Fragen zu Aufwand und Organisation
- Feedback

Alle Fragen sind konsistent durch eine fünfstufige Skala, wie in der Operationalisierung festgelegt, zu beantworten. Diese ist so aufgebaut, dass im linken Extrem die volle Ablehnung und im rechten Extrem die volle Zustimmung aufgetragen ist. Die Items sind in der Logik der Fragestellung in zwei Beurteilungskategorien zu unterteilen. Zum einen wird eine Zustimmung oder Ablehnung zu einer Aussage abgefragt. In der anderen Kategorie wird

abgefragt, wie zutreffend ein beschriebener Zustand erfüllt ist. Für den Fragebogen wurden die Items entsprechend dieser logischen Abfolge geordnet. In Tabelle 46 sind die festgelegte Fragenabfolge und die dahinter verborgenen Kodierungen der jeweiligen Items des SGM dargestellt.

Sequenz Fragebogen	Fragebogen	Formulierung	Item_Kodierung	Sequenz Fragebogen	Fragebogen	Formulierung	Item_Kodierung
1,01	Technologie	Stimme zu	VB_X11_2_R	3,01	Führung / Management	Stimme zu	VB_X14_1
1,02	Technologie	Stimme zu	VB_X11_3	3,02	Führung / Management	Stimme zu	VB_X14_2
1,03	Technologie	Stimme zu	NS_Y11_2	3,03	Führung / Management	Stimme zu	VB_X14_3
1,04	Technologie	Stimme zu	DI_Y24_3	3,04	Führung / Management	Stimme zu	KO_X21_2
1,05	Technologie	Stimme zu	DI_Y22_1	3,05	Führung / Management	Stimme zu	KO_X23_2
1,06	Technologie	Trifft Zu	VB_X15_2	3,06	Führung / Management	Stimme zu	DI_Y24_1
1,07	Technologie	Trifft Zu	KO_X21_1	3,07	Führung / Management	Stimme zu	DI_Y24_2_R
1,08	Technologie	Trifft Zu	KO_X22_1	3,08	Führung / Management	Stimme zu	DI_Y23_3_R
1,09	Technologie	Trifft Zu	KO_X22_2	3,09	Führung / Management	Trifft Zu	VB_X12_2
1,1	Technologie	Trifft Zu	DI_Y22_2	3,1	Führung / Management	Trifft Zu	VB_X12_3
1,11	Technologie	Trifft Zu	DI_Y22_3	3,11	Führung / Management	Trifft Zu	VB_X13_1
Sequenz Fragebogen	Fragebogen	Formulierung	Item_Kodierung	3,12	Führung / Management	Trifft Zu	VB_X13_2
2,01	Vorteile / Nutzen	Stimme zu	VB_X16_2	3,13	Führung / Management	Trifft Zu	VB_X18_1
2,02	Vorteile / Nutzen	Stimme zu	VB_X17_2	3,14	Führung / Management	Trifft Zu	KO_X23_3
2,03	Vorteile / Nutzen	Stimme zu	VB_X17_3	3,15	Führung / Management	Trifft Zu	KO_X24_1
2,04	Vorteile / Nutzen	Stimme zu	VB_X18_2	3,16	Führung / Management	Trifft Zu	KO_X24_2
2,05	Vorteile / Nutzen	Stimme zu	KO_X23_1	3,17	Führung / Management	Trifft Zu	DI_Y21_2
2,06	Vorteile / Nutzen	Stimme zu	NS_Y11_4	Sequenz Fragebogen	Fragebogen	Formulierung	Item_Kodierung
2,07	Vorteile / Nutzen	Trifft Zu	VB_X13_3	4,01	Aufwand / Organisation	Stimme zu	VB_X11_1
2,08	Vorteile / Nutzen	Trifft Zu	VB_X15_3	4,02	Aufwand / Organisation	Stimme zu	VB_X12_1
2,09	Vorteile / Nutzen	Trifft Zu	VB_X17_1	4,03	Aufwand / Organisation	Stimme zu	VB_X18_3_R
2,1	Vorteile / Nutzen	Trifft Zu	NS_Y11_1	4,04	Aufwand / Organisation	Stimme zu	KO_X25_2
2,11	Vorteile / Nutzen	Trifft Zu	NS_Y11_3	4,05	Aufwand / Organisation	Stimme zu	KO_X25_3_R
2,12	Vorteile / Nutzen	Trifft Zu	DI_Y21_3_R	4,06	Aufwand / Organisation	Trifft Zu	VB_X15_1
				4,07	Aufwand / Organisation	Trifft Zu	VB_X16_1
				4,08	Aufwand / Organisation	Trifft Zu	KO_X21_3
				4,09	Aufwand / Organisation	Trifft Zu	KO_X25_1_R
				4,1	Aufwand / Organisation	Trifft Zu	KO_X24_3
				4,11	Aufwand / Organisation	Trifft Zu	DI_Y21_1_R
				4,12	Aufwand / Organisation	Trifft Zu	DI_Y23_1
				4,13	Aufwand / Organisation	Trifft Zu	DI_Y23_2

Tabelle 46: Kodierung und Kategorisierung der Items im Fragebogen (Quelle: Darstellung des Autors)

Der Feedbackbogen wurde dem Fragebogen als letzte Seite angefügt und beinhaltet die Möglichkeit, einer weiteren Kontaktaufnahme zuzustimmen. Sowohl das Anschreiben mit der Option den Übersichtsbericht anzufordern als auch das Feedbackformular sind separat verfügbar und werden sofort bei Erhalt vom Fragebogen getrennt, um die Anonymität zu wahren. Der komplette papierbasierte Fragebogen ist im Anhang VI beigelegt.

Für das elektronische Ausfüllen wurde das Fragebogenformular aus Word in eine geschützte PDF-Datei konvertiert und mit dem Programmpaket „Acrobat DC“ zu einem geführten Formular umgewandelt. Die Eingabefelder der demografischen Daten und des Feedbacks wurden mit entsprechenden Datenfeldern hinterlegt, die Beantwortung der Fragen wurde mit jeweils fünf verbundenen Radiobuttons (siehe Abbildung 55) realisiert.

	DBA Forschungsprojekt „Investitionsbereitschaft für digitalisierte Produktion“	Forscher: Luzian Dold Heerweg 8/2 78606 Seitingen-Oberflacht Luciandold@aol.com				
Welche Position begleiten Sie derzeit in Ihrem Unternehmen?						
<input type="checkbox"/> Geschäftsführung / Vorstand <input type="checkbox"/> Stabstelle <input type="checkbox"/> Bereichsleiter / BU-Leiter <input type="checkbox"/> Berater <input type="checkbox"/> Abteilungsleiter <input type="checkbox"/> FacharbeiterIn / SachbearbeiterIn <input type="checkbox"/> Gruppenleiter <input type="checkbox"/> Sonstige						
Fragen zu Technologie für die digitalisierte Produktion						
Bitte stufen Sie ein, inwieweit Sie den Aussagen zustimmen.						
		Ich stimme überhaupt nicht zu	Ich stimme eher nicht zu	Ich bin unent- schlossen	Ich stimme eher zu	Ich stimme voll und ganz zu
1.1	Ich kann die Komplexität von Digitalisierung in der Produktion schwer einschätzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.2	Die Technologie zur Digitalisierung der Produktion ist technisch sehr ausgereift.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.3	Technologische Neuerungen in der Produktion bieten in unserer Branche große Möglichkeiten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.4	Im Allgemeinen ist unser Unternehmen eines der ersten beim Einsatz von neuen Technologien.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.5	Die Anwendung neuer Standards zur digitalisierten Produktion ist in unserem Betrieb sinnvoll.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abbildung 55: Onlinefragebogen mit Radiobuttons (Quelle: Darstellung des Autors)

Die dritte Option den Fragebogen zu beantworten, wurde mit der Qualtrics-Plattform der Hochschule als Onlinevariante des Fragebogens realisiert. Die Logik und Fragenabfolgen sind identisch mit der papierbasierten oder PDF-basierten Variante. Die Umfrage ist im Hinblick

auf mobile Tauglichkeit und Nutzerfreundlichkeit hin optimiert, indem die Beurteilungsskalen mehrfach in den Fragebogen eingebildet werden (siehe Abbildung 56) und automatisch auf fehlende Antworten hingewiesen wird. Der Link zur Umfrage wurde als QR-Code generiert, der auch auf den konventionellen Fragebogen als digitale Alternative mitaufgenommen wird.

Kalaidos Fachhochschule Schweiz

Deutsch

Fragen zu Technologie für die digitalisierte Produktion

Bitte stufen Sie ein, inwieweit Sie den Aussagen zustimmen.

	Ich stimme überhaupt nicht zu	Ich stimme eher nicht zu	Ich bin unentschieden	Ich stimme eher zu	Ich stimme voll und ganz zu
Ich kann die Komplexität von Digitalisierung in der Produktion schwer einschätzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Technologie zur Digitalisierung der Produktion ist technisch sehr ausgereift.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abbildung 56: Auszug des Onlinefragebogens auf der Qualtrics-Plattform (Quelle: Darstellung des Autors)

Mit diesen drei Ausführungen des Fragebogens sind alle Kommunikationskanäle universell für die Umfrage adressierbar. Für wenige selektierte Kontakte, an namentlich bekannte Personen der Geschäftsführungen, werden persönliche Schreiben per Post verschickt. Die beruflich bekannten Ansprechpartner werden per E-Mail angesprochen und haben die Wahl zwischen PDF- und Onlinebefragung. Die Kontakte aus den Datenbanken werden ausschließlich über die Qualtrics-Plattform angeschrieben. Anonyme Links zur Umfrage wurden für die Verteilung beim Schneeball-Sampling und die Umfrage bei den DLG-Mitgliedern erstellt. Als finale Vorbereitung wurde ein spezifischer Link für die Verwendung bei Social Media erzeugt, um die Wirkung durch die LinkedIn- und Xing-Umfragen zu messen.

8.2.3. Pretest

Vor dem Versenden der Fragebögen wurde dieser einem gründlichen Pretest unterzogen, um „mögliche Probleme der Befragungspersonen beim Beantworten zu identifizieren“ (Döring und Bortz 2016, S. 411). Hierzu wurden Anfang Oktober 2019 insgesamt zwölf Personen gebeten, den Fragebogen auszufüllen und/oder die Onlinebefragung durchzuführen. Die Pretest-Gruppe wurde aus vier bekannten Personen aus den Zielindustrien, jeweils zwei Mitarbeitern aus dem Unternehmen des Autors, zwei Hochschulprofessoren und jeweils zwei Führungspersonen von Maschinenbauern bzw. der Automobilindustrie gebildet.

Nach zwei Wochen lagen zehn beantwortete Fragebögen vor. Das qualitative Feedback zu dem Umfrageverlauf wurde per E-Mail bzw. telefonisch abgefragt. Im Ergebnis war die Umfrage in einem Zeitraum von 8 bis 18 Minuten beantwortet worden. Der Mittelwert der benötigten Zeit lag bei 12 Minuten. Damit ist das zeitliche Budget innerhalb des geplanten Bereichs. Eine Formulierung erschien zwei Befragten zu komplex und wurde daraufhin vereinfacht. Die drei entdeckten Rechtschreibfehler wurden in diesem Zuge auch korrigiert. Der Aufbau wurde als logisch, übersichtlich und einfach zu bewältigen beurteilt und nicht weiter modifiziert. Von einer statistischen Auswertung der Datensätze wurde zu diesem Zeitpunkt abgesehen, da die Anzahl der Datensätze als nicht ausreichend repräsentativ zu bewerten ist.

8.2.4. Umfrage Zielindustrie

Für die Umfrage in der Zielindustrie wurden Mitte Oktober 2019 verschiedene Ansprachen entsprechend der verfügbaren Qualität der Kontakte gewählt.

Zuerst wurden für 36 führende Hersteller der Nahrungsmittelindustrie die Geschäftsführung bzw. technischen Vorstände recherchiert und es wurde versucht, diese in den sozialen Netzwerken Xing und LinkedIn zu kontaktieren und für die Umfrage zu sensibilisieren. Insgesamt konnten auf diesem Weg 25 Personen ausfindig gemacht werden und bis Mitte

November hatten sich davon 9 Personen mit dem Autor aktiv vernetzt. Alle 36 Personen erhielten per Post ein persönliches Schreiben mit Papierfragebogen, der auch den QR-Code zur anonymen Onlineteilnahme beinhaltetete (siehe Anhang VI.I). Drei Schreiben waren aus postalischen Gründen nicht zustellbar. Somit kann von 33 zugegangenen Anfragen ausgegangen werden. Die Antworten erfolgten, bis auf eine direkte Zusendung, online über den Link des QR-Codes und weisen mit insgesamt 17 Teilnehmern eine überdurchschnittliche Rücklaufquote von 51,5 % auf. Im Anschluss wurde für die 252 personalisierten E-Mail-Kontakte der Zielindustrien ein Anschreiben mit einer direkten Ansprache im Umfrageserver hinterlegt und versendet. Der Umfrageserver meldete für diesen Vorgang insgesamt 27 nicht zustellbare Mails, so dass von 225 zugestellten Mails an persönliche Mailadressen ausgegangen werden kann. Die Mehrheit der verfügbaren Firmenkontakte liegt in Form von zentralen Mailadressen vor, die in Pressestellen, Rezeptionen oder beim Marketing ankommen und verteilt werden. Daher wurden die E-Mails an die 1295 zentralen Adressen mit einer Bitte zur Weiterleitung der Umfrage an die Geschäftsleitung oder die entsprechende Abteilung ergänzt. In diesem Mailing waren 114 Sendungen nicht zustellbar. Es meldeten sich zudem 32 Firmen mit der Information zurück, dass Umfragen generell nicht beantwortet würden. Somit kann von 1149 zugegangenen E-Mails an zentrale Stellen ausgegangen werden. Zusammengefasst über alle Qualitäten der Kontakte wird von 1407 zugegangenen Anfragen ausgegangen. Alle Mailings an die Zielindustrien wurden gleichzeitig verschickt und bei den personalisierten Kontakten nach drei Wochen freundlich erinnert, um die Chance zu nutzen einen möglicherweise vergessenen Vorsatz zur Teilnahme zu reaktivieren. Alle versendeten Anfragen enthielten auch die Bitte die Anfrage in dem jeweiligen beruflichen Netzwerk weiterzuleiten, um Effekte aus dem Schneeball-Sampling zu nutzen.

Die Umfrage wurde parallel in den beruflich orientierten sozialen Netzwerken Xing und LinkedIn gepostet. Hierzu wurde ein spezieller Link im Umfrageserver generiert, der die Zuordnung auf diesen Ursprung zulässt. Die Umfrage wurde dort in deutschsprachigen Gruppen und Foren zur digitalen Produktion und Industrie 4.0 gepostet. Die Resonanz mit dem Ursprung aus sozialen Netzwerken fiel mit 14 Teilnahmen sehr gering aus. Um

ergänzend zur E-Mail-Umfrage das Schneeball-Sampling zu nutzen, wurden 25 persönlich bekannte Experten gebeten die Anfrage innerhalb ihres Netzwerkes zu verteilen. Diese Anfragen nutzten einen zusätzlich im Umfrageserver generierten anonymen Link.

Eine weitere Maßnahme zum Schneeball-Sampling war die Möglichkeit zur Nutzung des regelmäßigen Info-Mailings der DLG e.V. an die Mitgliedsfirmen in der Kalenderwoche 48/2019. Der Umfrageserver registrierte am Tag des Mailings 56 Teilnahmen. Nach drei Arbeitstagen und 66 Teilnahmen wurde kein weiterer Eintrag registriert. Von den 66 Einträgen waren allerdings 31 Fragebögen weitestgehend unausgefüllt und mussten verworfen werden, so dass 35 zusätzliche Datensätze für die Auswertung durch diesen Anfragekanal zur Verfügung stehen. Das DLG-Mailing ist in Anhang VI.IV beigefügt.

Durch die unterschiedlichen Befragungskanäle und Aktionen stehen der Auswertung in den Zielindustrien insgesamt 147 Datensätze zur Verfügung. Bezogen auf die messbaren 1407 zugegangenen Anfragen ergibt sich eine Rücklaufquote von 10,4 %. Bereinigt um die Teilnahmen der per Brief angeschriebenen Personen sowie die DLG-Umfrage und soziale Netzwerke, bleiben 81 Datensätze als Ergebnis der E-Mail-Umfragen. Damit zeigt sich bereinigt eine relativ geringe Rücklaufquote von 5,8 %. In Anbetracht des großen Anteils an zentralen Kontakten mit lediglich 225 personalisierten E-Mail-Adressen wird dieser Wert durchaus als zufriedenstellend beurteilt. Insgesamt sind vollständige Datensätze weit über den in Abschnitt 5.2 definierten Zielwert verfügbar und erlauben eine aussagefähige und repräsentative Analyse.

8.2.5. Umfrage andere Industrien

Die Umfrage stellt als Industrien auch „Automobil“, „Maschinenbau“ sowie „Andere“ zur Auswahl. Die vorab in der Umfrage zu den Zielindustrien angewendeten Maßnahmen werden in gleicher Form für die Kontakte der anderen Industrien genutzt. Um in diesem Segment auf ausreichend Daten zugreifen zu können, wurde im Umfrageserver eine zusätzliche Verteilung für insgesamt 358 Kontakte der weiteren Industrien eingestellt. Hiervon waren 25 Mails nicht zustellbar und 5 Firmen informierten auch hier über ihre

generelle Ablehnung von Umfragen. Damit kann von 328 zugestellten Anfragen ausgegangen werden. Alle Mailings wurden gleichzeitig verschickt und bei den personalisierten Kontakten wurde nach zwei Wochen freundlich erinnert. Weitere Maßnahmen in sozialen Netzwerken oder Industrieverbänden wurden nicht ergriffen. Lediglich wurden die Möglichkeiten des Schneeball-Samplings wie bei den Zielindustrien genutzt, um mögliche Teilnahmen für die anderen Industrien zu erhalten. Zum Abschluss der Umfrage waren insgesamt 50 komplette Datensätze zu verzeichnen. Diese Teilnahme entspricht bezogen auf die zugestellten Anfragen einer Rücklaufquote von 15,2 %, die in jedem Fall als gut bewertet werden kann.

8.2.6. Zusammenfassung der gesamten Teilnahmen

Die genauen Teilnahmen können durch die Anonymisierung nicht weiter nach Anfragekanal und Industrie differenziert werden. Insgesamt wurden 245 Teilnahmen registriert. Davon waren 31 Datensätze aus der DLG-Umfrage und 17 aus den anderen Kanälen mit 9 % bis 45 % gravierend unvollständig. Abbildung 57 zeigt die Verteilung der Teilnahmen gemäß den protokollierten Anfragekanälen.

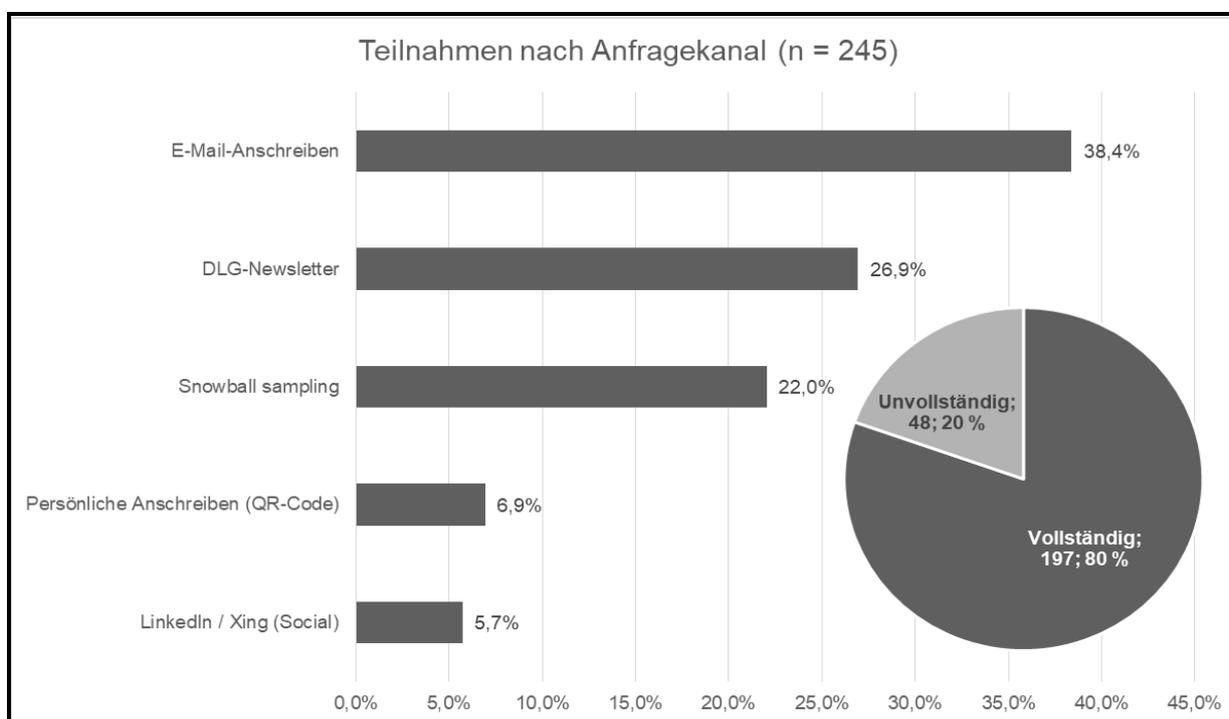


Abbildung 57: Teilnahmen an der Umfrage nach Kanal (Quelle: Darstellung des Autors)

Für die Auswertung im folgenden Abschnitt werden ausschließlich vollständige Datensätze verwendet. Damit stehen 147 Datensätze für die Zielindustrien und 50 Datensätze für die anderen Industrien zur Verfügung.

In Anlehnung an die Beurteilung der Aussagewahrscheinlichkeit der Umfrage aus Abschnitt 8.2.1 lässt sich nun die exakte Fehlerwahrscheinlichkeit der Umfrage mit der Anzahl der vollständigen Antworten ermitteln. Tabelle 47 zeigt diese Berechnung und bestätigt die gute Aussagewahrscheinlichkeit der Stichprobe der Zielindustrie sowie das akzeptable Niveau der Stichprobe der weiteren Industrien.

	Zielindustrien (Nahrungsmittel, Getränke, FMCG, Pharma)	Andere Industrien (Automobil, Elektronik, Maschinenbau)
Betriebe über 50 Personen im verarbeitenden Gewerbe (Statistisches Bundesamt 2018, S. 554)	2.865	5.877
Anzahl der vollständigen Antworten	147	50
Fehlerwahrscheinlichkeit der Antworten bei 95%-Konfidenzniveau	7,87 %	13,8 %

Tabelle 47: Ermittlung der Aussagewahrscheinlichkeit der Antworten (Quelle: Darstellung des Autors)

8.3. Datenauswertung Strukturgleichungsmodell

Die Umfrage stellt durch die Nutzung diversitärer Anfragekanäle insgesamt 197 vollständige Datensätze zur Verfügung. In der Teilstichprobe der Zielindustrien (vgl. Abschnitt 1.3) sind es 147 Datensätze. Für die Prüfung mit der Teilstichprobe der anderen Industrien stehen weitere 50 Datensätze bereit. In den folgenden Auswertungen werden primär die Auswertungen der gesamten Datensätze oder der Zielindustrien beschrieben, analog werden darüber hinaus mit den Datensätzen der anderen Industrien Analysen durchgeführt. Dieser Abschnitt beinhaltet die Auswertung der Stichprobe im Hinblick auf Qualität, Reliabilität und Validität. Die erfassten demografischen Daten sind aufbereitet und geben Aufschluss über die Struktur der Unternehmen und Teilnehmer. Die Daten der operationalisierten Variablen wurden geprüft und im vorab definierten SGM analysiert.

Die notwendige Überprüfung der Faktoren und der Zusammenhänge nach der ersten Datenauswertung wird erläutert und die dadurch notwendige explorative Analyse beschrieben. Die darauf aufbauenden Anpassungen des Modells und die Auswertung der Erkenntnisse werden abschließend bewertet und kommentiert.

8.3.1. Überprüfung der Stichprobe

Die Methodik der Datenerhebung ist gemäß der Problemstellung und Forschungsfragen auf die Befragung von produzierenden Betrieben ausgerichtet (vgl. Abschnitt 8.2.1).

Die Repräsentativität der Stichprobe und der Datensätze ist gemäß Döring und Bortz (2016, S. 297ff) ein wesentliches Qualitätsmerkmal einer empirischen Untersuchung. Um die Repräsentativität der Größenverteilung weiter zu überprüfen, wurde recherchiert, inwieweit aktuelle statistische Daten zu produzierenden Betrieben in Deutschland verfügbar sind. Als geeignete Quellen wurden folgende Veröffentlichungen identifiziert und herangezogen. Die Verteilungen der Betriebsgrößen aus diesen Quellen sind in Abbildung 58 gegenübergestellt.

- Zahlen 2019, Die Metall- und Elektro-Industrie in der Bundesrepublik Deutschland, Betriebe und Beschäftigte nach Betriebsgrößenklassen (Gesamtmetall e.V. 2019, S. 14)
- Statistisches Handbuch für den Maschinenbau, Ausgabe 2018, Größenklassengliederung im deutschen Maschinenbau (VDMA e.V. 2018, S. 74)
- Statistisches Jahrbuch 2018, Deutschland und Internationales, Betriebsgrößenklassen, verarbeitendes Gewerbe (Statistisches Bundesamt 2018, S. 554)

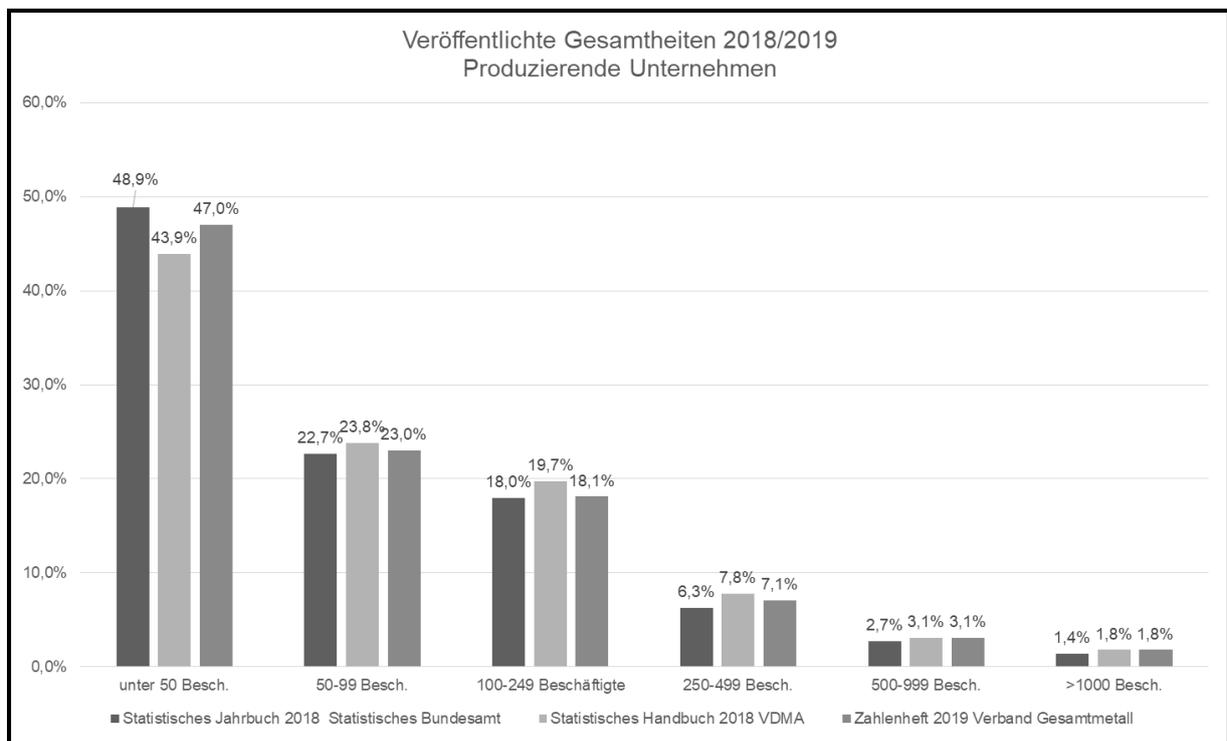


Abbildung 58: Gegenüberstellung der Gesamtheiten (Quelle: Darstellung des Autors nach Daten von Statistisches Bundesamt 2018; VDMA e.V. 2018; Gesamtmetall e.V. 2019)

Die Gegenüberstellung zeigt eine ähnliche Verteilung der Betriebe. Der VDMA weist einen größeren Anteil an Betrieben mittlerer Größe sowie einen prägnant geringeren Anteil von Betrieben unter 50 Beschäftigten auf. Die Kontakte der Firmen in Abschnitt 8.2.1 wurden für mittlere Firmen ab 50 Beschäftigten ausgewählt, daher eignet sich die Verteilung des VDMA am besten für die weitere Überprüfung der Stichprobe. Um die Verteilung des VDMA mit der Struktur der angeschriebenen Betriebe und den erhaltenen Antworten vergleichen zu können, werden die Anteile so normiert, dass nur Betriebe über 50 Beschäftigte betrachtet werden. In Abbildung 59 sind die Anteile normiert dargestellt und es zeigt sich, dass die angeschriebenen Betriebe bis 100 Beschäftigte in beiden Samples ähnlich der VDMA-Gesamtheit repräsentiert sind. Die mittleren Beschäftigungsgrößen allerdings sind in den Samples in Richtung größerer Firmen verschoben. In den Antworten fällt der geringe Anteil an Betrieben unter 100 Beschäftigten einerseits und die sehr hohe Teilnahme in Firmen über 500 Beschäftigten andererseits auf. Dieser Effekt ist bei den anderen Industrien zudem stärker ausgeprägt als bei den Zielindustrien.

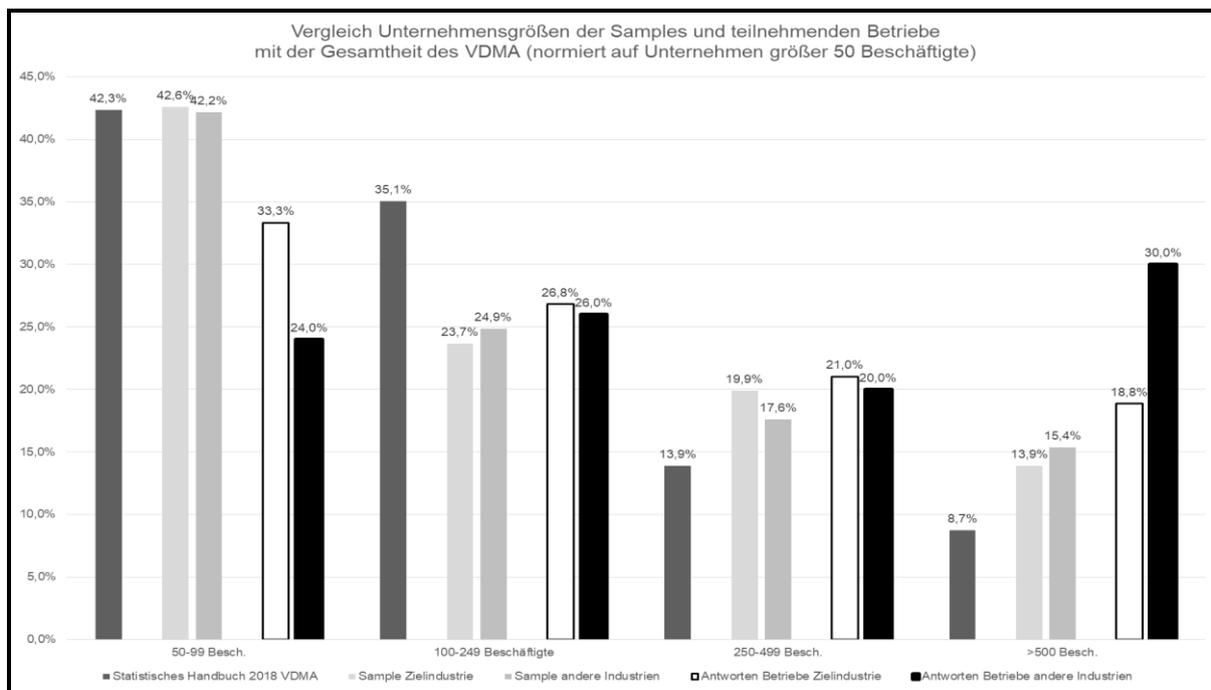


Abbildung 59: Vergleich der Samples und Teilnahmen (Quelle: Darstellung des Autors)

Eine mögliche Erklärung für diese Abweichung von der Gesamtheit aus den offiziellen Statistiken kann in der stärkeren Reife für Digitalisierung liegen, die größere Betriebe durch die bessere Verfügbarkeit von Ressourcen erreichen. Die IMPULS-Studie „Digital-vernetztes Denken in der Produktion“ zeigt eine vergleichbare Verschiebung der teilnehmenden Unternehmen hin zu mittelgroßen und großen Betrieben, mit insgesamt 37 % bei Betrieben mit über 500 Beschäftigten in der untersuchten Stichprobe (vgl. Kinkel et al. 2016, S. 13). Eine noch stärkere Ausprägung dieses Effekts offenbart der „Digital Maturity Index 2017“ mit einem Anteil von Betrieben über 500 Beschäftigten von 58 % insgesamt bzw. 69 % bei den Unternehmen über 50 Beschäftigten (vgl. Berghaus et al. 2017, S. 14). Bezieht man diese Erkenntnisse mit in die Betrachtung der Verteilung aus Abbildung 59 ein, ergibt sich ein zufriedenstellendes Bild für die repräsentative Verteilung innerhalb der Stichprobe. Zwar ist im direkten Vergleich mit den Daten des VDMA eine deutliche Verschiebung hin zu großen Betrieben festzustellen, jedoch fällt dieser Effekt weitaus geringer ins Gewicht als in vergleichbaren Studien mit ähnlich großer oder größeren Stichproben (vgl. Berghaus et al. 2017, S. 14; Kinkel et al. 2016, S. 13). Die Daten der Untersuchung werden als verlässliche Repräsentanz der untersuchten Industrien angesehen.

Die Relevanz der erhobenen Daten für die Zielsetzung der Untersuchung ist ein wichtiges Merkmal, um die Validität der Ergebnisse zu bewerten. In der Zielsetzung (Abschnitt 3.1) wurde auf Basis der theoretischen Überlegung der Bereich der Nahrungsmittelindustrie und deren assoziierte Industrien für die Untersuchung festgelegt, was auch in der weiteren methodischen Vorgehensweise (Abschnitt 5.2) und den dargelegten Untersuchungsschritten konsequent verfolgt wurde. Abbildung 60 zeigt die Verteilung nach Industrien der vollständigen Datensätze. Es ist erkennbar, dass es gelungen ist Daten von Betrieben der Nahrungsmittelproduktion mit höchstem Anteil zu gewinnen. Die Nahrungs- und Getränkeproduktion repräsentiert 59,5 % der gesamten Antworten, bezogen auf die Zielindustrien sogar 78,9 %. Die Zielindustrien repräsentieren mit 147 Datensätzen 74,6 % der Antworten. Damit kann von der Validität der Datensätze auf Basis der nachgewiesenen Zielfokussierung und angewendeten Stringenz ausgegangen werden. Die Ergebnisse werden einen fundierten Rückschluss auf die Zusammenhänge in der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie und deren assoziierten Industrien zulassen. Abbildung 61 zeigt die Verteilung innerhalb des Zielsegments im Detail.

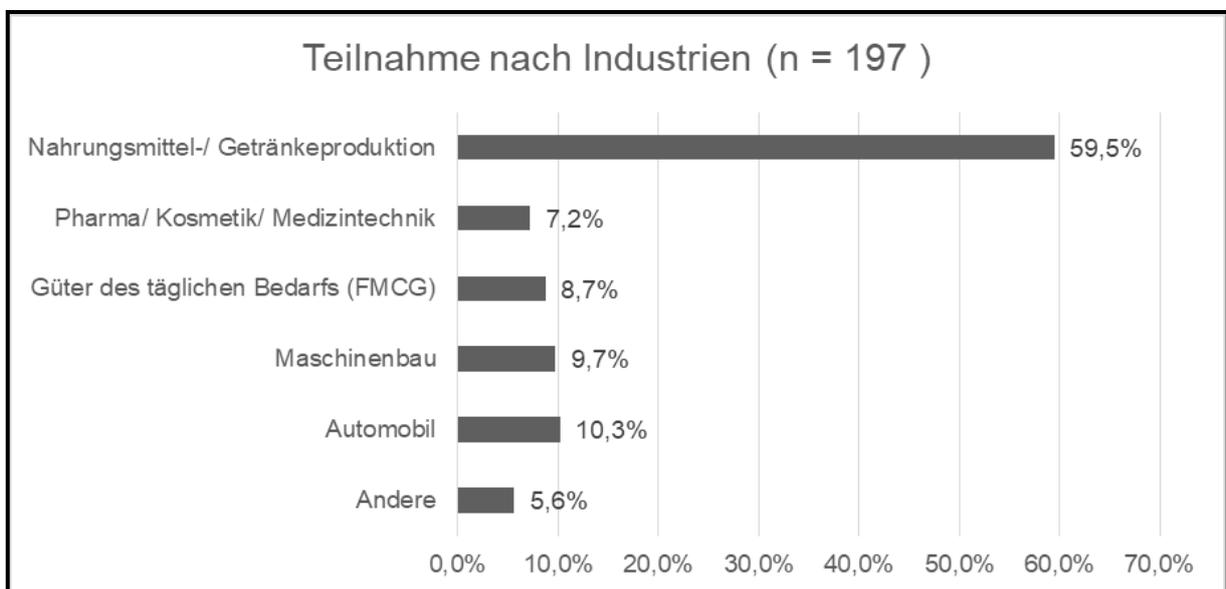


Abbildung 60: Industrien der Gesamtstichprobe (Quelle: Darstellung des Autors)

Für die Prüfung, ob die Ergebnisse der Zielindustrien auch generell auf produzierende Industrien angewendet werden können, wurden in der Umfrage andere Industrien angefragt und erfasst. Mit 25,4 % der Antworten, insgesamt 50 Datensätzen, ist dieser Teil der Stichprobe ausgewogen im Vergleich zur Zielsetzung und ausreichend groß für eine aussagefähige statistische Auswertung. Abbildung 62 zeigt die Verteilung der teilgenommenen Industrien. Es ist festzustellen, dass mit jeweils knapp 40 % eine Repräsentanz der beiden wichtigen Segmente Automobil und Maschinenbau vorhanden ist. Dies unterstützt die festgelegte methodische Zielsetzung aus Abschnitt 5.2, um die mögliche Generalisierbarkeit der Ergebnisse beurteilen zu können.

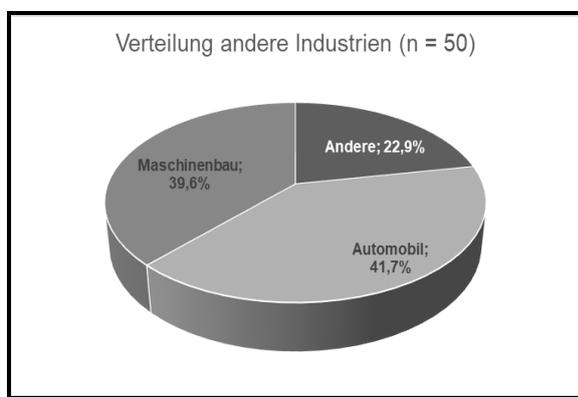


Abbildung 62: Andere Industrien
(Quelle: Darstellung des Autors)

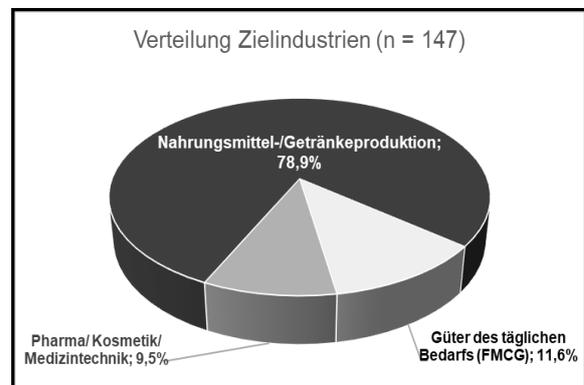


Abbildung 61: Industrien im Zielsegment
(Quelle: Darstellung des Autors)

In Abschnitt 5.2 wurde definiert, dass die Untersuchungen auf der Befragung von Experten sowohl in den qualitativen Interviews als auch in der quantitativen Umfrage basieren. Auf Expertenwissen kann dann geschlossen werden, wenn die befragte Person eine betriebliche Führungsfunktion bekleidet und diese zudem über einen längeren Zeitraum ausübt.

Die Auswahl der personalisierten Kontakte und der Aufbau der Fragebögen waren dementsprechend auf die Antworten von Experten ausgerichtet. Durch die Erhebung von Daten zu Funktion und Zugehörigkeiten in den Kontrollvariablen (vgl. Abschnitt 8.1.5) kann überprüft werden, welche Funktionen und wie lange die befragten Personen diese zum Zeitpunkt der Befragung innehatten.

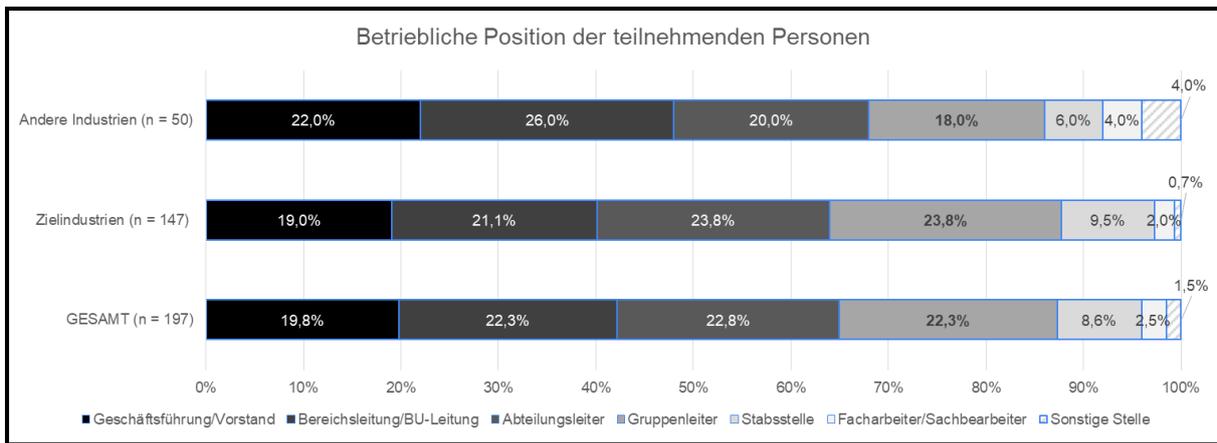


Abbildung 63: Verteilung der betrieblichen Positionen (Quelle: Darstellung des Autors)

In Abbildung 63 ist die Verteilung der betrieblichen Position der befragten Personen für die Gesamtstichprobe sowie zusätzlich aufgeteilt nach Zielindustrien und anderen Industrien visualisiert. Es zeigt sich eine Beteiligung von Führungskräften von mindestens 85 % über alle Teile der Stichprobe. Unter Einbezug der Stabsstellen kann bei den Zielindustrien mit einer Repräsentation von 97 % durch Führungspositionen ausgegangen werden. Bei den anderen Industrien liegt dieser Wert mit 92 % geringfügig niedriger.

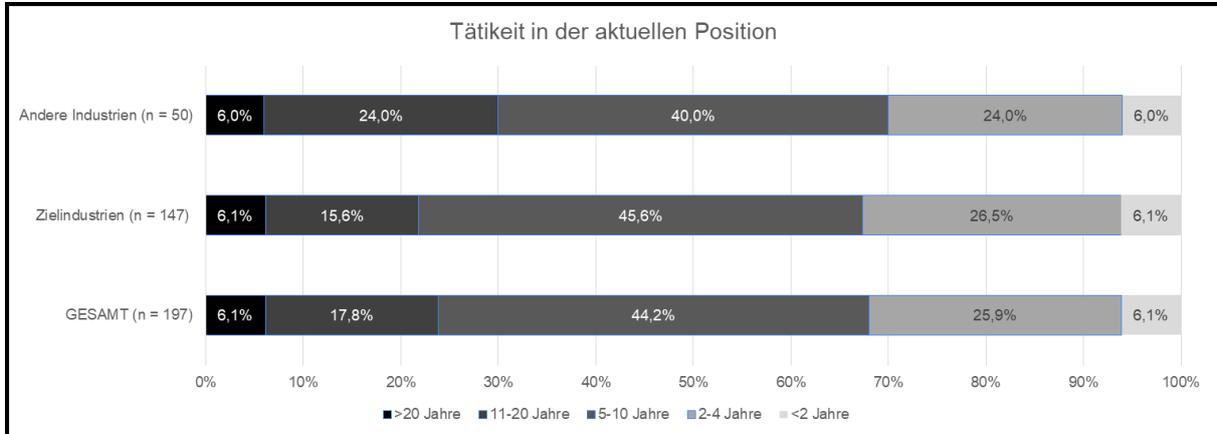


Abbildung 64: Verteilung der Tätigkeitsdauern in den aktuellen Positionen (Quelle: Darstellung des Autors)

Die durchschnittliche Berufserfahrung liegt in beiden Teilen der Stichprobe bei 23 Jahren, damit kann in jedem Fall von einer soliden Erfahrung zu Fragen der Unternehmensführung und zu den die in der Umfrage enthaltenen Themen der digitalisierten Produktion

ausgegangen werden. Im Hinblick auf die Reliabilität der Daten ist es darüber hinaus maßgeblich, dass die befragten Personen schon längere Zeit die aktuelle Funktion bekleiden und währenddessen mit Fragestellungen zur Digitalisierung betraut sind. Abbildung 64, zeigt wie viele Jahre die Position zum Zeitpunkt der Befragung ausgeübt wurde. Über 86 % der teilnehmenden Personen waren demnach seit über 5 Jahren mit der Funktion betraut. Lediglich 3 % der befragten Personen verfügten über eine Erfahrung von unter 2 Jahren in der aktuellen Position.

Zusammenfassend können die Überprüfungen der Stichprobe und deren industrie-spezifischen Teile umfassend positiv bewertet werden. Die methodischen Annahmen und Zielsetzungen für die Qualität der Expertenbefragung wurden erfüllt. Die Verteilung zwischen Zielindustrien und anderen Industrien ist im Sinne der methodischen Zielsetzung ausgewogen. Final kann die Reliabilität der Stichprobe im Vergleich mit der Gesamtheit der Industrie, unter Berücksichtigung von Studien im vergleichbaren Segment, als gegeben beurteilt werden.

8.3.2. Deskriptive Statistik

Durch die Befragung wurden insgesamt 245 Teilnahmen verzeichnet. Die Antworten wurden durch unterschiedliche Kommunikationskanäle (vgl. Abbildung 57) erfasst und anonym in einer Excel-Datei fortgeschrieben. Im Befragungszeitraum Mitte November 2019 bis Anfang Dezember 2019 wurden insgesamt 48 nicht vollständig ausgefüllte Datensätze durch den Qualtrics-Untersuchungsserver protokolliert. Die entsprechenden Fragebögen waren dabei lediglich zwischen 9 % und 45 % beantwortet. Diese Datensätze wurden für die weitere Verarbeitung ausgeschlossen und es wurde mit der verbleibenden Stichprobe aus 197 Datensätzen weitergearbeitet. In den gültigen Datensätzen sind die Zielindustrien mit 74,6 % und die anderen Industrien mit 25,3 % repräsentiert (vgl. Abbildung 60). Innerhalb der Zielindustrien dominiert die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie mit 78,9 % (vgl. Abbildung 61). In den anderen Industrien sind die weiterhin wichtigen Industrien Maschinenbau und Automobil zu gleichen Teilen vertreten (vgl. Abbildung 62). Die Umfrage

hat die Auswahl der Kontakte auf eine Firmengröße zwischen 50 und 5000 Beschäftigten festgelegt, um eine möglichst gute Abdeckung der mittleren Unternehmen zu erreichen. Abbildung 65 zeigt, dass die Beschäftigtenzahl der teilnehmenden Betriebe mit 93,2 % in den Zielindustrien und 100 % in den anderen Industrien zwischen 50 und 5000 liegt. Die Unternehmen, denen die Betriebe meist angehören, weisen entsprechend höhere Gesamtbeschäftigtenzahlen auf, die in beiden Teilen der Stichprobe zu 88 % im Bereich 50 bis 5000 liegen. Die teilnehmenden Personen waren im Durchschnitt 47,9 Jahre alt, wobei die Personen der anderen Industrien ein geringfügig höheres Durchschnittsalter aufweisen. Abbildung 66 stellt die teilnehmenden Personen nach Altersklassen für die Stichprobe und Industrien gegenüber.

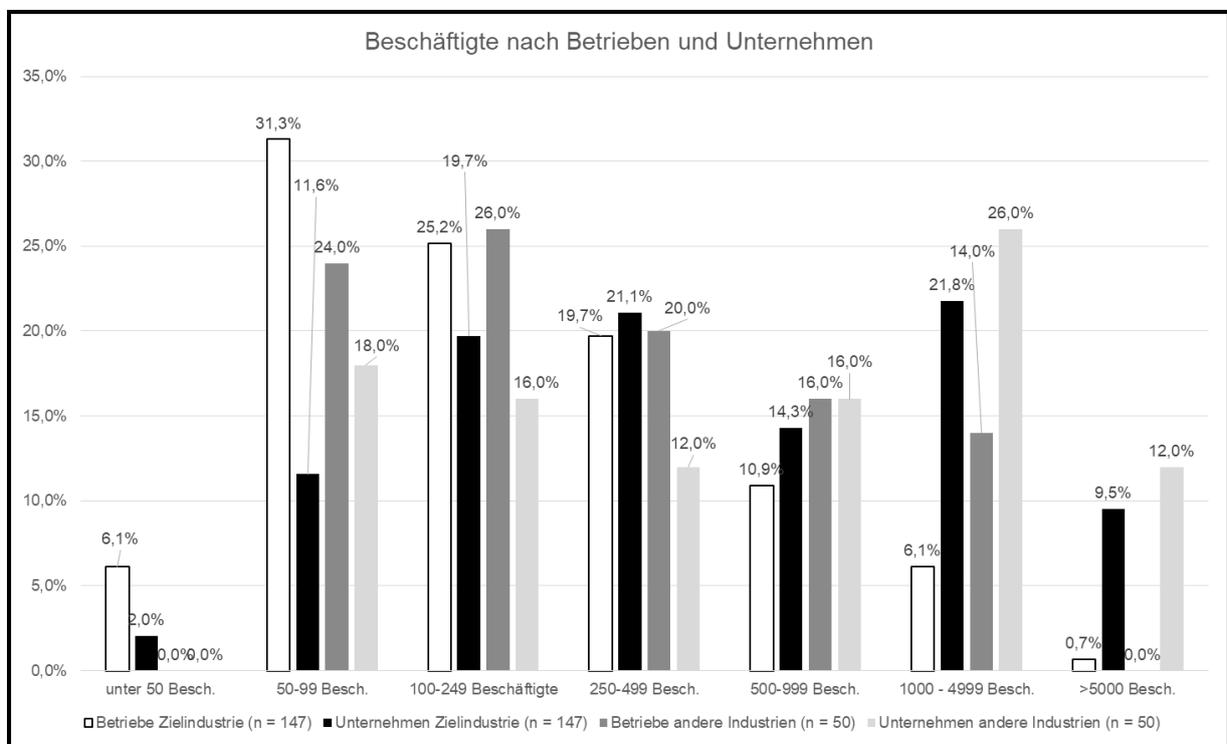


Abbildung 65: Verteilung der Beschäftigtenzahl innerhalb der Teilstichproben (Quelle: Darstellung des Autors)

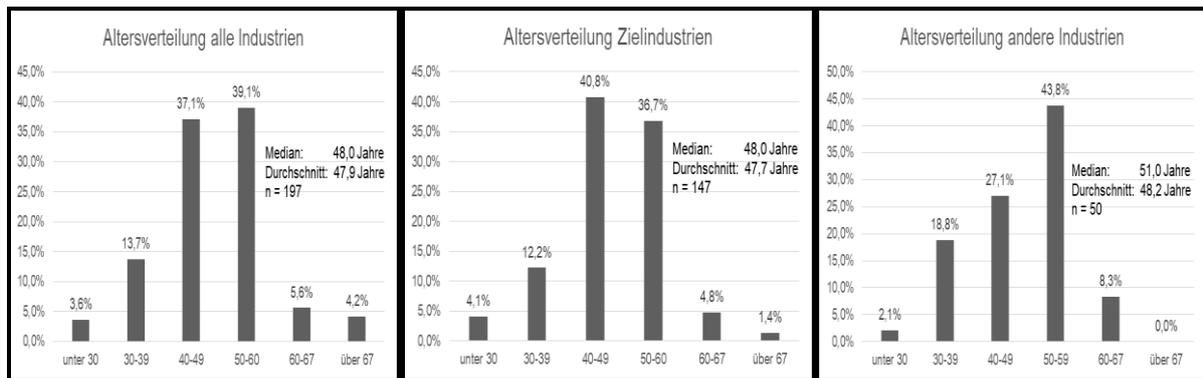


Abbildung 66: Altersverteilung innerhalb der Stichprobe und Industrien (Quelle: Darstellung des Autors)

In der Mehrzahl waren die Teilnehmenden männlich, wobei in den Zielindustrien mit 25,2 % ein größerer Anteil an Teilnehmerinnen zu verzeichnen ist als in den anderen Industrien mit lediglich 6,3 %, wie Abbildung 67 zeigt.

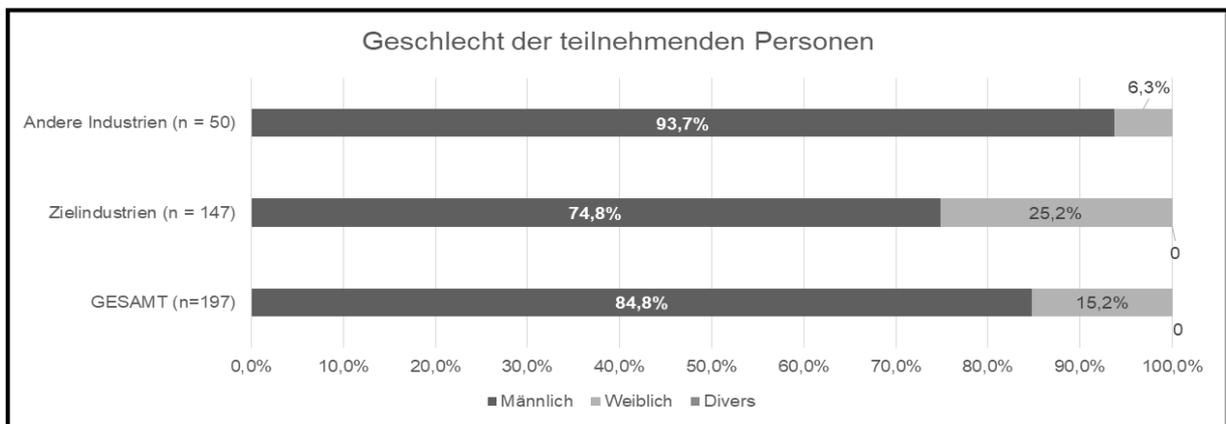


Abbildung 67: Verteilung der Teilnehmer und Teilnehmerinnen (Quelle: Darstellung des Autors)

Lediglich in den Zielindustrien haben Personen angegeben, weder eine technische noch eine kaufmännische Ausbildung genossen zu haben, in beiden Teilen der Stichprobe hat ein hoher Anteil an technisch ausgebildeten Personen teilgenommen. Die Zielindustrien weisen dabei aber eine stärkere kaufmännische Prägung als die anderen Industrien aus. Unter Einbezug der hybriden Ausbildungen sind dies 96 % TechnikerInnen in den anderen Industrien und 71,5 % in den Zielindustrien, wie Abbildung 68 visualisiert. Entsprechend verfügen über 86 % der teilnehmenden Personen über einen Hochschulabschluss, in den anderen Industrien liegt dieser Anteil bei 96 %.

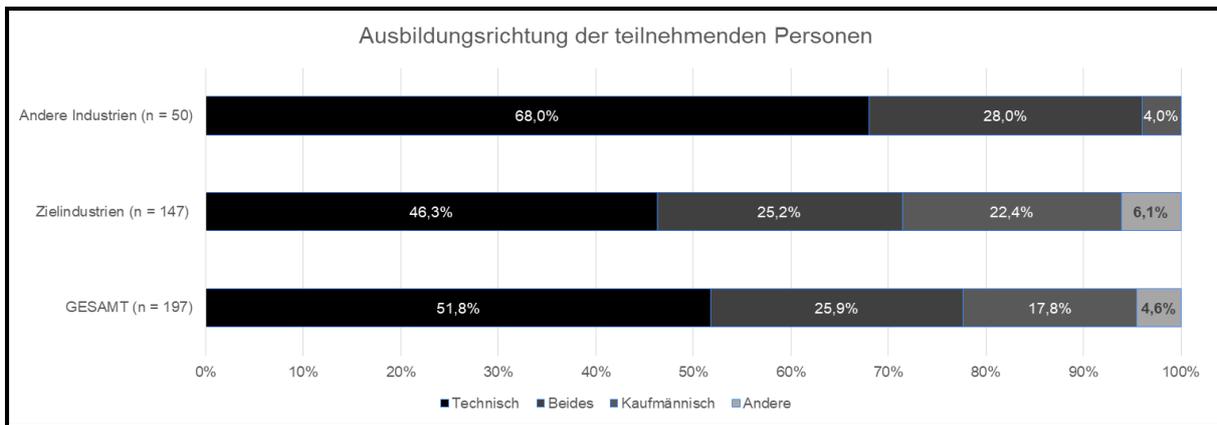


Abbildung 68: Verteilung der Ausbildungsrichtungen in der Stichprobe (Quelle: Darstellung des Autors)

Der Anteil von Personen mit Promotion oder Universitätsstudium ist in beiden Teilen der Stichprobe ähnlich groß, die Fachhochschulabsolventen sind allerdings signifikant stärker in den anderen Industrien repräsentiert als in den Zielindustrien. Abbildung 69 zeigt die detaillierte Verteilung der Bildungsabschlüsse.

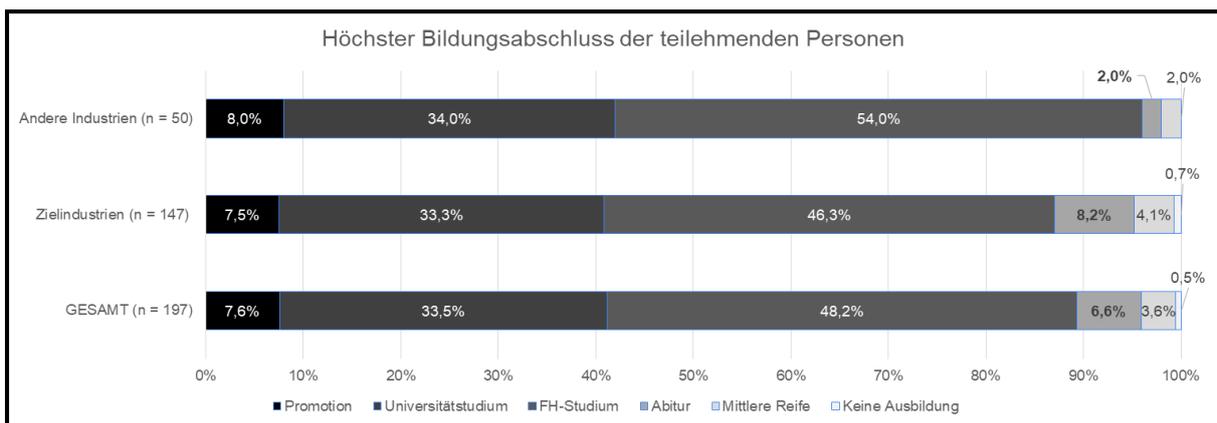


Abbildung 69: Verteilung der Bildungsabschlüsse in der Stichprobe (Quelle: Darstellung des Autors)

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Anteil an Personen mit hoher Qualifikation und Erfahrung kombiniert mit einer ausgewogenen Verteilung über die Industriebereiche und Unternehmensgrößen eine hochwertige Datenbasis für die anschließende statistische Auswertung der Datensätze vermuten lässt.

8.3.3. Güteprüfung der Variablen des SGM

Weiber und Mühlhaus (2014, S. 128) definieren das originäre Ziel der Strukturgleichungsanalyse in der empirischen Prüfung der vermuteten Zusammenhänge. Dieses Ziel ist für diese Untersuchung wichtig, da die Basis des Untersuchungsmodells aus einer qualitativ ermittelten Theorie in ein Strukturgleichungsmodell transformiert wurde (vgl. Kapitel 7). Den Empfehlungen zur Güteprüfung im Hinblick auf die Reliabilität und Validität von Weiber und Mühlhaus (2014, S. 169) folgend werden die in Abschnitt 8.1 operationalisierten Variablen nach den Kriterien der ersten Generation geprüft. Im ersten Schritt werden mit Hilfe des Programms SPSS explorative Faktorenanalysen (EFA) der Skalen durchgeführt, um die folgenden Kriterien zu prüfen (Weiber und Mühlhaus 2014, S. 132f):

- Measurement of Sampling Adequacy (MSA) : Kriterium $\geq 0,5$
- Kommunalität : Kriterium $\geq 0,5$
- Kaiser-Maier-Olkin-Kriterium (KMO) : Kriterium $\geq 0,6$
- Bartlett-Test (Backhaus et al. 2016, S. 397) : Kriterium $p < .001$
- Eindimensionalität : Nur ein Eigenwert > 1

Mit SPSS wurde entsprechend den Empfehlungen von Weiber und Mühlhaus eine Hauptachsenanalyse als Extraktionsmethode zur Bestimmung des erklärten Varianzanteils durchgeführt. Für die Rotation der Faktorstruktur wurde „Promax“ als schiefwinklige Rotation gewählt (Weiber und Mühlhaus 2014, S. 133). Tabelle 48 bis Tabelle 50 führen die Ergebnisse zu den Gütekriterien der ersten Generation für die jeweiligen Variablen auf. Es zeigt sich, dass der Bartlett-Test bei allen Variablen signifikant ist und alle Variablen außer x24 eindimensional bewertet werden können. Mit Ausnahme von x24 erfüllen die MSA-Werte ebenfalls das definierte Kriterium. Bei der Kommunalität zeigen 28 der insgesamt 58 Items Werte, die geringer als das empfohlene Kriterium $\geq 0,5$ sind. Hier fallen x11, x15, x16, x21 und y11 auf, da bei allen Items der Skalen die Schwellenwerte unterschritten werden. Bei 5 von 18 Variablen ist zudem das KMO-Kriterium nicht erfüllt. Es ist weiter festzustellen, mitunter durch die hohe Anzahl an Items mit niedriger Kommunalität, dass die Werte des erklärten Varianzanteils bei 10 Variablen unter 50 % liegen.

	MSA (≥ .50)	Kommuna- lität (≥ .50)	Faktor- ladung	Eigenwerte		Erklärter Varianz- anteil ^a	KMO (≥ 0.6)	Bartlett-Test
Verbindende Balance (ξ1)								
<i>x11 Kenntnis der spezifischen Risiken</i>						28%	.61	$\chi^2(3) = 39.43,$ $p < .001$
VB_X11_1	.62	<u>.21</u>	.46	1.	1.54			
VB_X11_2	.58	<u>.42</u>	.64	2.	0.79			
VB_X11_3	.62	<u>.21</u>	.46	3.	0.67			
<i>x12: Kenntnis der Auswirkung von Risiken</i>						64 %	.66	$\chi^2(3) = 250.19,$ $p < .001$
VB_X12_1	.83	<u>.36</u>	.60	1.	2.23			
VB_X12_2	.63	.70	.83	2.	0.55			
VB_X12_3	.62	.85	.92	3.	0.23			
<i>x13: Einbeziehung der betroffenen Personen</i>						64 %	.68	$\chi^2(3) = 244.44,$ $p < .001$
VB_X13_1	.65	.72	.85	1.	2.24			
VB_X13_2	.64	.79	.89	2.	0.52			
VB_X13_3	.83	<u>.40</u>	.63	3.	0.25			
<i>x14: Einbeziehung über Hierarchien und Abteilungen</i>						65 %	.73	$\chi^2(3) = 250.25,$ $p < .001$
VB_X14_1	.76	.59	.77	1.	2.31			
VB_X14_2	.71	.69	.83	2.	0.38			
VB_X14_3	.72	.68	.82	3.	0.32			
<i>x15: Ausprägung des externen Netzwerkes</i>						39 %	.66	$\chi^2(3) = 79.88,$ $p < .001$
VB_X15_1	.65	<u>.40</u>	.63	1.	1.78			
VB_X15_2	.67	<u>.37</u>	.61	2.	0.62			
VB_X15_3	.65	<u>.40</u>	.63	3.	0.60			
<i>x16: Ausprägung des firmeninternen Netzwerkes</i>						49 %	<u>.50</u>	$\chi^2(1) = 53.41,$ $p < .001$
VB_X16_1	.50	<u>.49</u>	.70	1.	1.49			
VB_X16_2	.50	<u>.49</u>	.70	2.	0.51			
<i>x17: Stärke des Zusatznutzens</i>						45 %	.67	$\chi^2(3) = 104.87,$ $p < .001$
VB_X17_1	.70	<u>.37</u>	.61	1.	1.88			
VB_X17_2	.64	.54	.74	2.	0.61			
VB_X17_3	.67	<u>.42</u>	.65	3.	0.51			
<i>x18: Wirkungspanne des Zusatznutzens</i>						39 %	<u>.50</u>	$\chi^2(3) = 67.72,$ $p < .001$
VB_X18_1	.50	.80	.89	1.	1.57			
VB_X18_2	.50	<u>.33</u>	.58	2.	0.97			
VB_X18_3	.52	<u>.03</u>	-.17	3.	0.47			
<i>Anmerkung. N = 197, ^anach Extraktion eines Faktors – Unterstrichene Werte erfüllen das Kriterium nicht</i>								

Tabelle 48: Ergebnisse der explorativen Faktorenanalysen für die Messung der verbindenden Balance
(Quelle: Darstellung des Autors)

	MSA (≥ .50)	Kommu- nalität (≥ .50)	Faktor- ladung	Eigen- werte	Erklärter Varianz- anteil ^a	KMO (≥ 0.6)	Bartlett-Test
Gesamtkontext (ξ₂)							
<i>x21: Durchdringungsgrad Geschäftsmodell</i>					44 %	.67	$\chi^2(3) = 100.17,$ $p < .001$
KO_X21_1	.66	<u>.47</u>	.68	1.	1.87		
KO_X21_2	.66	<u>.47</u>	.69	2.	0.60		
KO_X21_3	.70	<u>.37</u>	.61	3.	0.53		
<i>x22: Nutzenbeitrag von Daten</i>					58 %	<u>.50</u>	$\chi^2(1) = 79.84,$ $p < .001$
KO_X22_1	.50	.58	.76	1.	1.58		
KO_X22_2	.50	.58	.76	2.	0.42		
<i>x23: Bereitschaft für Veränderung und Kollaboration</i>					48 %	.65	$\chi^2(3) = 121.26,$ $p < .001$
KO_X23_1	.71	<u>.31</u>	.56	1.	1.92		
KO_X23_2	.61	.71	.85	2.	0.65		
KO_X23_3	.65	<u>.42</u>	.64	3.	0.43		
<i>x24: Wettbewerbsdruck</i>					36 %	<u>.46</u>	$\chi^2(3) = 70.32,$ $p < .001$
KO_X24_1	<u>.25</u>	<u>.00</u>	.05	1.	1.53		
KO_X24_2	<u>.48</u>	<u>.41</u>	.64	2.	1.03		
KO_X24_3	<u>.48</u>	.67	.82	3.	0.44		
<i>x25: Verfügbare Unternehmensressourcen</i>					72 %	.72	$\chi^2(3) = 325.72,$ $p < .001$
KO_X25_1	.82	.57	.75	1.	2.42		
KO_X25_2	.70	.77	.87	2.	0.37		
KO_X25_3	.68	.82	.90	3.	0.21		
<i>Anmerkung.</i> N = 197, ^a nach Extraktion eines Faktors - Unterstrichene Werte erfüllen das Kriterium nicht							

Tabelle 49: Ergebnisse der explorativen Faktorenanalysen für die Messung des Gesamtkontextes
(Quelle: Darstellung des Autors)

Insgesamt zeigt sich eine vorerst ausreichende Güte, allerdings mit den identifizierten Schwächen. Um mögliche Items auszuschließen und dadurch die Güte einzelner Skalen zu verbessern, werden im Folgeschritt die Reliabilität und die interne Konsistenz der Skalen wie folgt überprüft (Weiber und Mühlhaus 2014, S. 136):

- Korrigierte Item-to-Total-Korrelation (KITK) : Kriterium ≥ 0,5
- Inter-Item-Korrelation (IIK) : Kriterium ≥ 0,3
- Cronbach's Alpha : Kriterium ≥ 0,6

	MSA (≥ .50)	Kommu- nalität (≥ .50)	Faktor- ladung	Eigenwerte		Erklärter Varianz- anteil ^a	KMO (≥ 0.6)	Bartlett-Test
Nutzenschöpfung (η1)								
<i>y11: Zusätzlicher Beitrag am Gesamtnutzen</i>						35 %	.69	$\chi^2(3) = 123.69,$ $p < .001$
NS_Y11_1	.67	<u>.45</u>	.67	1.	2.05			
NS_Y11_2	.71	<u>.27</u>	.52	2.	0.84			
NS_Y11_3	.70	<u>.36</u>	.60	3.	0.61			
NS_Y11_4	.68	<u>.33</u>	.57	4.	0.51			
Digitale Investitionsbereitschaft (η2)								
<i>y21: Erwartungshorizont für ROI</i>						41 %	<u>.57</u>	$\chi^2(3) = 86.17,$ $p < .001$
DI_Y21_1	.74	<u>.11</u>	.33	1.	1.72			
DI_Y21_2	.55	.68	.83	2.	0.83			
DI_Y21_3	.56	<u>.44</u>	.66	3.	0.45			
<i>y22: Standardisierungsgrad der Produktion</i>						54 %	.66	$\chi^2(3) = 165.75,$ $p < .001$
DI_Y22_1	.78	.32	.56	1.	2.05			
DI_Y22_2	.62	.73	.86	2.	0.61			
DI_Y22_3	.64	.58	.76	3.	0.34			
<i>y23: Ausbaugrad der Kompetenz</i>						71 %	.70	$\chi^2(3) = 342.24,$ $p < .001$
DI_Y23_1	.65	.84	.92	1.	2.41			
DI_Y23_2	.66	.82	.91	2.	0.43			
DI_Y23_3	.87	<u>.48</u>	.70	3.	0.17			
<i>y24: Herangehensweise der Führung</i>						62 %	.67	$\chi^2(3) = 219.74,$ $p < .001$
DI_Y24_1	.62	.88	.94	1.	2.19			
DI_Y24_2	.67	.55	.74	2.	0.53			
DI_Y24_3	.75	<u>.42</u>	.65	3.	0.28			
<i>Anmerkung. N = 197, ^anach Extraktion eines Faktors - Unterstrichene Werte erfüllen das Kriterium nicht</i>								

Tabelle 50: Ergebnisse der explorativen Faktorenanalysen für die Messung der Nutzenschöpfung und der digitalen Investitionsbereitschaft (Quelle: Darstellung des Autors)

Als Grenzwert für Cronbach's Alpha wird im Hinblick auf die vorab identifizierten Schwächen in Anlehnung an Schecker (2014) ein Wert von 0,6 angesetzt, jedoch werden Werte über 0,7 angestrebt. Bei fraglichen Werten von α wird geprüft, ob es möglich ist eine Verbesserung durch Weglassen eines Items zu erreichen. In Tabelle 51 bis Tabelle 53 sind die Ergebnisse der Reliabilitätsanalyse der operationalisierten Variablen aufgeführt.

	Trennschärfe (KITK) (≥ 0.50)	IJK (≥ 0.30)	α (≥ 0.6)	Mögliche Verbesserung von α ...
Verbindende Balance (ξ1)				
<i>x11 Kenntnis der spezifischen Risiken</i>		<u>.27</u>	<u>.52</u>	Keine Verbesserung möglich
VB_X11_1	<u>.32</u>			
VB_X11_2	<u>.38</u>			
VB_X11_3	<u>.32</u>			
<i>x12: Kenntnis der Auswirkung von Risiken</i>		.61	.83	
VB_X12_1	.56			
VB_X12_2	.73			
VB_X12_3	.77			
<i>x13: Einbeziehung der betroffenen Personen</i>		.62	.83	
VB_X13_1	.74			
VB_X13_2	.76			
VB_X13_3	.59			
<i>x14: Einbeziehung über Hierarchien und Abteilungen</i>		.65	.85	
VB_X14_1	.69			
VB_X14_2	.73			
VB_X14_3	.73			
<i>x15: Ausprägung des externen Netzwerkes</i>		.39	.66	
VB_X15_1	<u>.47</u>			
VB_X15_2	<u>.46</u>			
VB_X15_3	<u>.47</u>			
<i>x16: Ausprägung des firmeninternen Netzwerkes</i>		.49	.65	
VB_X16_1	<u>.49</u>			
VB_X16_2	<u>.49</u>			
<i>x17: Stärke des Zusatznutzens</i>		.44	.69	
VB_X17_1	<u>.49</u>			
VB_X17_2	.55			
VB_X17_3	.51			
<i>x18: Wirkungspanne des Zusatznutzens (3 Items)</i>		<u>.10</u>	<u>.23</u>	... auf .63 durch Weglassen von ...
VB_X18_1	<u>.21</u>			
VB_X18_2	<u>.43</u>			
VB_X18_3	<u>-.15</u>			VB_X18_3
<i>x18: Wirkungspanne des Zusatznutzens (2 Items)</i>		.52	.63	
VB_X18_1	.52			
VB_X18_2	.52			
Unterstrichene Werte erfüllen das Kriterium nicht				

Tabelle 51: Ergebnisse der Reliabilitätsanalysen für die Skalen zur Messung der verbindenden Balance
(Quelle: Darstellung des Autors)

	Trennschärfe (KITK) (≥ 0.50)	IKK (≥ 0.30)	α (≥ 0.6)	Mögliche Verbesserung von α ...
Gesamtkontext (§2)				
<i>x21: Durchdringungsgrad Geschäftsmodell</i>		.43	.68	
KO_X21_1	.52			
KO_X21_2	.52			
KO_X21_3	<u>.48</u>			
<i>x22: Nutzenbeitrag von Daten</i>		.58	.73	
KO_X22_1	.58			
KO_X22_2	.58			
<i>x23: Bereitschaft für Veränderung und Kollaboration</i>		.46	.72	
KO_X23_1	<u>.47</u>			
KO_X23_2	.62			
KO_X23_3	.53			
<i>x24: Wettbewerbsdruck (3 Items)</i>		<u>.20</u>	<u>.36</u>	... auf .69 durch Weglassen von
KO_X24_1	<u>.02</u>			KO_X24_1
KO_X24_2	<u>.25</u>			
KO_X24_3	<u>.44</u>			
<i>x24: Wettbewerbsdruck (2 Items)</i>		.53	.69	
KO_X24_2	.53			
KO_X24_3	.53			
<i>x25: Verfügbare Unternehmensressourcen</i>		.71	.88	
KO_X25_1	.71			
KO_X25_2	.79			
KO_X25_3	.80			
Unterstrichene Werte erfüllen das Kriterium nicht				

Tabelle 52: Ergebnisse der Reliabilitätsanalysen für die Skalen zur Messung des Gesamtkontextes
(Quelle: Darstellung des Autors)

Der erste Blick bei der Reliabilität gilt der internen Konsistenz. Es zeigt sich, wie schon in der Auswertung der Faktorenanalyse vermutet, dass sich auch die α -Werte bei einigen Variablen als problematisch erweisen. Die Variable x11 und ihre Items weisen in allen Kriterien unzureichende Werte auf. Auch durch Weglassen eines Items kann α nicht verbessert werden. Der sehr geringe erklärte Varianzanteil und die geringen Kommunalitäten (vgl. Tabelle 48) lassen vermuten, dass diese Variable nicht wie erwartet misst und damit als kritisch angesehen werden sollte. Bei der Variablen x18 zeigt sich ein inakzeptables α , welches aber durch die Eliminierung des Items VB_18_3 auf $\alpha = 0,63$ verbessert werden kann. Dieses Item ist in der Operationalisierung von x18 (vgl. Abschnitt 8.1.1) eine komplex

formulierte Frage und führte daher eventuell zu Missverständnissen in der Interpretation. Die Wirkspanne des Zusatznutzens wird durch die beiden verbleibenden Items erfasst, daher wurde in Tabelle 54 die Variable x18 alternativ mit zwei Items aufgenommen. Für x15 und x16 erreichen die Trennschärfekoeffizienten der einzelnen Items den Schwellenwert von 0,5 nicht, was sich auch mit den eher geringen Kommunalitäten aus Tabelle 48 deckt. Allerdings liegen diese mit Werten zwischen 0,46 und 0,49 nur sehr knapp unter dem angestrebten Kriterium. Da sich für α ein ausreichender Wert von $> 0,6$ zeigt, werden die beiden Variablen x15 und x16 für die weiteren Analysen belassen.

	Trennschärfe (KITK) (≥ 0.50)	IJK (≥ 0.30)	α (≥ 0.6)	Mögliche Verbesserung von α ...
Nutzenschöpfung (η_1)				
<i>y11: Zusätzlicher Beitrag am Gesamtnutzen</i>		.35	.68	
NS_Y11_1	.51			
NS_Y11_2	<u>.42</u>			
NS_Y11_3	<u>.48</u>			
NS_Y11_4	<u>.46</u>			
Digitale Investitionsbereitschaft (η_2)				
<i>y21: Erwartungshorizont für ROI (3 Items)</i>		.35	<u>.62</u>	... auf .70 durch Weglassen von
DI_Y21_1	<u>.28</u>			DI_Y21_1
DI_Y21_2	.54			
DI_Y21_3	.50			
<i>y21: Erwartungshorizont für ROI (2 Items)</i>		.55	.70	
DI_Y21_2	.55			
DI_Y21_3	.55			
<i>y22: Standardisierungsgrad der Produktion</i>		.52	.76	
DI_Y22_1	.50			
DI_Y22_2	.69			
DI_Y22_3	.65			
<i>y23: Ausbaugrad der Kompetenz</i>		.70	.87	
DI_Y23_1	.80			
DI_Y23_2	.80			
DI_Y23_3	.66			
<i>y24: Herangehensweise der Führung</i>		.59	.81	
DI_Y24_1	.76			
DI_Y24_2	.65			
DI_Y24_3	.58			
Unterstrichene Werte erfüllen das Kriterium nicht				

Tabelle 53: Ergebnisse der Reliabilitätsanalysen für die Skalen zur Messung der Nutzenschöpfung und der digitalen Investitionsbereitschaft (Quelle: Darstellung des Autors)

Tabelle 52 fasst die Ergebnisse der Variablen des Gesamtkontextes zusammen. Dabei fällt x24 durch sehr schlechte Reliabilitätswerte auf. Durch Weglassen von KO_X24_1 ergeben sich für die Skala, die aus den zwei verbleibenden Items gebildet wird, zufriedenstellende Werte. KO_X24_1 war ursprünglich von Berghaus (2018, S. 100) als Messung der eigenen Wahrnehmung als Technologietreiber formuliert. Die Anpassung an den Wettbewerbsdruck scheint zu einer Verfälschung der Messung zu führen.

Die α -Werte der Nutzenschöpfung und DI aus Tabelle 53 liegen alle über dem Kriterium von 0,6. Das Item DI_Y21_1 fällt aber durch eine sehr schlechte Trennschärfe auf und die Skala liegt mit $\alpha = 0,62$ nur knapp über dem Kriterium. Die Kommunalität des Items und der gesamte erklärte Varianzanteil aus Tabelle 50 lassen vermuten, dass DI_Y21_1 nicht wie gedacht den Erwartungshorizont misst. Dies kann an der Fragestellung liegen, da dieses Item nicht explizit die Perspektive zu digitalisierter Produktion abfragt, sondern das Unternehmen im Ganzen. Die Aussage könnte dadurch für unterschiedliche Kontexte gelten und korreliert deshalb nicht mit den anderen Items der Variablen. Durch das Eliminieren von DI_Y21_1 kann sowohl α als auch der erklärte Varianzanteil verbessert werden.

	MSA ($\geq .50$)	Kommuna- lität ($\geq .50$)	Faktor- ladung	Eigenwerte	Erklärter Varianz- anteil ^a	KMO (≥ 0.6)	Bartlett-Test
Korrigierte Werte nach Eliminierung von Items aus Tabelle 48 bis Tabelle 50							
<i>x18: Wirkungspanne des Zusatznutzens (2 Items)</i>					51 %	.50	$\chi^2(1) = 61.42,$ $p < .001$
VB_X18_1	.50	.52	.72	1. 1.52			
VB_X18_2	.50	.52	.72	2. 0.48			
<i>x24: Wettbewerbsdruck (2 Items)</i>					49 %	.50	$\chi^2(1) = 63.83,$ $p < .001$
KO_X24_2	.50	.53	.73	1. 1.53			
KO_X24_3	.50	.53	.73	2. 0.47			
<i>y21: Erwartungshorizont für ROI (2 Items)</i>					55 %	.50	$\chi^2(1) = 69.53,$ $p < .001$
DI_Y21_2	.50	.55	.74	1. 1.55			
DI_Y21_3	.50	.55	.74	2. 0.45			
<i>Anmerkung. N = 197, ^anach Extraktion eines Faktors</i>							

Tabelle 54: Korrigierte Werte der explorativen Faktorenanalyse nach Eliminierung von Items
(Quelle: Darstellung des Autors)

Zusammenfassend werden die Skalen der Variablen x18, x24 und y21 durch Eliminieren eines Items angepasst. Damit verändert sich auch die Beurteilung der Gütekriterien der 1. Generation aus Tabelle 48 bis Tabelle 50. Diese Anpassungen sind in Tabelle 54 zusammengefasst. Die erklärten Varianzanteile sind wie die verbesserten Werte von α höher, allerdings muss festgestellt werden, dass diese Variablen in der weiteren Auswertung neben x11, x15, x16 und y11 weiterhin kritisch zu hinterfragen sind.

8.3.4. Konfirmatorische Faktorenanalyse

Mit den geprüften Skalen der Variablen des Messmodells aus dem vorherigen Abschnitt wird im Folgeschritt eine konfirmatorische Faktorenanalyse (CFA) mit dem Programmpaket SPSS/AMOS durchgeführt. Für eine bessere Lesbarkeit wird im weiteren Verlauf lediglich SPSS erwähnt, wenngleich auch das Paket AMOS gleichermaßen Verwendung findet. In Abschnitt 7.3.4 wurde a priori die Identifizierbarkeit des Modells bestätigt (vgl. Abbildung 52) und den Empfehlungen von Weiber und Mühlhaus (2014, S. 65) folgend das Schätzverfahren ausgewählt. Der am häufigsten verwendete Schätzansatz ist die Maximum-Likelihood-(ML-) Methode, welche eine Normalverteilung der Ausgangsvariablen und eine ausreichend große Stichprobe voraussetzt (Weiber und Mühlhaus 2014, S. 66). Um dies zu überprüfen, werden die Parameter der 18 Variablen in SPSS berechnet (Tabelle 55). Die dabei ermittelten C.R.-Werte erfüllen das von Weiber und Mühlhaus (2014, S. 181) definierte Kriterium von $< 2,57$ oft nicht und deuten somit auf eine Verletzung der Normalverteilung hin. Jedoch weisen Weiber und Mühlhaus eindringlich darauf hin, dieses Kriterium bei Ratingskalen vorsichtig zu nutzen.

„Obwohl die statistischen Tests aufgrund ihrer Objektivität bei praktischen Anwendungen häufiger genutzt werden, ist hier deutlich herauszustellen, dass anhand von Ratingskalen erhobene Daten nur äußerst selten die ‚strengen‘ Testkriterien erfüllen“ (Weiber und Mühlhaus 2014, S. 181).

Aus diesem Grunde wird die „Stärke“ der Verletzung geprüft, indem die Schiefe- und Wölbungswerte der Variablen in Tabelle 55 ermittelt und aufgetragen werden. Dabei zeigt sich kein Schiefekoeffizient > 1 und nur vier Wölbungskoeffizienten überschreiten den Wert 1 mit einem Maximalwert von 1,52. Von einer substantiellen Abweichung wird bei Wölbungswerten > 7 ausgegangen (Weiber und Mühlhaus 2014, S. 180). Daher wird keine substantielle Verletzung der Normalverteilungsanforderung angenommen und das Kriterium ist für die Anwendung der ML-Methode als erfüllt anzusehen.

Variable	min	max	skew	C.R.	kurtosis	C.R.
y11	1,500	5,000	-,740	-4,240	,436	1,250
y24	1,000	5,000	,002	,011	-,895	-2,564
y23	1,000	5,000	-,047	-,267	-1,240	-3,553
y22	1,333	5,000	-,332	-1,901	-,553	-1,583
y21	1,000	5,000	-,651	-3,732	-,522	-1,497
x25	1,000	5,000	-,020	-,112	-1,154	-3,306
x24	1,500	5,000	-,610	-3,493	-,169	-,485
x23	1,000	5,000	-,274	-1,572	-,504	-1,445
x22	1,000	5,000	-,877	-5,024	,951	2,725
x21	1,000	5,000	-,276	-1,581	-,560	-1,604
x18	1,000	5,000	-,854	-4,893	,326	,933
x17	1,000	5,000	-,825	-4,728	1,522	4,361
x16	1,000	5,000	-,589	-3,377	-,211	-,603
x15	1,000	5,000	-,207	-1,187	-,376	-1,078
x14	1,333	5,000	-,696	-3,991	-,056	-,160
x13	1,000	5,000	-,284	-1,629	-,566	-1,621
x12	1,000	4,667	-,104	-,597	-1,002	-2,870
x11	2,000	5,000	-,384	-2,200	-,582	-1,668

Tabelle 55: Auswertung der Normalverteilung der Stichprobe in SPSS (Quelle: Darstellung des Autors)

Die Forderung nach einer ausreichenden Stichprobengröße für die Anwendung der ML-Methode wird unter Betrachtung der zu schätzenden Parameter $t = 43$ (vgl. Tabelle 25) ermittelt. In Anlehnung an eine Vielzahl von Autoren bieten Weiber und Mühlhaus entsprechend $N \geq 5t$ oder $N - t > 50$ als Beurteilungskriterium an (vgl. Weiber und Mühlhaus 2014, S. 65). Damit ergibt sich eine theoretisch erforderliche Größe $N_{(5t)} = 5 \cdot 43 = 215$, welche bei den verfügbaren Datensätzen von gesamt 197 nicht erfüllt ist. Das alternative Kriterium $N - t = 197 - 43 = 154 > 50$ ist jedoch erfüllt, dies gilt auch für das Sample der Zielindustrien $N - t = 147 - 43 = 104 > 50$. Damit wird auch dieses Kriterium für die Anwendung der ML-Methode als erfüllt betrachtet.

Nach der kompletten Erfassung und Überprüfung der Datensätze in SPSS werden folgende Reliabilitätsprüfungen der 2. Generation in Anlehnung an Weiber und Mühlhaus (2014, S. 130, 149f) für die Konstrukte angewandt und in Tabelle 56 dargestellt :

- Indikatorreliabilität – Squared Multiple Correlation ($Rel_{(xi)}$): Kriterium $\geq 0,4$
- Faktorreliabilität (FR) : Kriterium $\geq 0,6$
- Durchschnittlich je Faktor extrahierte Varianz (DEV) : Kriterium $\geq 0,5$

In der Analyse fällt die Variable x24 durch unzureichende Faktorreliabilität auf. Daher wird X24 in der weiteren Auswertung als eigenständiger Faktor berechnet. Der Gesamtkontext wird damit durch die verbleibenden Variablen bestimmt. Dieser Schritt zeigt eine merkliche Verbesserung von FR und DEV des Gesamtkontextes, wie Tabelle 57 zeigt.

CFA alle Konstrukte	Faktorladung	$Rel_{(xi)}$ (≥ 0.4)	FR (≥ 0.6)	DEV (≥ 0.5)
Verbindende Balance (ξ_1)			0.94	0.66
x11 Kenntnis der spezifischen Risiken	0.62	<u>0.39</u>		
x12: Kenntnis der Auswirkung von Risiken	0.90	0.80		
x13: Einbeziehung der betroffenen Personen	0.85	0.73		
x14: Einbeziehung über Hierarchien und Abteilungen	0.85	0.72		
x15: Ausprägung des externen Netzwerkes	0.78	0.60		
x16: Ausprägung des firmeninternen Netzwerkes	0.79	0.63		
x17: Stärke des Zusatznutzens	0.79	0.63		
x18: Wirkungspanne des Zusatznutzens	0.86	0.74		
Gesamtkontext (ξ_2)			0.87	0.59
x21: Durchdringungsgrad Geschäftsmodell	0.86	0.74		
x22: Nutzenbeitrag von Daten	0.68	0.47		
x23: Bereitschaft für Veränderung und Kollaboration	0.88	0.78		
x24: Wettbewerbsdruck	0.35	<u>0.12</u>		
x25: Verfügbare Unternehmensressourcen	0.91	0.82		
Digitale Investitionsbereitschaft (η_2)			0.93	0.76
y21: Erwartungshorizont für ROI	0.88	0.78		
y22: Standardisierungsgrad der Produktion	0.79	0.62		
y23: Ausbaugrad der Kompetenz	0.91	0.83		
y24: Herangehensweise der Führung	0.91	0.83		

Tabelle 56: Ergebnisse der Reliabilitätsanalysen für die Konstrukte des Messmodells
(Quelle: Darstellung des Autors)

CFA Auszug Gesamtkontext ohne x24	Faktorladung	Rel _(xi) (≥ 0.4)	FR (≥ 0.6)	DEV (≥ 0.5)
Kontext (ξ₂)			0.90	0.70
x21: Durchdringungsgrad Geschäftsmodell	0.86	0.74		
x22: Nutzenbeitrag von Daten	0.68	0.47		
x23: Bereitschaft für Veränderung und Kollaboration	0.88	0.78		
x25: Verfügbare Unternehmensressourcen	0.91	0.82		

Tabelle 57: Auszug der Ergebnisse der Reliabilitätsanalyse des Modells nach Bildung des eigenständigem Faktor x24 (Quelle: Darstellung des Autors)

Im weiteren Verlauf der Prüfung ergeben sich unplausible Parameterschätzungen, die sich in unzulässigen Korrelationschätzungen einiger latenter Faktoren zeigen, die Werte > 1 annehmen, wie Abbildung 71 dokumentiert. Infolgedessen warnt SPSS auch, dass die Kovarianzmatrix der latenten Variablen nicht positiv definit ist (siehe Abbildung 70).

Notes for Model (Group number 1 - Default model)				
The following covariance matrix is not positive definite (Group number 1 - Default model)				
	eta2	xi2	xi1	etal
eta2	,800			
xi2	,694	,572		
xi1	,387	,328	,184	
etal	,484	,408	,237	,418

Abbildung 70: Warnung durch SPSS zur Kovarianzmatrix der latenten Konstrukte (Quelle: Darstellung des Autors)

Um ein vollständiges Bild von Qualität und Validität des Modells zu bekommen, werden folgende Gütekriterien für die Beurteilung des Modellfits gemäß den Empfehlungen von Weiber und Mühlhaus (2014, S. 222) bzw. Backhaus et al. (2015, S. 146ff) ermittelt:

- Inferenzstatistisches Kriterium (RMSEA) : Kriterium ≤ 0,05 - 0,08
- Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) : Kriterium ≤ 0,1
- Absoluter Fit – χ^2/df : Kriterium ≤ 3
- Comparative Fit Index (CFI) : Kriterium ≥ 0,9
- Fornell/Larcker-Kriterium : Kriterium DEV ≥ ϕ^2

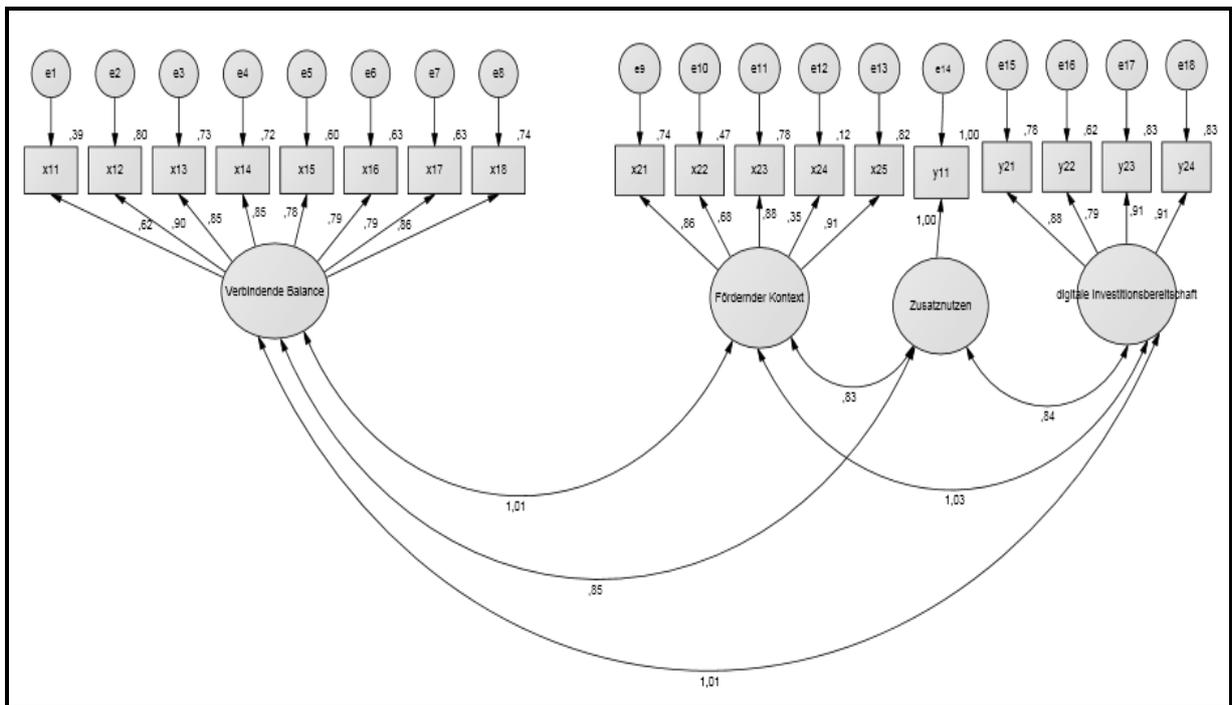


Abbildung 71: Ausgabe der in SPSS errechneten Faktoren und Korrelationen (Quelle: Darstellung des Autors)

Tabelle 58 zeigt die Ausgaben von SPSS für das berechnete Modell. Das Kriterium des SRMR mit einem Wert von 0,04 kann als erfüllt angesehen werden. Auch der CFI lässt durch seinen Wert von 0,91, wenn auch knapp, auf einen möglichen Modellfit schließen. Für die Beurteilung des Gesamtfits eines Modells ist es allerdings notwendig in allen Gütekategorien einen Fit nachzuweisen (Weiber und Mühlhaus 2014, S. 222). Hierbei deutet X^2/df mit einem deutlich zu hohen Wert von 3,78 auf ein Problem mit dem Modell hin, was durch einen RMSEA von 0,12 unterstrichen wird. Die Close-Fit-Hypothese muss deshalb mit einer Relevanz von $p < .001$ abgelehnt werden.

	Ausgabe SPSS	Grenzwert	Kriterium
RMSEA	0,12	$\leq 0,05 - 0,08$	Nicht erfüllt
SRMR	0,04	$\leq 0,1$	Erfüllt
X^2/df	3,78	≤ 3	Nicht erfüllt
CFI	0,91	$\geq 0,9$	Erfüllt

Tabelle 58: Ausgabe der Modellfit-Gütekriterien aus SPSS (Quelle: Darstellung des Autors)

Die Auswertung des Fornell/Larcker-Kriteriums bestätigt final, dass keine diskriminante Validität des Modells vorliegt, da alle DEV-Werte kleiner als die quadrierten Korrelationen

sind. Tabelle 59 führt die Korrelationen bzw. quadrierten Korrelationen im Vergleich mit den DEV-Werten auf. Das alternativ berechnete Modell mit Wettbewerbsdruck als eigenständigem Faktor zeigt dieselben Schwächen und ist aus Gründen der Übersichtlichkeit als Anhang VII angefügt.

	ξ_1	ξ_2	η_2	Fornell/Larcker-Kriterium
Verbindende Balance (ξ_1)	0.66			Nicht erfüllt
Gesamtkontext (ξ_2)	1.01/1.03	0.59		Nicht erfüllt
Digitale Investitionsbereitschaft (η_2)	1.01/1.02	1.03/1.05	0.76	Nicht erfüllt
Anmerkung. Die Diagonale enthält die DEV-Werte				

Tabelle 59: Korrelationen / Quadrierte Korrelationen zwischen den latenten Konstrukten zur Bestimmung des Fornell/Larcker-Kriteriums (Quelle: Darstellung des Autors)

8.3.5. Zwischenfazit konfirmatorische Faktorenanalyse

Die Prüfungen und Analysen von Itemstruktur und Konstrukten liefern ein geteiltes Bild. Im Hinblick auf die Güte zeigen die Skalen der Variablen ein akzeptables Niveau, auch erreichen die Werte der internen Konsistenz mit Ausnahme von x11 gute, im schlechtesten Falle noch fragwürdige Niveaus. Die Prüfung des Modells mit der CFA deckte demgegenüber extreme Schwächen in der Konstruktebene auf. Neben dem nicht bestätigten absoluten Fit von X^2/df , wiegt das Fehlen der diskriminanten Validität, aufgedeckt durch das Fornell/Larcker-Kriterium (Backhaus et al. 2015, S. 147) aus Tabelle 59 schwer.

Eine weitere Berechnung des SGM aus Abschnitt 7.3 wird zu keinen gesicherten Ergebnissen im Hinblick auf die aufgestellten Hypothesen führen. Die hohen Korrelationswerte zwischen den Konstrukten deuten auf eine reale Faktorenstruktur hin, die sich nicht mit den in Kapitel 7 aufgestellten Überlegungen erklären lässt. Die Transformation mit strenger Anlehnung an die GT, welche wiederum durch eine stringente Anwendung des Kodierparadigmas erstellt wurde, scheint an diesem Punkt zu einer Verwerfung geführt zu haben. Die in Abschnitt 7.2 definierten Hypothesen können nicht weiterverfolgt werden, da das Modell nicht weiter berechnet werden kann.

Hypothesen H1 bis H4 (vgl. Abschnitt 7.2):

Die Hypothesen können nicht weiter berechnet werden, da das Messmodell nicht über ausreichende Validität verfügt. Daher werden H1 bis H4 nicht weiterverfolgt.

Im Untersuchungsdesign des Mixed-Method-Ansatzes in Abschnitt 5.3 wurde angenommen, dass sich das Modell aus der Grounded Theory in ein überprüfbares SGM transformieren lässt. Eine valide Strukturprüfung gemäß Backhaus et al. (2015, S. 11f) hätte sowohl die primäre Orientierung an den Forschungsfragen (Sandelowski et al. 2012, S. 328) als auch die empirische Bestätigung der latenten Konstrukte der GT unterstützt.

Setzt man voraus, dass die zugrunde liegende Theorie und die Erkenntnisse der qualitativen Vorstudie im Sinne der Problemstellung valide sind, und geht man weiter davon aus, dass die erfolgte Operationalisierung (siehe Abschnitt 8.1) zwar die Fragestellungen von Eigenschaften der GT-Elemente erfasst, die Transformation in ein SGM, wie in der Methodik und in Abschnitt 7.1 beabsichtigt wurde, jedoch nicht gelungen ist, so bietet es sich an, die gewonnenen Daten explorativ zu untersuchen und eine explorative Anpassung des Modells unter Beachtung der qualitativ ermittelten Zusammenhänge aus der GT vorzunehmen. Die Kombination von GT und SGM bietet sich aufgrund der Überlegungen von Javalgi et al. (2013, S. 164) als beste Kombination für die Bewältigung der Fragestellung an, da jeweils das bestmögliche Potenzial der Theorieentwicklung und der Theoriebestätigung genutzt wird. Ein weiterer Blick in die Klassifizierung von Javalgi et al. gibt den Hinweis, dass auch eine explorative Faktorenanalyse bedingt zur Bestätigung von Theorie herangezogen werden kann. In jedem Fall liefert eine explorative Faktorenanalyse eine alternative Strukturierung der latenten Faktoren innerhalb der erhobenen Daten (Backhaus et al. 2016, S. 21). Diese alternative Struktur wiederum unterstützt den primär verfolgten Grundsatz der Orientierung an den Forschungsfragen von Sandelowski et al. (2012, S. 328). Diese Möglichkeit bedeutet eine wesentliche Änderung im bisherigen Methodenmix und kann, aus Sicht einer strikten Verfolgung der methodischen Paradigmen, als kritisch angesehen werden.

Das Interesse, die Zusammenhänge besser zu verstehen sowie die Forschungsfragen so umfassend wie möglich zu beantworten, ist im Sinne der gewählten Grundsätze an dieser

Stelle als relevanter zu bewerten als die Einhaltung eventueller Paradigmen. Im folgenden Abschnitt werden die gewonnenen Daten der Umfrage einer EFA unterzogen, um zu prüfen, welche der 53 Items in welcher Form auf bisher nicht weiter definierte latente Faktoren wirken. Folgend werden diese entdeckten Zusammenhänge mit der Theorie und den bisherigen Erkenntnissen abgeglichen, um daraus neue Zusammenhänge für ein alternatives Modell abzuleiten.

8.4. Kritische Überprüfung des bisherigen Messmodells

Die Erkenntnisse aus Abschnitt 8.3.4 zum Messmodell erfordern eine kritische Überprüfung des gewählten Messmodells und der im weiteren Verlauf erfassten Daten. Der Ansatz, die qualitativen Erkenntnisse in ein SGM zu transformieren, wurde zwar sachlogisch begründet und durchgeführt, jedoch erweist sich die damit erreichbare Qualität der Konstrukte nicht ausreichend valide, um den Ansatz mit SGM weiterzuverfolgen. Die verfügbaren Daten basieren dennoch auf weitreichend fundierten theoretischen Überlegungen und intensiven qualitativen Untersuchungen. Daher wird weiterhin davon ausgegangen, dass die Daten zur Beantwortung der Forschungsfragen und zur Verbesserung der Erkenntnisse aus der GT herangezogen werden können. Die gewählte Methode zur Transformation und das daraus erstellte SGM jedoch sind an diesem Punkt nicht mehr valide und werden nicht weiterverwendet.

Der schlechte Modellfit und die hohen Korrelationen der latenten Konstrukte können einerseits ursächlich in einem tatsächlich abweichenden Zusammenhang der erfassten Daten liegen. Es könnte sich aber auch durch das Vorhandensein systematischer Messfehler begründen. Podsakoff et al. (2003, S. 879) gehen auf die schwerwiegenden Auswirkungen systematischer Verzerrung in den Daten durch Fehler in der Methodik ein. Im folgenden Abschnitt wird der Common-Method-Bias durch die von Podsakoff et al. (2003, S. 881) vorgeschlagenen Methoden ex post geprüft. Zum weiteren Verständnis der Daten wird sodann eine explorative Faktorenanalyse (Backhaus et al. 2016, S. 385ff) mit allen 53 Items durchgeführt, um die Anzahl und Struktur der tatsächlichen Faktoren zu ermitteln.

Diese Erkenntnisse werden anschließend mit den theoretischen Erkenntnissen aus den Kodierläufen der GT aus Kapitel 6 abgeglichen, um eine Anpassung bzw. Überarbeitung des theoretischen Modells durchzuführen.

8.4.1. Überprüfung auf systematische Messfehler

Systematische Fehler sind in der empirischen Forschung besonders schwerwiegend, da ein negativer Einfluss auf den Erkenntnisgewinn durch die Auswertung der fehlerbehafteten Daten besteht. Die größten Fehler werden in der Literatur durch das Nicht-beantworten von Umfragen oder Items (Non-Response-Bias), eine einseitige Abdeckung der Antwortenden aus den Informationsquellen (Informant-Bias) und die Verzerrung durch die verwendete Methode (Common-Method-Bias) beschrieben (vgl. Podsakoff et al. 2003, S. 879; Groves 2004, S. 36). Die Vermeidung von Informant-Bias wurde in der Herangehensweise an Kontaktgewinnung und Durchführung der Umfragen, speziell durch das Schneeball-Sampling, die Ansprache von Führungspersonen und die diversen Kontaktkanäle wie in Abschnitt 8.2 beschrieben berücksichtigt. Dem Non-Response-Bias wurde durch die individuelle Ansprache und Erinnerung der Befragten in Abschnitt 8.2.6 bei der Durchführung Rechnung getragen. Der in Abschnitt 8.3.4 festgestellte schlechte Modellfit kann auf einen systematischen Fehler bei der verwendeten Methode hinweisen. Podsakoff et al. beschreiben, dass viele Ursachen zu einem Common-Method-Bias führen können (2003, S. 882).

„[S]ome sources of common method biases result from the fact that the predictor and criterion variables are obtained from the same source or rater, whereas others are produced by the measurement items themselves, the context of the items within the measurement instrument, and/or the context in which the measures are obtained“ (Podsakoff et al. 2003, S. 881).

Die von Podsakoff et al. vorgeschlagene Methode zur Vermeidung eines Common-Method-Bias besteht darin, die unabhängigen und abhängigen Variablen in voneinander unabhängigen Kontexten zu erfassen (Podsakoff et al. 2003, S. 887). Diese Vorgehensweise ist aber in dem gegebenen Umfeld der produzierenden Unternehmen nicht realistisch durchzuführen, deshalb ist eine Prüfung der Daten ex post geboten. Der Harman's Single-Factor Test wird in der Literatur als sehr verbreitet beschrieben und prüft, inwieweit ein einzelner Faktor für den Großteil der Varianz verantwortlich ist (Podsakoff et al. 2003, S. 889). Für diesen Test werden alle Variablen in einer CFA auf einen Faktor geladen, wie Abbildung 72 zeigt, und dabei die Gütemaße der 2. Generation ausgewertet. Zeigen diese Werte, dass dieses Ein-Faktoren-Modell einen guten Fit aufweist, ist von einem Common-Method-Bias auszugehen.

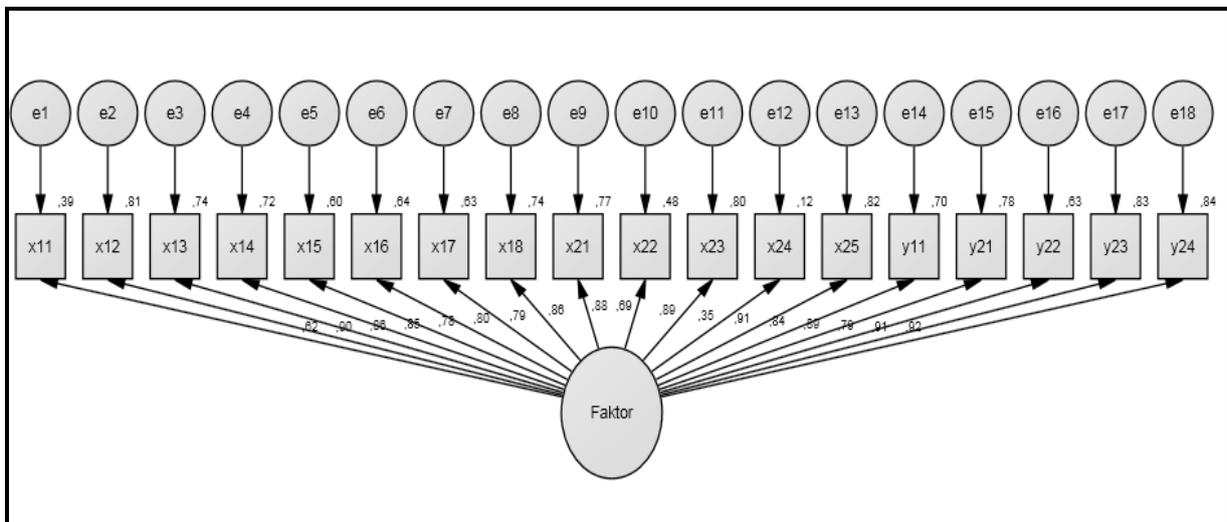


Abbildung 72: 1-Faktormodell des Harman's Single-Factor Tests (Quelle: Darstellung des Autors)

	Ausgabe SPSS	Grenzwert	Kriterium
RMSEA	0,12	≤ 0,05 - 0,08	Nicht erfüllt
SRMR	0,04	≤ 0,1	Erfüllt
X ² /df	3,77	≤ 3	Nicht erfüllt
CFI	0,90	≥ 0,9	Erfüllt

Tabelle 60: Ausgabe der Modellfit-Gütekriterien des Harman's Single-Factor Tests (Quelle: Darstellung des Autors)

Die Werte in Tabelle 60 zeigen einen schlechten Modellfit mit ähnlichen Werten wie das SGM in der CFA. Der erklärte Varianzanteil liegt bei 67 %. Damit weist der Harman's Single-Factor Test auf einen Common-Method-Bias hin. Podsakoff et al. erachten allerdings den Single-Factor Test alleine nicht als ausreichend, deshalb wird die Prüfung eines alternativen Modells gefordert, bei dem ein weiterer Faktor in das originäre Modell eingebracht wird, auf den alle Variablen laden (Podsakoff et al. 2003, S. 898). Dieses Modell ist in Abbildung 73 dargestellt und sollte schlechtere Fitwerte als das Modell der gescheiterten CFA aufweisen, um einen Common-Method-Bias auszuschließen.

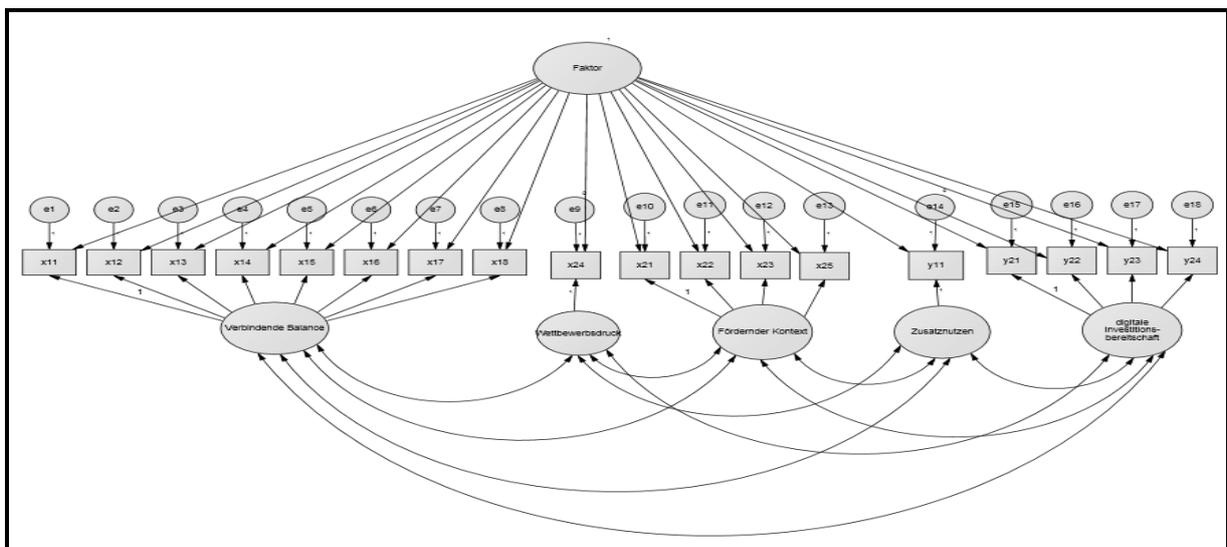


Abbildung 73: Alternative Modellprüfung nach Podsakoff et al. (Quelle: Darstellung des Autors)

Die alternative Modellprüfung konvergiert bei der Berechnung in SPSS nicht und führt zu keiner zulässigen Lösung, wie Abbildung 74 unterstreicht. Folglich kann es auch keine höhere Güte als das originäre Modell aufweisen. Damit kann für die weitere Nutzung der Daten ein Common-Method-Bias ausgeschlossen werden.

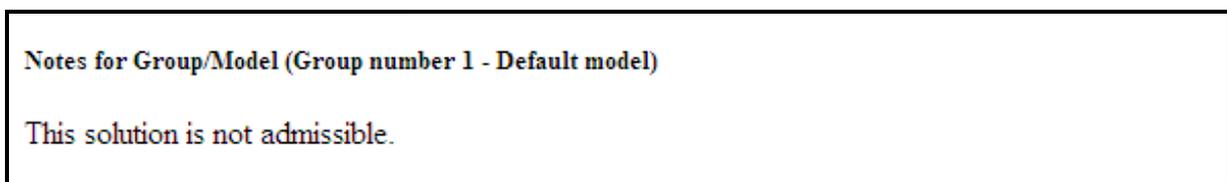


Abbildung 74: Meldung von SPSS zur alternativen Modellprüfung nach Podsakoff et al. (2003) (Quelle: Darstellung des Autors)

8.4.2. Explorative Faktorenanalyse der Datensätze

Da die Prüfungen im vorherigen Abschnitt einen Common-Method-Bias ausgeschlossen haben, kann in diesem Abschnitt explorativ die Analyse der Faktorenstruktur der Daten durchgeführt werden (Backhaus et al. 2016, S. 410ff). Mit SPSS werden hierzu eine Hauptachsenanalyse mit „Promax“-Rotation und eine Parallelanalyse zur Bestimmung der Faktoren durchgeführt. Faktorladungen unter 0,3 wurden in der Auswertung unterdrückt, um sich ausschließlich auf die Auswertung von signifikanten Effekten zu fokussieren. Im Verlauf der Auswertung werden Items mit Faktorladungen unter 0,4 eliminiert, falls ein Zusammenhang theoretisch nicht erklärt werden kann. Die Anzahl der sinnvoll zu betrachtenden Faktoren erfordert nach Backhaus et al. (2016, S. 415) in jedem Fall einen „subjektiven Eingriff des Anwenders“, um zu prüfen, wie die theoretischen Erkenntnisse mit den Faktoren zu erklären sind. Es wird aber auch ein statistisches Werkzeug, das Kaiser-Kriterium (Backhaus et al. 2016, S. 415), zur Prüfung geboten, welches die Zahl der zu extrahierenden Faktoren gleich den Faktoren mit Eigenwerten größer 1 definiert. Im Rahmen der EFA ergeben sich 9 Eigenwerte größer 1, so dass nach dem Kaiser-Kriterium 9 Faktoren zu extrahieren wären. Da bei Anwendung des Kaiser-Kriteriums allerdings in der Regel eine zu große Anzahl von Faktoren extrahiert wird (Wolff und Bacher 2010, S. 343; Bortz und Schuster 2016, S. 415), ist es geboten zusätzlich eine Parallelanalyse nach O’Connor (2000b, S. 397) durchzuführen. Da SPSS für diese Analyse keine Prozedur zur Verfügung stellt, wird auf die Syntax „rawpar.sps“ von O’Connor (2000a) zurückgegriffen. Das Ergebnis der Parallelanalyse verweist auf eine Extraktion von drei Faktoren, da lediglich drei Eigenwerte des vorliegenden Datensatzes größer sind als der Durchschnittswert aus denjenigen Eigenwerten, die auf der Basis von 200 zufällig erzeugten Datensätzen berechnet werden. Der 4. Eigenwert ist mit 1,6 im Datensatz geringfügig kleiner als der 3. Eigenwert von 1,9 des Zufallsdatensatzes. Daher kann methodisch auch eine vierfaktorielle Lösung in Betracht gezogen werden.

Nach Abgleich beider Lösungen mit den theoretischen Erkenntnissen wird die Extraktion von vier Faktoren einer dreifaktoriellen Lösung aus inhaltlichen Gesichtspunkten vorgezogen. In der vierfaktoriellen Lösung laden die Items, die den Wettbewerb betreffen, eindeutig auf

den vierten Faktor. In der dreifaktoriellen Lösung laden diese Items auf einen Faktor, der inhaltlich von Items bestimmt wird, die logisch der Operationalisierung von Nutzung und Analyse der Produktionsdaten zuzuordnen sind. Ein Faktor, der diese beiden Aspekte verbindet, ist theoretisch nicht mit den bisherigen Erkenntnissen zu erklären. Dieses Vorgehen setzt den zuvor erwähnten „subjektiven Eingriff des Anwenders“ (Backhaus et al. 2015, S. 415) praktisch um. Niedrige Faktorladungen unter 0,3 sind in der Strukturmatrix nicht angegeben, da sie für eine inhaltliche Interpretation als nicht relevant angesehen werden (Treiblmaier und Filzmoser 2010, S. 200). Liegen Kreuzladungen vor, wird das Item in der Regel demjenigen Faktor zugeordnet, auf den es am stärksten lädt. Ausnahmen bilden Items, die zwei Faktoren ähnlich stark bestimmen. Hier fällt eine Entscheidung gemäß Backhaus et al. (2015, S. 415) nach inhaltlichen Gesichtspunkten.

8.4.3. Theoretische Betrachtung der ermittelten explorativen Faktoren

Die Mustermatrix der EFA mit vier Faktoren wird in diesem Abschnitt einer theoretischen Betrachtung unter Anwendung der Überlegungen und Erkenntnisse aus den Kapiteln 6 und 7 sowie Abschnitt 8.1 unterzogen. Hierdurch wird es möglich eine kritische Überprüfung des problematischen Modells aus Abschnitt 7.3 durchzuführen und dadurch ein explorativ ermitteltes Modell für den weiteren Erkenntnisgewinn aus den Umfragedaten zu erhalten. Die Vorgehensweise gestaltet sich schrittweise und folgt grundlegend den Prozessen der GT (vgl. Kapitel 6). Die errechneten Faktorladungen auf die vier Faktoren werden zusammen mit den Quellen der Operationalisierung und den laufenden Nummern des ursächlichen Phänomens aus der GT aufgetragen und gegenübergestellt. In Abbildung 75 ist diese Gegenüberstellung auszugsweise dargestellt. Die kompletten Informationen sind der Übersichtlichkeit halber in Anhang VIII angefügt.

Diese Informationen zeigen, dass Items, welche in der Operationalisierung auf Arbeiten von Berghaus basieren (Berghaus et al. 2016, 2017; Berghaus und Back 2016; Berghaus 2018), sich mit 68 % überproportional in Faktor 1 wiederfinden. Bei der Auswertung der kodierten Phänomene aus Abschnitt 6.1 ist die Beobachtung relevant, dass sich die Verteilung der

operationalisierten Nutzenschöpfung (Nr. 24) in der GT mit mittleren bis starken Ladungen in den Faktoren 2 und 3 zeigt, allerdings keine Wirkung auf Faktor 1 und 4 hat. Ein Blick auf die operationalisierten Items des Wettbewerbsdrucks (laufende Nummer 39) zeigt eine starke Ladung von zwei Items auf Faktor 4 (Abbildung 76).

Item	Faktorladungen				Lfd.Nr. GT	Quelle Operationalisierung
	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4		
DI_Y24_2	0,854	-----	-----	-----	42	Neukonzeption
DI_Y21_1	0,799	-0,303	-----	-----	38	Hertel (2014, S. 123)
VB_X12_1	0,476	0,412	-----	-----	61	Hertel (2014, S. 125)
VB_X12_3	0,470	-----	0,318	-----	61	Berghaus et al. (2017, S. 40)
NS_Y11_2	-----	0,581	-----	-----	24	Schäffer (2007, S. 286)
KO_X24_1	-0,508	0,553	-0,306	-----	39	Berghaus (2018, S. 100)
DI_Y23_2	0,447	0,541	-----	-----	48	Berghaus et al. (2017, S. 38)
NS_Y11_1	-----	-----	0,718	-----	24	Oswald und Krcmar (2018, S. 76)
VB_X17_1	-----	0,313	0,629	-----	21	Berghaus (2018, S. 99)
KO_X24_3	-0,356	-----	-----	0,913	39	Schäffer (2007, S. 40)
KO_X24_2	-----	-----	-----	0,672	39	Hertel (2014, S. 127)
VB_X11_3	-----	-----	-----	0,392	61	Hertel (2014, S. 125)

Faktorladungen ≤ 0,3 sind nicht aufgeführt

Abbildung 75: Auszug der Gegenüberstellung der Informationen für die theoretische Betrachtung der EFA (Quelle: Darstellung des Autors)

Item	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Lfd. Nummer Grounded Theory	Item	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Lfd. Nummer Grounded Theory
NS_Y11_3	---	0,624	---	---	24	KO_X24_1	-0,508	0,553	-0,306	---	39
NS_Y11_2	---	0,581	---	---	24	KO_X24_3	-0,356	---	---	0,913	39
NS_Y11_1	---	---	0,718	---	24	KO_X24_2	---	---	---	0,672	39
NS_Y11_4	---	---	0,514	---	24						

Abbildung 76: Analyse der Items zur Nutzenschöpfung (Nr. 24/NS_Y11...) und Wettbewerbssituation (Nr. 39/KO_X24...) (Quelle: Darstellung des Autors)

Eine wesentliche Rolle für die Zusammenhänge spielen die weiteren Nutzenkonstrukte, die grundlegend zur theoretischen Betrachtung der Moderation zwischen endogenen und exogenen Variablen beitragen. Wesentlich sind hierbei das „Nutzenversprechen“, die laufende Nummer 21, und das „Nutzennetzwerk“ mit der laufenden Nummer 23 als Bedingungen zur Bildung der VB (vgl. Abbildung 39). Die CFA legt hier nahe, dass die Nutzenkonstrukte nicht exklusiv auf einen endogenen oder exogenen Faktor wirken, wie im originären SGM angenommen. Die Items zur Messung des Nutzenversprechens laden stark

auf Faktor 2 und mit einem Item mittlerer Stärke auf Faktor 3. Die Items mit dem Ursprung im Nutzennetzwerk laden mittel bis stark und ähnlich verteilt auf die Faktoren 1 bis 3 wie in Abbildung 77 dargestellt.

Item	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Lfd. Nummer Grounded Theory	Item	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Lfd. Nummer Grounded Theory
VB_X18_1	0,386	0,322	---	---	21	VB_X16_1	0,592	---	---	---	23
VB_X18_2	-0,438	0,949	---	---	21	VB_X15_1	0,556	---	---	---	23
VB_X17_3	---	0,650	---	---	21	VB_X15_2	---	0,440	0,318	---	23
VB_X17_2	---	0,834	---	---	21	VB_X15_3	---	---	0,831	---	23
VB_X17_1	---	0,313	0,629	---	21	VB_X16_2	0,442	0,500	---	-0,379	23
VB_X18_3	---	---	---	---	21						

Abbildung 77: Analyse der Items mit Bezug zu Nutzenversprechen (Nr. 21) und Nutzennetzwerk (Nr. 23) der Grounded Theory (Quelle: Darstellung des Autors)

Die VB als Kernkategorie der GT wurde aus den Phänomenen mit den laufenden Nummern 23, 61 und 63 gebildet (vgl. Abschnitt 6.6.2), daher ist es für die Beurteilung der Faktoren 61 und 63 wichtig zu verstehen, welche Faktorladungen aus der EFA für die darauf basierenden Items hervorgehen. Abbildung 78 zeigt, dass diese Items primär auf Faktor 1 mit meist mittleren Werten laden. Auf Faktor 2 laden drei Items mit relativ schwachen Werten. Das Item VB_X11_3 lädt mit einem Wert unter 0,4 auf Faktor 4 und wird mangels theoretischer Erklärung verworfen. Insgesamt laden die meisten Items, die der „verbindenden Balance“ zugeordnet sind, signifikant auf Faktor 1. Die Wirkung auf Faktor 2 lässt eine sachliche Verwandtschaft in der Wirkung auf organisatorische Belange vermuten.

Item	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Lfd. Nummer Grounded Theory	Item	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Lfd. Nummer Grounded Theory
VB_X12_2	0,507	---	0,315	---	61	VB_X13_1	0,821	---	---	---	63
VB_X12_1	0,476	0,412	---	---	61	VB_X14_1	0,760	---	---	---	63
VB_X12_3	0,470	---	0,318	---	61	VB_X13_2	0,740	---	---	---	63
VB_X11_2	---	0,426	---	---	61	VB_X14_2	0,613	0,382	---	---	63
VB_X11_1	---	0,397	---	---	61	VB_X13_3	0,372	---	---	---	63
VB_X11_3	---	---	---	0,392	61	VB_X14_3	0,362	0,527	---	---	63

Abbildung 78: Analyse der Items mit Bezug zu Risiken (Nr. 61) und Faktor Mensch (Nr. 63) der Grounded Theory (Quelle: Darstellung des Autors)

Bei der Analyse der Items für die Messung des Gesamtkontextes zeigt sich eine Verteilung der Ladungen auf die Faktoren 1 bis 3, ähnlich der Items der VB. Die Items der Variablen X25,

der verfügbaren Unternehmensressourcen, laden ausschließlich auf Faktor 1. Die Variable X22, der Nutzenbeitrag von Daten, lädt schwach auf Faktor 3, und X21, der Durchdringungsgrad des Geschäftsmodells, zeigt eine schwache bis mittlere Ladung auf Faktor 2. Lediglich die Faktorladungen der Items von X23, der Veränderungsbereitschaft, laden mittel bis stark auf die beiden Faktoren 1 und 2. In Abbildung 79 sind diese Zusammenhänge visualisiert.

Item	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Lfd. Nummer Grounded Theory	Item	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Lfd. Nummer Grounded Theory
KO_X25_3	0,803	---	---	---	29	KO_X23_3	0,852	---	---	---	14
KO_X25_1	0,794	---	---	---	29	KO_X23_2	0,627	---	---	---	14
KO_X25_2	0,602	---	---	---	29	KO_X23_1	---	0,765	---	---	14
KO_X22_2	---	---	0,451	---	32	KO_X21_3	0,335	0,465	---	---	6
KO_X22_1	---	---	0,339	0,325	32	KO_X21_2	0,305	0,311	---	---	6
Ohne Lfd. Nr. 39 - Wettbewerbssituation KO_X21_1 elimiert, da nur geringe Ladung (0,318) auf Faktor 4											

Abbildung 79: Analyse der Items aus der Operationalisierung des Gesamtkontextes ohne Wettbewerbssituation (Quelle: Darstellung des Autors)

Bei der Transformation der GT in das SGM (vgl. Abbildung 50) wurde angenommen, dass die endogene latente Variable „Digitale Investitionsbereitschaft“ durch die Variablen Y21 bis Y24 beobachtet werden kann. Die EFA offenbart jedoch, dass diese Items auf unterschiedliche Faktoren laden. Abbildung 80 fasst die Aufteilung der Ladungen dieser Items zusammen. Für den Erwartungshorizont des ROI (Y21) und den Ausbaugrad der Kompetenz (Y23) zeigen sich mittlere bis starke Ladungen auf die Faktoren 1 und 2. Der Standardisierungsgrad (Y22) wiederum lädt mit starken Werten ausschließlich auf Faktor 3. Die Herangehensweise an Führung (Y24) lädt demnach signifikant mit mittlerer Stärke auf ausschließlich Faktor 1.

Item	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Lfd. Nummer Grounded Theory	Item	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Lfd. Nummer Grounded Theory
DI_Y21_1	0,799	-0,303	---	---	38	DI_Y23_3	0,626	---	---	---	48
DI_Y21_2	0,510	---	---	---	38	DI_Y23_1	0,535	0,480	---	---	48
DI_Y21_3	---	0,621	---	---	38	DI_Y23_2	0,447	0,541	---	---	48
DI_Y22_1	---	0,395	0,380	---	72	DI_Y24_2	0,854	---	---	---	42
DI_Y22_3	---	---	0,628	---	72	DI_Y24_1	0,521	0,329	---	---	42
DI_Y22_2	---	---	0,628	---	72	DI_Y24_3	---	---	0,376	---	42

Abbildung 80: Analyse der Items aus der Operationalisierung der digitalen Investitionsbereitschaft (Quelle: Darstellung des Autors)

Diese Analyse der EFA mit Berücksichtigung der Querverbindungen zu den vorangegangenen Abschnitten liefert die Grundlage, das Modell entsprechend den ermittelten neuen Erkenntnissen anzupassen. Durch die Analyse sind logische Verbindungen zu erkennen und es ist möglich im folgenden Abschnitt ein alternatives Modell zu definieren, um die weiteren Auswertungen zur Beantwortung der Fragestellungen aus Abschnitt 5.1 durchzuführen.

8.4.4. Formulierung eines alternativen explorativen Modells

In Abschnitt 8.3.4 wurde festgestellt, dass das in Abschnitt 7.3 hergeleitete SGM nicht mit den erfassten Daten auswertbar ist. Daher wurde entschieden die Daten mit einer EFA explorativ zu analysieren und ex post mit den theoretischen Überlegungen aus Operationalisierung und GT abzugleichen. In diesem Abschnitt werden die gewonnenen Erkenntnisse der vorherigen Abschnitte zur Erstellung eines alternativen explorativen Modells zur Beschreibung der Zusammenhänge verwendet. Die Faktoren 1 bis 4 werden hierzu mit den aus der EFA zugeordneten Items zusammengeführt und kategorisiert, um die Daten sinnvoll in neuen verständlichen Skalen zu reduzieren. Die Faktoren werden dann basierend auf den Erkenntnissen als endogen oder exogen festgelegt und es wird eine erklärende Bezeichnung bestimmt. Die gesamten Zuordnungen hierzu sind vollständig in Anhang VIII beigefügt.

Faktor 1: „Digitale Reife“

Faktor 1 erklärt den höchsten Anteil der Varianz und wird von der größten Anzahl von Items der EFA bestimmt. In der Analyse zeigt sich, dass ein Großteil der Items aus der Operationalisierung der VB (vgl. Abschnitt 8.1.1) auf diesen Faktor lädt. Damit lassen sich drei Variablen gemäß den Überlegungen zur VB aus GT und SGM darstellen. Über die Eigenschaften der VB hinaus erwiesen sich zwei weitere Komponenten, die auf den Items des GK und der DI basieren. Diese Items stammen zum Großteil aus deskriptiven Messinstrumenten von Berghaus (2018, S. 111), die in ihren Arbeiten sehr stark die Rolle der Kultur und der notwendigen Bereitstellung von Ressourcen in den Unternehmen abfragt.

„In den Experteninterviews und der ersten Fokusgruppe wurde dagegen die hohe Bedeutung von kulturellen Rahmenbedingungen in der Organisation hervorgehoben“ (Berghaus 2018, S. 94).

Diese Erkenntnis erweitert den ursprünglichen Rahmen der VB um die Aspekte der Kultur und Ressourcen. In Anlehnung an das „Digital Maturity Model“ (Berghaus und Back 2016, S. 103) trifft damit die Bezeichnung „Digitale Reife“ für Faktor 1 den gesamten Wirkungsbereich sehr treffend. Die digitale Reife ist damit auch eindeutig als exogene Variable zu verstehen. Sie subsumiert, ähnlich wie in der GT für die VB hergeleitet, das Verhalten hin zu Investitionen in die Digitalisierung. In Anlehnung an das SGM und zur eindeutigen Identifikation des Konstrukts und der Variablen werden für den Ausbau des alternativen Modells nun die Indizes ξ_3 sowie X31 bis X35 verwendet.

Neukonzeption des exogenen latenten Konstrukts „Digitale Reife“ ξ_3 auf Basis von Faktor 1 der EFA								
Variable	Name	Item	Variable	Name	Item	Variable	Name	Item
x31	Kultur	DI_Y23_3	x33	Ressourcen	DI_Y21_2	x35	Einbezug Mensch	VB_X13_1
		DI_Y24_1			KO_X25_1		Einbezug Mensch	VB_X13_2
		DI_Y24_2			KO_X25_2		Einbezug Mensch	VB_X13_3
		KO_X23_2			KO_X25_3		Einbezug Mensch	VB_X14_1
x32	Vernetzung	VB_X15_1	x34	Risiko- management	VB_X12_1		Einbezug Mensch	VB_X14_2
		VB_X16_1			VB_X12_2			
		VB_X16_2			VB_X12_3			

Tabelle 61: Zuordnung der Variablen und Items des Konstrukts „Digitale Reife“ (Quelle: Darstellung des Autors)

Faktor 2: „Organisationsinvestition“

In der Analyse der EFA fällt auf (vgl. Abbildung 76), dass die Nutzenschöpfung ausschließlich und ähnlich stark auf die Faktoren 2 und 3 lädt. In Abschnitt 7.2.3 wurde die theoretische Herleitung der Nutzenschöpfung für die Investitionsbereitschaft erläutert; sie erlaubt die Feststellung, dass die Nutzenschöpfung und die Bewertung einer Investition nicht getrennt betrachtet werden können. Jedoch kann die Wirkung unterschiedlicher Natur sein. Bei einer weiteren Analyse der Items, welche auf Faktor 2, wirken fällt auf, dass sich diese auf die Aktivitäten und Einschätzungen von organisatorischen Aspekten der digitalen Transforma-

tion beziehen. Faktor 2 wird dementsprechend als „Organisationsinvestition“ bezeichnet und formt ein endogenes Konstrukt für das Verhalten hin zu Investitionen in die Organisation. Den für Faktor 1 gewählten Vorgehensweisen folgend werden deshalb η_3 sowie Y31 bis Y33 als Indizes für Konstrukt und Variablen verwendet und in Tabelle 62 zusammengefasst.

Neukonzeption des endogen latenten Konstrukts „Organisationsinvestition“ η_3 auf Basis von Faktor 2 der EFA								
Variable	Name	Item	Variable	Name	Item	Variable	Name	Item
y31	Innovation	DI_Y21_3	y32	Nutzenetzwerk	NS_Y11_2	y33	Kompetenz	DI_Y23_1
		KO_X21_3			NS_Y11_3			DI_Y23_2
		KO_X23_1			VB_X17_2			VB_X11_1
		VB_X14_3			VB_X17_3			VB_X11_2
				VB_X18_2				

Tabelle 62: Zuordnung der Variablen und Items des Konstrukts „Organisationsinvestition“
(Quelle: Darstellung des Autors)

Faktor 3: „Technologieinvestition“

Wie bei der Organisationsinvestition beschrieben zeigt sich weiter, dass es sich bei den verbleibenden Items aus Abbildung 76 um Aktivitäten im Zusammenhang mit Technologie, Standardisierung und Produktion handelt. Aus diesem Grunde wird für Faktor 3 der Titel „Technologieinvestition“ gewählt. Bei der detaillierten Analyse der erfragten Items zeigt sich, wie Nutzenschöpfung und -netzwerk über alle Faktoren von 1 bis 3 in Form der Variablen X32, Y32 und Y41 moderieren. In den Wirkungen ist dabei eine trennscharfe Unterscheidung zwischen Organisation und Technologie im Hinblick auf die Investitionsbewertung festzustellen. Die Technologieinvestition wird analog zu η_3 als endogenes Konstrukt η_4 für das Verhalten hin zu Investitionen in Technologie mit den Variablen Y41 bis Y43 festgelegt und ist in Tabelle 63 zusammengefasst.

Neukonzeption des endogen latenten Konstrukts „Technologieinvestition“ η_4 auf Basis von Faktor 3 der EFA								
Variable	Name	Item	Variable	Name	Item	Variable	Name	Item
y41	Nutzen- schöpfung	NS_Y11_1	y42	Datennutzung	KO_X22_1	y43	Standardisierung	DI_Y22_2
		NS_Y11_4			KO_X22_2			DI_Y22_3
		VB_X15_2						
		VB_X15_3						
		VB_X17_1						

Tabelle 63: Zuordnung der Variablen und Items des Konstrukts „Technologieinvestition“
(Quelle: Darstellung des Autors)

Faktor 4: „Wettbewerb“

Der Einfluss des Wettbewerbs auf Investitionsentscheidungen ist ein grundlegender Aspekt, der sich konstant durch die Überlegungen der Dissertation zieht. In der Herleitung des Kontextes innerhalb der GT (vgl. Abbildung 40) wurden der Wettbewerbsdruck und die Verfügbarkeit von Ressourcen als Teil des Gesamtkontextes betrachtet. In der CFA ordnet sich der Wettbewerbsdruck logisch nicht in den Gesamtkontext ein (vgl. Tabelle 56) und gebietet die Betrachtung als eigenständigen Faktor. Die EFA mit vier Faktoren bestätigte dies durch die starken Ladungen der Items der Wettbewerbssituation auf einen Faktor (vgl. Abbildung 76). Die EFA weist noch zwei weitere Items mit Ladungen unter 0,4 auf Faktor 4 aus, diese sind indes theoretisch nicht sinnvoll mit der Wettbewerbssituation zu erklären und werden deshalb eliminiert. Das exogene Konstrukt Wettbewerb ξ_4 bildet sich dementsprechend aus der in Tabelle 64 dargestellten Variablen X41.

Neukonzeption des exogenen latenten Konstrukts „Wettbewerb“ ξ_4 auf Basis von Faktor 4 der EFA		
Variable	Name	Item
x41	Wettbewerbsintensität	KO_X24_2
	Preisdruck	KO_X24_3

Tabelle 64: Zuordnung der Variablen und Items des Konstrukts „Wettbewerb“ (Quelle: Darstellung des Autors)

Zusammenfassend ergeben sich aus den Faktoren der EFA zwei endogene und zwei exogene Konstrukte. Das ursprüngliche exogene Konstrukt „Verbindende Balance“ (Abschnitt 8.1.1) bildet die logische Basis für das neue exogene Konstrukt „Digitale Reife“ in Kombination mit Aspekten der Unternehmenskultur und Verfügbarkeit von Unternehmensressourcen. Das

Konstrukt „Wettbewerb“ steht eigenständig als exogene Variable für die Wahrnehmung der Wettbewerbssituation. Die ursprüngliche theoretische Überlegung der GT, dass sich die „Digitale Investitionsbereitschaft“ insgesamt aus Variablen der technologischen und organisatorischen Strategien und Aktionen bildet, wird durch die CFA des SGM nicht bestätigt. Vielmehr zeigt die EFA, dass sich Investitionsbereitschaft dimensional differenziert auf Organisation und Technologie bezieht. Die Überlegung zur „Nutzenschöpfung“ als endogenes Konstrukt wird zwar unterstützt, da deren Items ausschließlich in Faktor 2 und 3 laden, allerdings ist die Wirkung nicht als eigenständiger Faktor bestätigt. Sie teilt sich dimensional in organisatorische und technische Aspekte und zwischen den endogenen Konstrukten „Organisationsinvestition“ und „Technologieinvestition“ auf.

Mit diesen Überlegungen lässt sich nun explorativ ein Modell herleiten, das alternativ zu dem in Kapitel 7 erstellten Modell herangezogen werden kann. Der konfirmatorische Ansatz des SGM kann methodisch nicht mehr angewendet werden. Die Daten werden daher ausschließlich explorativ ausgewertet, die Darstellung wird dennoch zum besseren Vergleich in derselben Form wie in Kapitel 7 gewählt fortgesetzt. In Abbildung 81 ist das alternative Modell inklusive aller Variablen der Konstrukte veranschaulicht.

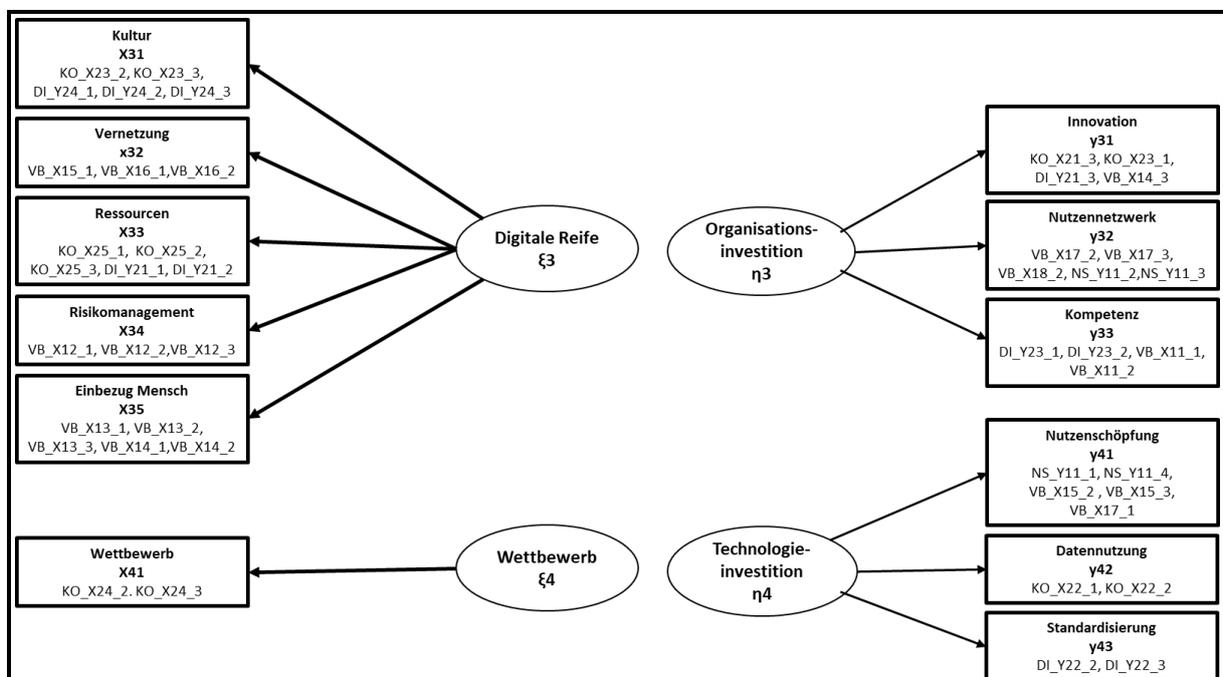


Abbildung 81: Struktur der neu definierten Variablen der latenten Konstrukte ξ_3 , ξ_4 , η_3 und η_4 angelehnt an das Messmodell des SGM (Quelle: Darstellung des Autors)

8.5. Auswertung des alternativen explorativen Modells

Der Umstand, dass die konfirmatorische Vorgehensweise durch die ungenügende diskriminante Validität nicht weiter verfolgt werden kann (Abschnitt 8.3.5), zwingt zu einem wissentlich kritischen „Grenzgang“ zwischen explorativer und konfirmatorischer Analyse. Es wird davon ausgegangen, dass die ermittelten Daten der Umfrage für den Erkenntnisgewinn zur Beantwortung der Forschungsfragen beitragen können. Aus dieser Überlegung heraus widmet sich dieser Abschnitt der Prüfung und Auswertung der Daten unter Anwendung der Ergebnisse der EFA und der alternativen Konstrukte aus Abschnitt 8.4. Nach Prüfung der alternativ festgelegten Skalen werden die Interkorrelationen der Konstrukte ermittelt, um die Zusammenhänge besser einzuordnen. Im Anschluss wird mit einer getrennten Auswertung der beiden Teilstichproben untersucht, inwieweit Unterschiede oder Gemeinsamkeiten zwischen Industrien erkennbar sind. Es werden mit Blick auf mögliche weiterführende Forschung erste Überlegungen für ein alternatives Strukturmodell vorgenommen, jedoch verbleiben diese Überlegungen stets im explorativen Interesse.

8.5.1. Prüfung der Variablen des alternativen Modells

Durch die EFA und den anschließenden theoretischen sachlogischen Abgleich sind neue Variablen für die identifizierten exogenen und endogenen Konstrukte entstanden, die folgend einer Güteprüfung unterzogen werden. Zur Methodik und zu den verwendeten Gütekriterien sei auf Abschnitt 8.3.3 verwiesen.

Durch die Zuordnung zu den neu ermittelten Faktoren liefern die alternativen Skalen erwartungsgemäß bessere Werte als die Skalen des ursprünglichen Modells (vgl. Abschnitt 8.3.3). Alle Skalen zeigen einen signifikanten Bartlett-Test. Die Werte für MSA, Kommunalität, Eindimensionalität und KMO offenbaren keine nennenswerten Schwächen. Bei der Prüfung der Reliabilität liegen die meisten Werte für α über 0,8. Bis auf die Variable X41 (Wettbewerb) mit 0,69 sind alle Werte mit α über 0,7 akzeptabel bis gut. Die IIK liegen durchgängig über dem Kriterium und die Trennschärfe weist nur bei wenigen Items Werte

knapp unter dem Kriterium auf. Die detaillierten Tabellen mit den Gütekriterien sind der besseren Übersicht halber vollständig in Anhang IX beigelegt.

Die Prüfung der Skalen des alternativen Modells zeigt damit eine solide Struktur. Die alternativen Variablen können für weitere Umfragen und Analysen als geeignet betrachtet werden.

8.5.2. Korrelationsanalyse des gesamten Datensatzes

Nachdem die Skalen geprüft und als solide bestätigt wurden, wird in diesem Abschnitt eine Analyse der Korrelationen zwischen den alternativen Konstrukten ξ_3 , ξ_4 , η_3 und η_4 durchgeführt. Diese Analyse wird zuerst für die gesamte Stichprobe über alle Industrien angewendet, um die Zusammenhänge auf derselben Datenbasis wie die bisherigen Analysen sicherzustellen. Zur Analyse auf Basis der alternativen Variablen (Abschnitt 8.4.4) werden Skalen für ξ_3 , ξ_4 (= x41), η_3 und η_4 durch die Mittelwerte der entsprechend zugeordneten Items gebildet. Die Berechnung erfolgt durch SPSS und liefert die in Tabelle 65 aufgetragenen Korrelationswerte.

Gesamte Stichprobe (N = 197)	ξ_3	ξ_4	η_3	η_4
digitale Reife (ξ_3)	1			
Wettbewerb (ξ_4)	.30***	1		
Organisationsinvestition (η_3)	.84***	.32***	1	
Technologieinvestition (η_4)	.80***	.39***	.71***	1
<i>Anmerkung.</i> *** $p < .001$				

Tabelle 65: Interkorrelationen der Skalen für das alternative explorative Modell für die Gesamtstichprobe (Quelle: Darstellung des Autors)

Die Ergebnisse weisen alle statistisch relevante Korrelationswerte mit $p < 0,001$ für die Gesamtstichprobe aus. Im Detail zeigt ξ_3 (digitale Reife) positive Zusammenhänge hoher Stärke mit den Konstrukten der Investitionen η_3 und η_4 . Bezeichnend ist auch der starke positive Zusammenhang zwischen Organisations- und Technologieinvestition. Dieser Zusammenhang ist für die weiteren Überlegungen zur Interpretation der Ergebnisse und weiterführende Forschung wichtig. In der CFA des SGM hat sich schon abgezeichnet, dass die

Items zur Messung der Wettbewerbssituation als eigenständiger Faktor zu betrachten sind. Der signifikante p-Wert spricht für diese Herangehensweise, jedoch liegen die Zusammenhänge lediglich im mittleren Bereich und deuten auf eine sekundäre Rolle der Wettbewerbssituation für die Beurteilung von Investitionen hin.

8.5.3. Korrelationsanalyse der Teilstichproben

Mögliche Unterschiede zwischen Industrien wurden schon bei der Festlegung des Untersuchungsdesigns in Abschnitt 5.2 beachtet und dementsprechend in der Umfrage berücksichtigt. Die Gesamtstichprobe beinhaltet 147 Datensätze der Zielindustrien (vgl. Abschnitt 8.2.4) und 50 Datensätze aus anderen produzierenden Industrien (vgl. Abschnitt 8.2.5). Im Sinne der Problemstellung und der identifizierten Fokussierung auf die Zielindustrie (vgl. Abschnitt 1.3) ist es von Vorteil die Zusammenhänge differenziert zu betrachten. Die Ergebnisse der Auswertungen sind in Tabelle 66 und Tabelle 67 für die jeweilige Teilstichprobe dargestellt.

Zielindustrie (N = 147)	ξ3	ξ4	η3	η4
digitale Reife (ξ3)	1			
Wettbewerb (ξ4)	.37***	1		
Organisationsinvestition (η3)	.81***	.39***	1	
Technologieinvestition (η4)	.78***	.48***	.65***	1
<i>Anmerkung. *** p < .001</i>				

Tabelle 66: Interkorrelationen der Skalen für das alternative explorative Modell für die Teilstichprobe der Zielindustrien (Quelle: Darstellung des Autors)

Andere Industrien (N = 50)	ξ3	ξ4	η3	η4
digitale Reife (ξ3)	1			
Wettbewerb (ξ4)	.16	1		
Organisationsinvestition (η3)	.89***	.19	1	
Technologieinvestition (η4)	.81***	.24	.85***	1
<i>Anmerkung. *** p < .001</i>				

Tabelle 67: Interkorrelationen der Skalen für das alternative explorative Modell für die Teilstichprobe der anderen Industrien (Quelle: Darstellung des Autors)

Es wird deutlich, dass die Teilstichproben unterschiedliche Ergebnisse liefern. Die Skala ξ_4 für den Wettbewerb weist die auffälligsten Unterschiede auf. In der Zielindustrie hat der Wettbewerb einen signifikant positiven Zusammenhang mittlerer Stärke mit den anderen drei Konstrukten. In den anderen Industrien jedoch sind lediglich positive Zusammenhänge geringer Stärke vorhanden, die keine Signifikanz erreichen. Die Korrelation zwischen η_3 und η_4 ist in den anderen Industrien stärker ausgeprägt als in der Zielindustrie. Die Zusammenhänge zwischen der digitalen Reife und den Investitionsdimensionen sind in beiden Teilstichproben ähnlich stark ausgeprägt. Im Detail fällt auf, dass in der Teilstichprobe der anderen Industrien der Zusammenhang von ξ_3 und η_3 sehr stark ist sowie der Zusammenhang der beiden endogenen Variablen η_3 und η_4 mit 0,85 gegenüber 0,65 viel stärker ausgeprägt ist.

8.5.4. Mittelwertvergleich der Skalen

Für die umfassende Betrachtung der Unterschiede in den Stichproben werden die Mittelwerte der Skalen von den Konstrukten und deren Variablen aufgetragen und durch einen t-Test für unabhängige Stichproben verglichen (Bortz und Schuster 2016, S. 120). Tabelle 68 beinhaltet die ermittelten Werte für die deskriptiven Statistiken und die Ergebnisse der t-Tests sowie die Werte für die zugehörige Effektstärke d (Lenhard und Lenhard 2016).

Mit Ausnahme der Variable Wettbewerb zeigen alle Skalen der Teilstichprobe der anderen Industrien höhere Mittelwerte als in der Teilstichprobe der Zielindustrien. Der Vergleich der Mittelwerte des Wettbewerbs liefert keinen Anhaltspunkt für relevante Unterschiede zwischen den Teilstichproben in der Bewertung des Wettbewerbs. Die Mittelwerte der Skalen der digitalen Reife, Technologieinvestition und Organisationsinvestition sind signifikant unterschiedlich ($p < 0,05$). Der Effekt hinsichtlich der Technologieinvestition zeigt einen Wert mittlerer Stärke, wobei die Mittelwertunterschiede bezüglich der Organisationsinvestition und der digitalen Reife jeweils als eher kleine Effekte zu bewerten sind (Lenhard und Lenhard 2016; Cohen 1988).

	Zielindustrie (N = 147)		Andere Industrien (N = 50)		Prüfgrößen		
	M	SD	M	SD	t	p	d
digitale Reife (ξ3)	3.02	0.89	3.38	0.94	2.44	.016	0.40
x31: Kultur	2.83	0.95	3.22	1.01	2.46	.015	0.40
x32: Vernetzung	3.35	0.96	3.71	0.96	2.29	.023	0.38
x33: Ressourcen	2.77	1.01	3.13	1.01	2.15	.033	0.35
x34: Risikomanagement	2.86	1.02	3.29	1.11	2.48	.014	0.41
x35: Einbezug Mensch	3.30	0.86	3.57	0.93	1.87	.063	0.31
Wettbewerb (ξ4)	4.15	0.74	4.09	0.84	-0.50	.618	0.08
Organisationsinvestition (η3)	3.83	0.75	4.07	0.78	1.89	.060	0.31
y31: Innovation	3.62	0.93	3.95	0.82	2.20	.029	0.36
y32: Nutzennetzwerk	4.21	0.60	4.33	0.79	1.16	.247	0.19
y33: Kompetenz	3.66	0.88	3.92	0.91	1.75	.082	0.29
Technologieinvestition (η4)	3.29	0.71	3.67	0.84	3.10	.002	0.51
y41: Nutzenschöpfung	3.04	0.69	3.57	0.85	4.42	< .001	0.72
y42: Datennutzung	3.87	0.80	4.09	0.87	1.66	.099	0.27
y43: Standardisierung	2.96	0.98	3.34	1.11	2.29	.023	0.38

Tabelle 68: Vergleich der Teilstichproben mit t-Test (Quelle: Darstellung des Autors)

Die Skalen der zur digitalen Reife zugehörigen Variablen sind in den Prüfgrößen unterschiedlich zu bewerten. Lediglich die Variable Einbezug Mensch zeigt tendenzielle Signifikanz ($p < 0,1$) und die kleinste Effektstärke. Die Variablen der Organisationsinvestition zeichnen ein unterschiedliches Bild. Die Variable Nutzennetzwerk weist keinen signifikanten Unterschied auf, während die Innovation und die Kompetenz hier signifikant, wenn auch eher mit kleiner Stärke, unterschiedlich sind. Bei den Variablen der Technologieinvestition nimmt die Nutzenschöpfung den höchsten Wert der Effektstärke und die höchste Signifikanz aller Skalen an. Die Standardisierung und die Datennutzung sind signifikant bzw. tendenziell signifikant und zeigen kleine Effektstärken.

8.6. Zusammenfassung der quantitativen Untersuchung

Im Kapitel der gesamten quantitativen Untersuchung sind viele Erkenntnisse durch Analysen, aber auch notwendige methodische Anpassungen gewonnen worden. Basierend auf dem originären Strukturmodell aus Kapitel 7 wurden die identifizierten Variablen operationalisiert

(Abschnitt 8.1) und anschließend entsprechend dem festgelegten Untersuchungsdesign der qualitativen Umfrage zugeführt (Abschnitt 8.2). Die anschließende Prüfung der Daten in Abschnitt 8.3 zeigt in der CFA des Messmodells eine schwerwiegende Verletzung der Gütekriterien für ein Strukturgleichungsmodell. Dieses Ergebnis ließ die bis zu diesem Punkt gewählte konformative Auswertung des Datensatzes aus methodischen Gründen nicht weiter zu. Die formulierten Hypothesen können aus diesem Grunde nicht verfolgt werden und es wird stattdessen ein alternativer Untersuchungsansatz gewählt. Die anschließende alternative explorative Auswertung des Umfragedatensatzes bietet hilfreiche Ergebnisse, um die gestellten Forschungsfragen weiter zu beantworten.

8.6.1. Zwischenfazit der Untersuchungsergebnisse

In Bezug auf die erste Forschungsfrage, inwiefern Nutzenkonstrukte die Zusammenhänge bei Investitionsentscheidungen moderieren, kann durch die EFA eine starke Moderation über die einzelnen latenten Konstrukte hinweg nachgewiesen werden (siehe Abbildung 77). Die im Zuge der GT beobachteten moderierenden Phänomene werden durch die EFA bestätigt und im Hinblick auf die Wirkung von Nutzenschöpfung und Nutzennetzwerk konkretisiert. Die Faktoranalyse zeigt, dass die Items für die Messung der Nutzenkonstrukte stark auf die Faktoren 1 bis 3 laden, womit ersichtlich wird, wie zwischen digitaler Reife, Organisationsinvestition und Technologieinvestition moderiert wird. Aus Sicht der quantitativen Untersuchung lässt sich die erste Forschungsfrage positiv beantworten. Die methodische Erweiterung mit der EFA liefert hier eine umfassende Klärung, wie das Verständnis des Nutzenbegriffs in Verbindung zwischen digitaler Reife und Investitionen zu bewerten ist.

Der Beitrag der Datennutzung und daraus resultierende monetisierbare Werte liegen im Interesse der zweiten Forschungsfrage. In der Transformation der GT werden die Aspekte der Datennutzung dem Konstrukt Nutzenschöpfung zugeordnet. Das transformierte SGM mit den ermittelten Skalen bestätigt gemäß der Datenlage diese Wirkung nicht. Die theoretische Einordnung der EFA-Ergebnisse hilft der Neuorientierung, wie die Items der Datennutzung,

Bewältigung der Latenz und Nutzenschöpfung logisch zu verbinden sind, um die Wirkungsweise der Monetisierung zu klären. Abbildung 79 dokumentiert, wie die Items der Datennutzung mit mittlerer Stärke auf den dritten Faktor, die Technologieinvestition, laden. Der monetisierbare Wert durch digitale Produkt- und Dienstleistungsbündel (siehe Abbildung 76), welcher sachlogisch nur durch verfügbare Daten aus der Produktion wertschöpfend genutzt werden kann, steht ebenso stark mit der Technologieinvestition in Zusammenhang wie das Nutzenversprechen von digitalen Begleitangeboten mit Kundennutzen (siehe Abbildung 77). Die quantitative Auswertung hat damit eine Wertschöpfungswirkung durch Daten gezeigt. Die technologische Realisierung der Datennutzung ist dabei der Technologieinvestition zugehörig (siehe Tabelle 63) und bildet sich in Abhängigkeit von der digitale Reife mit einem mittleren bis starken Zusammenhang durch Bereitstellung von Ressourcen und angemessener Berücksichtigung der Latenzzeiten (siehe Abbildung 80). Der Beitrag der quantitativen Untersuchung zur zweiten Forschungsfrage kann abschließend in der Form kommentiert werden, dass Produktionsdaten monetisierbare Werte abbilden können. Diese sind in Form von digitalen Angeboten und Produkten manifestiert und erfassbar. Die Zusammenhänge des digitalen Nutzenbeitrags bleiben in ihrer Wirkungsweise komplex, können aber durch die moderierende Wirkung der Nutzenschöpfung erklärt werden.

Die Auswirkung von Standardisierung auf die Investitionsbereitschaft für die digitalisierte Produktion ist das Interesse der dritten Forschungsfrage. Die quantitative Untersuchung bestätigt die Stärke der transformierten Variablen des Standardisierungsgrades weitgehend. Die Skala zeigt gute Gütemaße in Abschnitt 8.3.3 und die EFA bestätigt die Festlegung als Strategie der GT durch die starken Ladungen der Items auf die Technologieinvestitionen (siehe Abbildung 80). Folglich kann die Standardisierung als wesentliche Einflussgröße für die Bewertung der Technologieinvestition angesehen werden (vgl. Tabelle 63).

Zusammenfassend hat die gesamte quantitative Untersuchung erheblich zur Klärung der Fragestellungen der Dissertation beigetragen. Die Bedenken, die ein „Grenzgang“ zwischen confirmatorischer und explorativer Auswertung aufwirft, wurden zu Gunsten weiterer Erkenntnisse für die Beantwortung der Forschungsfragen akzeptiert. Es sei hier auf Abschnitt

10.2 zur kritischen Diskussion und zu Einschränkungen der Methodik verwiesen. Im Ergebnis kann dieses Vorgehen ergänzend zu den qualitativen Ergebnissen aus Kapitel 6 viele Fragen und offene Aspekte klären. Die Integration der gesamten Ergebnisse in Kapitel 9 liefert gesamtheitlich Ergebnisse zur Beantwortung der Forschungsfragen und weitere Erkenntnisse im Umfeld der digitalen Transformation.

8.6.2. Überlegungen zu einem modifizierten Strukturmodell für weitere Forschungen

Der gewählte Ansatz des Untersuchungsdesigns ist von einer Transformation der qualitativen Theorie in ein Strukturgleichungsmodell ausgegangen. Ein solches Modell wäre für die Erklärung der Zusammenhänge und die weitere Nutzung in der Praxis wünschenswert. Jedoch hat die konfirmatorische Prüfung des Modells ergeben, dass die Modellgüte einer soliden statistischen Auswertung nicht standhält. Die alternativ gewählte explorative Auswertung der Umfragedaten zeigt, dass die Zusammenhänge nicht wie gedacht mit der Struktur aus einer strikt paradigmatisch entwickelten GT deckungsgleich sind. Vielmehr wird die Moderation der Nutzenkonstrukte in ihrer Wirkung klarer, als dies aus der GT hervorgegangen ist.

Auch die dimensionale Bewertung von Investitionen (Abschnitt 8.4.4) wird in der explorativ hergeleiteten Struktur deutlich. Aus Basis dieser Erkenntnisse ist es möglich einen Vorschlag für ein neues Strukturmodell zu entwickeln. Dieses muss aber erneut validiert, operationalisiert und durch Daten einer unabhängigen Umfrage geprüft werden und kann deshalb im Rahmen dieser Dissertation nicht weiterverfolgt werden. In Abschnitt 10.3 sind Vorschläge zur weiterführenden Forschung in diese Richtung aufgeführt. Folgend werden die wesentlichen Aspekte zusammengefasst, um greifbare Ansatzpunkte für weitere Forschungen zu bereiten. Auf Basis der ermittelten Korrelationen und Auswertungen lässt sich Folgendes festhalten (vgl. Tabelle 65 bis 67):

- Der Wettbewerb ξ_4 korreliert mittel bis schwach in ähnlicher Stärke mit η_3 und η_4
- Der Wettbewerb ξ_4 korreliert nur schwach mit ξ_3
- Die Investitionen η_3 und η_4 korrelieren stark miteinander
- Die digitale Reife ξ_4 korreliert stark mit η_4 , jedoch noch stärker mit η_3
-

In den Auswertungen zur Wirkung von Nutzenschöpfung und Nutzennetzwerk (vgl. Abbildung 76 und Abbildung 77) zeigt sich eine Wirkungsverteilung über η_3 und η_4 . Durch die Erfahrungen der qualitativen Auswertung kann geschlossen werden, dass die organisatorischen Investitionen mit gleich hoher Priorität beachtet werden müssen, um die technologischen Investitionen richtig zu bewerten.

Der Wettbewerbsdruck wirkt sich dabei tendenziell ähnlich schwach auf Technologie- sowie Organisationsinvestitionen aus. Für ein Strukturmodell könnten damit folgende Hypothesen vorgeschlagen werden:

- Eine hohe Ausprägung der digitalen Reife beeinflusst die Ausprägung der Organisationsinvestition positiv.
- Eine hohe Ausprägung der digitalen Reife beeinflusst die Ausprägung der Technologieinvestition positiv.
- Ein hoher Druck des Wettbewerbs beeinflusst die Ausprägung der Organisationsinvestition positiv.
- Eine hohe Ausprägung der Organisationsinvestition beeinflusst die Ausprägung der Technologieinvestition positiv.

Aufgrund der Überlegungen kann ein Strukturmodell wie in Abbildung 82 skizziert als möglicher Ansatzpunkt für weiterführende Untersuchungen vorgeschlagen werden. Mit den Umfragedaten wurden hierzu interessehalber einige rudimentäre Tests durchgeführt, die nicht für die Verwendung als Ergebnisse in den folgenden Abschnitten geeignet sind. Dennoch sind die Informationen in Anhang X als Inspiration für Folgearbeiten beigefügt.

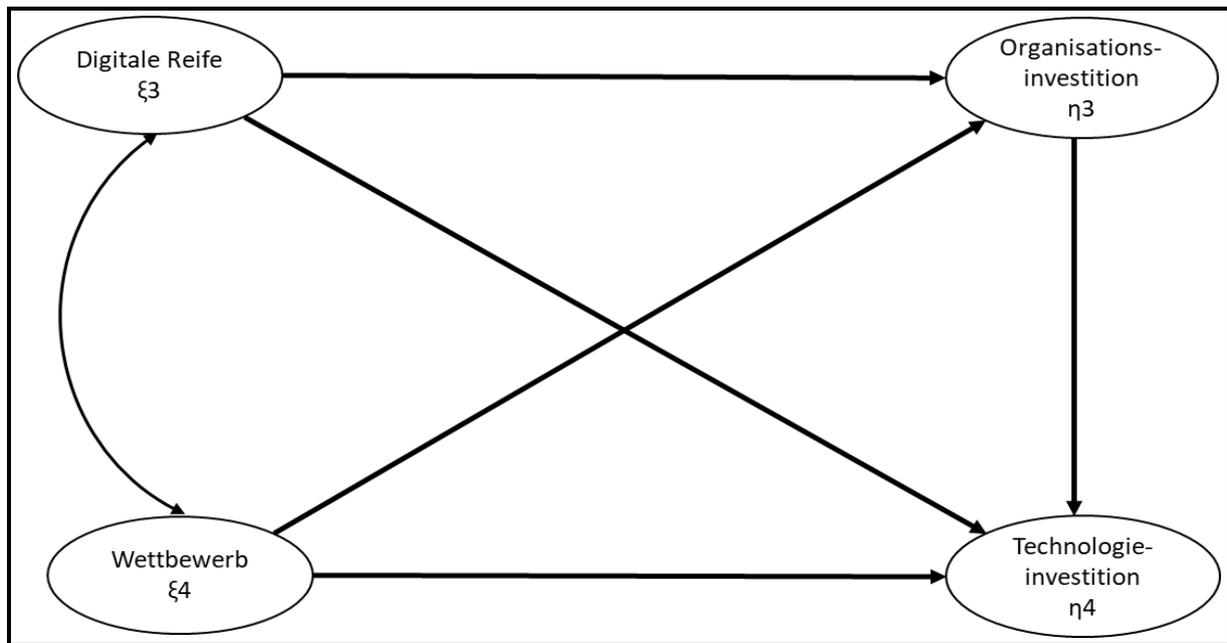


Abbildung 82: Vorschlag für ein alternatives Strukturmodell mit den Konstrukten ξ_3 , ξ_4 , η_3 und η_4
 (Quelle: Darstellung des Autors)

9. Integration der Ergebnisse

Mit dem Abschluss der quantitativen Untersuchung liegen alle Erkenntnisse der Arbeitsschritte des Mixed-Method-Ansatzes vor (vgl. Abschnitt 5.3). Der geplante methodische Arbeitsablauf, wie in Abbildung 22 dargestellt, wurde in allen Arbeitsschritten eingehalten, jedoch musste durch die unzureichende Validität des Strukturmodells auf eine zusätzliche explorative Untersuchung ausgewichen werden. Die Erkenntnis aus Abschnitt 8.3, dass ein transformiertes SGM aus einer Grounded Theory nicht zwangsläufig die Realität der Daten widerspiegelt, ist dennoch für die Gesamtarbeit sehr wertvoll, wenngleich für die Bearbeitung nicht unerheblich Mehraufwand entstand. Der Umstand, dass über die explorative Analyse ein erneuter intensiver Abgleich mit den Kodierergebnissen der GT der Abschnitte 6.1 und 6.2 erforderlich wurde, führte de facto zu einer vorgelagerten Triangulation (vgl. Shah und Corley 2006, S. 1831) mit der Theorie ab Abschnitt 8.4.3 der quantitativen Untersuchung.

Zur strukturierten Integration der Ergebnisse werden in diesem Kapitel die Erkenntnisse zur Beantwortung der Forschungsfragen aus allen Schritten der qualitativen und quantitativen Untersuchungen zusammengeführt. Im Anschluss wird die Perspektive auf die in Kapitel 3 formulierte Zielsetzung und Forschungslücke gerichtet und abgeglichen, inwieweit die Erkenntnisse schlussendlich mit den anfänglichen Überlegungen rasonieren. Eine Zusammenfassung der methodischen Erkenntnisse und zusätzlich gewonnener Einblicke in die Thematik der digitalisierten Produktion komplettiert alle weitergehenden Ergebnisse. Durch die abschließende Befragung von Experten, um die Erkenntnisse final zu validieren wird dieses Kapitel abgeschlossen.

9.1. Erkenntnisse zur Beantwortung der Forschungsfragen

In Abschnitt 5.1 wurden die leitenden Forschungsfragen dieser Dissertation formuliert. In den folgenden Unterabschnitten werden alle Erkenntnisse aus den Arbeitsschritten der qualitativen und quantitativen Untersuchungen mit den jeweiligen Fragestellungen abgeglichen.

9.1.1. Forschungsfrage 1

Forschungsfrage 1: Inwiefern moderiert die Verwendung von Nutzenkonstrukten aus Geschäftsmodellen die Investitionsentscheidung zur digitalen Datenintegration in der Produktion?

Die erste Forschungsfrage dreht sich um die Rolle von „Nutzenkonstrukten“, also Aspekten der Wert- und Leistungsschöpfung (vgl. Bieger und Reinhold 2011, S. 33; Gassmann et al. 2013, S. 6; Osterwalder 2004, S. 43; Rese et al. 2013, S. 193) aus dem Forschungsfeld der Geschäftsmodelle (vgl. Abschnitt 4.5), bei der Bildung und Durchführung von Investitionsbewertungen und -entscheidungen in Bezug auf datenbasierte Produktionstechnologie.

In der qualitativen Untersuchung zeigen sich alle Phänomene aus den analysierten Disziplinen heterogen verteilt (vgl. Tabelle 6). Die Rolle des Nutzennetzwerkes und der Nutzenschöpfung kristallisiert sich während des axialen Kodierens in Abschnitt 6.2 als wesentliche Bedingung zur logischen Verbindung zwischen Investitionsüberlegungen und den definierten Ausgangsphänomenen heraus (siehe Abbildung 27). Die Erweiterung der qualitativen Informationen mit Expertenwissen durch persönliche Interviews klärt und bestätigt im Verlauf des selektiven Kodierens (vgl. Abschnitt 6.5) die zentrale Rolle eines Nutzennetzwerkes und damit der konkreten Nutzenschöpfung basierend auf einem Nutzenversprechen für die Beurteilung von Investitionen.

Der paradigmatische Aufbau der GT und die darin definierte Kernkategorie beinhaltet dementsprechend die Bedingungen „Vernetzungsgrad“ und „Nutzenversprechen“ (vgl. Abbildung 39), die aus Phänomenen von Geschäftsmodellen abgeleitet sind. In der GT tritt folglich die Nutzenschöpfung als Interaktion von Kernkategorie und Kontext neben die Aktionen und Strategien, die zum spezifischen Investitionsverhalten führen (vgl. Abbildung 41 und Abbildung 42). Die Nutzenkonstrukte moderieren dabei wesentlich das Investitionsverhalten, da einerseits die dimensionale Ausprägung der VB maßgeblich vom Vernetzungsgrad und Nutzenversprechen determiniert wird (Tabelle 19). Andererseits ist zu beachten, dass einzig eine hohe Nutzenschöpfung als Interaktion die Konsequenz einer entrepreneurialen bzw. innovationsorientierten Investitionsbereitschaft ermöglicht (Tabelle 22). Im quantitativen Teil zeigt die alternative explorative Auswertung der Daten, wie stark die Nutzenkonstrukte über die endogenen und exogenen Faktoren moderieren. Items, die unter den logischen Überlegungen zu Nutzenversprechen und Nutzennetzwerk operationalisiert sind, laden auf Digitale Reife, Technologie- und Organisationsinvestition gleichermaßen (vgl. Abbildung 76 und Abbildung 77). Für Forschungsfrage 1 haben die Untersuchungen prägnante Erkenntnisse geliefert und es kann auf Basis der qualitativen und quantitativen Ergebnisse zusammenfassend Folgendes konstatiert werden:

Die Verwendung von Nutzenkonstrukten aus Geschäftsmodellen moderiert die Entscheidung für Investitionen zur digitalen Datenintegration und digitalisierten Produktion weitreichend. Die nutzenstiftenden Elemente aus Geschäftsmodellen bilden die Brücken zwischen der bestimmenden digitalen Reife und den resultierenden Investitionen in Technologie und Organisation. Dabei führt eine klare Festlegungen des Nutzenversprechens kombiniert mit dem Auf- und Ausbau von Nutzennetzwerken zu einer hohen „digitalen Reife“ und einer soliden Repräsentanz in der Organisation. Die Schöpfung von Nutzen ist dabei das moderierende Element zwischen digitaler Reife und Organisations- und Technologieinvestitionen gleichermaßen. Unter den gegebenen Unsicherheiten einer digitalen Transformation unterstützt die Verwendung von Nutzenversprechen, Nutzennetzwerk und Nutzenschöpfung das Verständnis einer wertorientierten Entscheidungsfindung.

9.1.2. Forschungsfrage 2

Forschungsfrage 2: Wie kann vertikaler Datenintegration, in Abhängigkeit von ihrem Beitrag für die Wertschöpfung in der horizontal integrierten Wertschöpfungskette, ein monetärer Wert zugeordnet werden?

Die zweite Forschungsfrage beschäftigt sich mit der kommerziellen Bewertung von digitaler Datennutzung als wesentlichem Element für Investitionsentscheidungen in Form eines verlässlichen Maßes für die Einschätzung des ROI. Zur Problematik der Wirtschaftlichkeit von Datennutzung wurde in der Zielsetzung hierzu schon Brauckmann (2019, S. 90) und im weiteren Verlauf Kaufmann (2015, S. 41) zitiert, die sich auch mit dieser Fragestellung beschäftigen. Es reihen sich weitere Autoren ein, welche sich mit dem „Return on Information“ (Maier und Weber 2013, S. 38) oder Werkzeugen für eine „grobe Wirtschaftlichkeitsbetrachtung“ (Illner et al. 2018, S. 2) befassen. In den Untersuchungsergebnissen bestätigt sich, dass es schwierig ist fundierte und quantifizierbare Zusammenhänge herauszuarbeiten. In den Arbeitsschritten zur offenen und axialen Kodierung zeigen sich die Phänomene „Monetisierung von Daten“, „Wertschöpfung durch

Assets“, „Kosten/Investition des digitalen Unternehmens“ und „Daten als Produktionsfaktor“ bedeutend in der ermittelten logischen Verbindung zwischen Investitionsüberlegungen und den definierten Ausgangsphänomenen (vgl. Abbildung 27 und Abbildung 30). Im Abgleich mit dem Expertenwissen der Interviews treten die meisten direkten Aspekte aus Sicht der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung allerdings nicht ausreichend stark in den Vordergrund. Die Betrachtung der „Daten als Produktionsfaktor“ bleibt in den Modellen vertreten. Weitere Aspekte der Monetarisierung von Daten wirken allerdings nur mittelbar über ursächliche Bedingungen, die in der axialen Kodierung herausgearbeitet wurden. In der GT finden sich deshalb die wertmessenden Aspekte in der Bestimmung des Kontextes (vgl. Abbildung 40, Phänomene 14 und 32) und als Strategie zur Bewältigung des Zeitversatzes bei Investitionen (vgl. Abbildung 41). Die GT liefert wenig Anhaltspunkte für die Beantwortung der zweiten Forschungsfrage.

In der Transformation zum SGM werden die Annahmen der GT weitgehend übernommen, allerdings wird dabei die Interaktion der Nutzenschöpfung als eigenständiges Konstrukt definiert. Im Zuge der Operationalisierung wird folglich die Schaffung von „Produkt- und Dienstleistungsbündeln“ (vgl. Tabelle 39) durch digitalisierte Produktion erfragt. Des Weiteren wird unter den Variablen des Gesamtkontextes der „Nutzenbeitrag von Daten“ operationalisiert (vgl. Tabelle 35). Auch für diese Forschungsfrage liefert die ergänzend durchgeführte EFA weiterführende Ergebnisse. Der als „Technologieinvestition“ benannte Faktor wird von den beschriebenen Items im Zusammenhang mit Datennutzung mit mittlerer Stärke geladen. Der Erwartungshorizont des ROI, also die Bewältigung der Latenz, lädt auf die digitale Reife und auf die Organisationsinvestition. Diese Verdichtung der Erkenntnisse lässt sich in folgender Feststellung zur Beantwortung der Forschungsfrage zusammenführen:

In Bezug auf die Forschungsfrage 2 kann geschlossen werden, dass vertikaler Datenintegration dann ein Wert zugeordnet werden kann, wenn Daten systematisch und umfassend in der Produktion erfasst werden, damit diese im Zuge eines Produkt- und Dienstleistungsbündels angeboten oder genutzt werden können. Um dies zu bewerkstelligen, ist eine digitale Reife in ausreichendem Maß und Prozesse für den Umgang mit dem zu erwartenden Zeitversatz zwischen Technologieinvestition und positivem ROI erforderlich.

Einen direkt nutzbaren Zusammenhang oder direkt in der Praxis anwendbare Werkzeuge, außer den Hinweisen der Korrelationen und Faktorladungen, haben die Untersuchungen zur Forschungsfrage 2 jedoch nicht liefern können. Es bietet sich an, detailliertere Forschung zu dieser Fragestellung in Betracht zu ziehen.

9.1.3. Forschungsfrage 3

Forschungsfrage 3: Welche Auswirkung hat die Anwendung von spezifischen industriellen Standards in der Automatisierung auf die Investitionsbereitschaft in Bezug auf digitalisierte vertikale Produktionsinfrastruktur?

Die Forderung nach Standardisierung zieht sich durch die vielfältige Literatur zum Thema Industrie 4.0 und digitalisierte Produktion. Tabelle 1 zeigt dabei, wie stark die Zielsetzungen Standardisierung bzw. Referenzarchitekturen in den globalen Digitalisierungsinitiativen repräsentiert ist. Auch die Rolle der „Standardisierung und Normung als Innovationstreiber“ (Dorst 2015, S. 64) offenbart sich in vielen technologisch orientierten Arbeiten zu OPC-UA, ISA-88/95, IIoT oder Industrie 4.0 (vgl. Imtiaz und Jasperneite 2013; Cottyn et al. 2008; Fleischmann et al. 2016; Sauer 2014; Palm et al. 2014; Vegetti und Henning 2014; Henssen und Schleipen 2014). Diese starke Präsenz in der Literatur und die damit einhergehende Forderung für die operativen Prozesse unterstreichen die Relevanz der Anwendung von Standards in der Beurteilung von Investitionen für digitalisierte Produktion.

Im Prozess des Kodierens der GT zeigt sich allerdings, dass der Aspekt der Standardisierung nicht für ursächliche Bedingungen in den axial kodierten Phänomenen in Erscheinung tritt. Lediglich als intervenierende Bedingung für „Kosten/Investitionen des digitalen Unternehmens“ (vgl. Anhang 8) und ursächlich als gesamte Kategorie der Datenintegration im Phänomen „Daten als Produktionsfaktor“ (vgl. Anhang 12) kann Standardisierung aus der Literatur in den Kodierläufen hervortreten.

Durch den Einbezug des Expertenwissens im Zuge der PZI zeigt sich die Bedeutung von Standardisierung aus Sicht der Befragten (vgl. Tabelle 15, Nummern 72 und 73). Interview 3 bezieht sich dabei konkret auf die Anforderungen von Standards zwischen IT und OT (Anhang 64). Im Interview 4 wird sowohl auf die Notwendigkeit einer einheitlichen Maschinen-zu-Maschinen-Kommunikation (Anhang 71) eingegangen als auch die Auffassung vertreten, dass standardisierte Maschinenschnittstellen die Basis für Wertschöpfung in neuen Geschäftsmodellen durch Dienstleistungen bilden (Anhang 75). Durch diese Erkenntnisse übernimmt die Standardisierung die Funktion einer strategischen Aktivität in der entwickelten GT (vgl. Abbildung 41). In der Logik der GT ist eine vollumfängliche Berücksichtigung von Standardisierung Bestandteil einer entrepreneurialen bzw. innovationsorientierten Investitionsbereitschaft (vgl. Tabelle 21 und Tabelle 22).

In der Transformation zum qualitativen Modell kann die operationalisierte Variable Y22 zur Messung der Standardisierung als solide Skala bestätigt werden (vgl. Abschnitt 8.3.3) und erweist sich auch in der Auswertung in der EFA als stark auf die Technologieinvestition ladend (Abbildung 80). Die Erkenntnisse für die Auswirkungen der Standardisierung in digitalisierter Produktionsinfrastruktur lassen folgende Schlussfolgerung zu:

Bei einer umfänglichen Anwendung von spezifischen industriellen Standards in der digitalisierten Produktionsinfrastruktur kann angenommen werden, dass technologisch komplexe Fragestellungen besser beurteilt und beherrschbar werden. Auch kann davon ausgegangen werden, dass Investitionsentscheidungen zukunftsorientiert und innovationsorientiert getroffen werden. Die Ergebnisse zeigen einen starken Beitrag in der Beurteilung von Technologieinvestitionen, jedoch bildet sich kein signifikanter Beitrag für die Beurteilung von Investitionen in die Organisation ab.

Die Erkenntnisse zur Standardisierung weisen auf eine ausschließlich technologische Orientierung der Wirkung hin. Ein weitergehendes Verständnis, wie die realisierten technologischen Vorteile zum Nutzen für die gesamte Wertschöpfung beitragen, kann durch die vorliegenden Untersuchungsergebnisse nicht abgeleitet werden.

9.2. Beitrag zur Zielsetzung und Schließung der Forschungslücke

Die in Kapitel 3 formulierte Zielsetzung führt durch die gesamte Dissertation. Vor den Untersuchungen standen viele Informationen zum Interessengebiet der digitalen Transformation zur Verfügung, welche sich theoretisch um die von Al-Debei und Avison aufgezeigte Lücke gruppieren (Abbildung 9). Die Forschungsfragen repräsentieren das originäre Erkenntnisinteresse der Arbeit und liefern eine Bestätigung, dass die gesetzten Ziele in vielen Aspekten erreicht wurden. Als wesentliche Errungenschaft kann die klare Identifikation der Elemente aus Geschäftsmodellen für die moderierende Wirkung von Nutzen an der Forschungslücke benannt und bestätigt werden.

Die Konkretisierung der Zusammenhänge, die für eine Monetisierbarkeit von Daten relevant sind, geht als weitere Erkenntnis aus den Ergebnissen hervor. Die praktisch ableitbaren Werkzeuge, vornehmlich aus den Überlegungen zur GT, sind ein wesentlicher Beitrag, um innovative Ansätze vorzuschlagen, wo „klassische Methoden der Kosten- und Investitionsbetrachtung“ (vgl. Abschnitt 3.1) nicht mehr greifen. Die durchgängige Fokussierung auf digitalisierte Produktion mit klar definierter Zielindustrie hilft viele Fragen in diesem

Zusammenhang zu beantworten und bietet eine solide Grundlage für weitere Forschungsvorhaben, die in Abschnitt 10.3 vorgeschlagen sind.

9.3. Erkenntnisse aus der gewählten Methodik

Methodisch hat die Kombination aus qualitativer Vorstudie und quantitativer Hauptuntersuchung harmonisiert und liefert einen weiten Fundus an Erkenntnissen für die Zusammenhänge bei Investitionen in digitalisierte Produktion bzw. innovative Technologie im weiteren Sinne. Die Nutzung der Grounded Theory von Strauss und Corbin (2010, S. 101) mit stringenter Verfolgung des paradigmatischen Ansatzes liefert einen maßgeblichen Beitrag zur Sammlung und Verdichtung der theoretischen Phänomene und Zusammenhänge aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen (vgl. Abschnitt 2.1.3). Die primäre Nutzung der Literatur als Datenquelle (vgl. Abschnitt 5.3) hat sich uneingeschränkt als Datenbasis der unterschiedlichen Disziplinen bewährt. Die sekundäre Anreicherung der Daten durch Ergebnisse aus Experteninterviews hat die gesättigte theoretische Basis mit thematischer Dichte ergänzt. Die intensiven Überlegungen zur Bildung der Kernkategorie und der daraus resultierenden paradigmatischen Elemente liefern eine „Toolbox“ für weiterführende praktisch orientierte Anwendungen, die in Abschnitt 10.4 vertieft werden.

Die Herausforderung dieses Mixed-Method-Ansatzes lag in der Verbindung bzw. Integration von qualitativen Erkenntnissen zur Theoriebildung mit explorativen quantitativen Methoden. Die Überlegungen zur Transformation in Kapitel 7 haben sich dieser Hürde mit der Orientierung an Autoren mit erfolgreichen Arbeiten zur Anwendung von Mixed-Method-Ansätzen gestellt. Die Schwäche in diesem Schritt zeigt sich jedoch in der Wahl des SGM als komplementär Methode zur Überprüfung der GT (vgl. Javalgi et al. 2013, S. 164). Auch wenn die Überlegungen zur Transformation und die daraus erstellten Hypothesen sachlich nachvollziehbar sind, zeigt sich in der Zusammenführung der Erkenntnisse, dass die Komplexität speziell im Hinblick auf die Moderation von Nutzenkonstrukten nicht in dieser Form abgebildet werden kann. Als wertvoller Beitrag des eingeschlagenen SGM-Ansatzes ist dennoch die klar strukturierte Operationalisierung zu nennen. Daraus werden

leistungsfähige Messinstrumente für die Variablen um die digitale Investitionsbereitschaft erarbeitet und führen zu einem wertvollen quantitativen Datensatz. Ein Großteil der Items kann aus diesem Grund auch für die alternativen explorativen Untersuchungen genutzt werden und trägt maßgeblich zur Beantwortung der Forschungsfragen bei. Eine kritische Würdigung der Methodik findet sich in Abschnitt 10.2.

9.4. Weiterführende Erkenntnisse und Einblicke

Erkenntnisse zu schaffen, um die Entkopplung von Kosten und Nutzen zu bewältigen, ist eine der grundlegenden Motivationen dieser Dissertation (vgl. Abbildung 5). Daraus ergaben sich Überlegungen zur Forschungslücke aufbauend auf der von Al-Debei und Avison empfohlenen Wirkung von Geschäftsmodellen zum Überwinden der Lücke zwischen strategischer Ausrichtung und operativen Gegebenheiten (Al-Debei und Avison 2010, S. 370). Die Untersuchungen zeigen in mehrfacher Weise, dass sich diese strategische Lücke in der Literatur, den Interviews und den Umfrageergebnissen bestätigen lässt. Die Forschungsfragen aus Abschnitt 5.1 sind weitestgehend beantwortet oder notwendige weitere Forschung bzw. Einschränkungen erkannt. Neben den Fragestellungen zur moderierenden Funktion bei Investitionsentscheidungen, zur Monetarisierung von Datennutzung in der Produktion und zur Wirkung der Anwendung von Standardisierung auf die Investitionsbereitschaft liefern die Untersuchungen noch wertvolle Erkenntnisse und Einblicke, die folgend zusammengestellt sind.

9.4.1. Unterschiede zwischen Zielindustrie und generellen Industrien

Der primäre Fokus der Untersuchungen liegt, wie in Abschnitt 1.3 ausgeführt, auf der Nahrungsmittelindustrie und assoziierten Industrien für Güter des täglichen Bedarfs. Um eine mögliche generalisierbare Interpretation der spezifischen Ergebnisse zu prüfen, wurden im Zuge der quantitativen Umfrage und Analyse auch Daten anderer Industrien erhoben (vgl. Abschnitt 5.2).

Die deskriptive Statistik zeigt in der Struktur der Teilnehmenden lediglich geringe Unterschiede zwischen den Teilstichproben. Die getrennte Auswertung im Zuge der EFA (vgl. Abschnitt 8.5) offenbart dabei deutliche Unterschiede in den Zusammenhängen der Konstrukte zwischen den Industrien. Die Ergebnisse bestätigen damit die Beobachtungen von Kinkel et al. (2016, S. 65) und Berghaus et al. (2017, S. 19), dass die Nahrungsmittelindustrie bzw. deren assoziierten Industrien in Bezug auf Digitalisierung hinter innovativeren Industrien wie der Automobil- oder Elektronikindustrie rangieren.

Um aussagefähigere Ergebnisse in weiterführender Forschung zu erreichen, muss eine klare Differenzierung der Daten und Befunde nach Industrien erfolgen. Welche Erkenntnisse in der praktischen Anwendung generell für weitere Industrien in Betracht gezogen werden können, muss stets kritisch hinterfragt werden.

9.4.2. Die Rolle der „digitalen Reife“

In der Literaturrecherche und den Kodierungen zeigt sich die Anwendung von Reifegraden und deren verschiedene Dimensionen in vielfacher Hinsicht und bildet einen Block von sieben Phänomenen in der offenen Kodierung (vgl. Abschnitt 6.1). Reifemodelle werden von vielen Autoren zur Beurteilung von Themen der digitalen Transformation herangezogen (vgl. Berghaus et al. 2017; Schuh et al. 2017; Schumacher et al. 2016; Remane et al. 2017; Jutras 2006). Viele dieser Modelle sind in der Form der berichteten Ergebnisse deskriptiv ausgerichtet und beschreiben lediglich die Ergebnisse der einzelnen Befragungen, ohne durch eine praxisgerechte Interpretation zu unterstützen. Oft gehen diese Modelle von linearen Zusammenhängen aus, was der Komplexität der Zusammenhänge von realen Unternehmen nicht entspricht.

„Most importantly, these studies neglect potential differences in the impact of the digital transformation for each firm, but rather suggest that there is an ultimate state of a fully digitalized firm and that all firms should thrive for this same ultimate state. Our empirical data, however, indicates that this is an oversimplification“ (Remane et al. 2017, S. 10).

Im Verlauf des Ausbaus der GT treten die kodierten Phänomene zu Reifegraden weder als relevant in Erscheinung noch werden Aspekte im Zuge der Expertenbefragungen als wichtig benannt. Dennoch zeigen sich die Messinstrumente der entsprechenden Literatur als leistungsfähige Grundlage für die quantitative Datenerfassung, vordringlich durch Arbeiten mit Beteiligung von Berghaus (Berghaus et al. 2017; Berghaus und Back 2016; Berghaus 2018). Die Überlegungen zu einem möglichen alternativen Modell verdeutlichen daher auch, dass ein aus „Nutzen“, „Einbezug der Menschen“ und „Risikomanagement“ bestimmtes Konstrukt „Verbindende Balance“ nicht alle Aspekte des zentralen exogenen Faktors des alternativen Strukturmodells abdeckt. Vielmehr bietet es sich in diesem Zuge an, dieses Konstrukt als die latente „digitale Reife“ zu verstehen. Diese Erkenntnis eröffnet neue Perspektiven, um die bisherigen nicht ausreichend praxisbezogenen Reifegradmodelle mit den Erkenntnissen zur Wirkung von Nutzenkonstrukten zu kombinieren. Dies könnte Unternehmen im Ergebnis innovative, leistungsfähigere und praxisbezogenere Managementinstrumente bieten. Als Resultat sind daher Empfehlungen sowohl für die weitere Forschung als auch für die praktische Anwendung in den folgenden Abschnitten 10.3 und 10.4 abgeleitet.

9.4.3. Dimensionen der Investitionsbeurteilung

Die Frage, wie Investitionen in digitalisierte Technologie als strategischer Imperativ in der Zeit von Industrie 4.0 in einem praktisch verorteten Modell verstanden werden können, beschäftigt viele Autoren (vgl. Schröder 2016; Obermaier et al. 2019; Illner et al. 2018; Skilton et al. 2010; Bosman et al. 2019) und ist ein bedeutender Teil dieser Dissertation. Das Phänomen „Wesen von Investitionsüberlegungen“ (vgl. Abbildung 24) wird daher auch als Startpunkt der axialen Kodierung in Abschnitt 6.2 gewählt. Die unmittelbaren kommerziellen Aspekte dieses Phänomens sind primär in deren ursächliche Bedingungen eingeflossen. Die intervenierenden Bedingungen weisen zudem im ersten Kodierlauf auf die Einflüsse von Organisation, Kompetenzen und Wettbewerb hin. Im Ergebnis bildet sich die Investitionsbereitschaft als Konsequenz aus den Handlungen, Interaktionen und Strategien der GT und

findet damit Niederschlag in der Struktur des SGM als endogener Variablen. Theoretisch deckt sich diese Sichtweise mit der Literatur und den Erwartungen, einen ROI möglichst mit direkten KPI aus Technologieeinsatz zu ermitteln (vgl. Zennaro et al. 2018; Chesbrough 2010, S. 359; Obermaier et al. 2019, S. 190). Buchholz et al. (2017, S. 22ff) erkennen in ihrer Studie explizit den Bedarf in Kompetenzen und Organisation zu investieren, allerdings um die primäre Technologieinvestition zu unterstützen. Diesen logischen Ansatz zeigt die GT und das transformierte SGM auch auf, jedoch weisen die explorativen Ergebnisse darauf hin, dass dieser Ansatz nicht mit der Realität der erhobenen Daten bestätigt werden kann. Es ist vielmehr davon auszugehen, dass sich die digitale Investition in zwei komplementären Dimensionen abbildet (vgl. Abbildung 81). Diese Sichtweise hat in der Konsequenz weitreichende Implikationen in der praktischen Bewertung von Investitionsvorhaben im Zuge von digitaler Transformation und wird in Abschnitt 10.4 diskutiert.

9.4.4. Wettbewerbsdruck als eigenständiger Faktor

Unbestritten spielt die individuelle Wettbewerbssituation eines Unternehmens eine wichtige Rolle bei der Bewertung von Investitionen. Durch Porter (2010, S. 29) sind mit dem Denkansatz der fünf Wettbewerbskräfte Überlegungen zur tatsächlichen Wettbewerbsbeurteilung gängige Managementpraxis. Verwandt hiermit ist auch die Bewertung, inwieweit sich die Situation von KMU zu Großunternehmen unterscheidet (vgl. Ludwig et al. 2016; Leyh und Bley 2016, S. 30; Agostini und Nosella 2019, S. 2). Diese Aspekte sind in Kodierung, Interviews und quantitativer Auswertung kontinuierlich entweder in Form der Situation von KMU oder der beachteten Wettbewerbssituation repräsentiert. Im Zuge des Ausbaus der GT zeigt sich die Wettbewerbssituation als Einflussgröße des Kontexts (vgl. Abbildung 40) und bildet entsprechend im Messmodell des Konstrukts „Gesamtkontext“ eine der fünf Variablen (vgl. Abbildung 49). Die quantitative Auswertung der Umfragedaten durch die EFA gebietet eine konträre Sichtweise als eigenständiger Faktor der beobachteten Wettbewerbssituation, wie in den Abschnitten 8.3.4 und 8.4.3 ausgeführt. Die explorative Auswertung der Datensätze in Abschnitt 8.5 zeigt, dass der Zusammenhang des

Wettbewerbs im Datensatz der Zielindustrien mit schwacher Ausprägung nachgewiesen werden kann, für die anderen Industrien jedoch kein signifikanter Effekt vorliegt. Damit stellt sich die kritische Frage, wie diese Erkenntnisse interpretiert werden müssen. Eine mögliche Idee wäre die Frage, ob das Porter'sche Modell in der digitalen Welt um eine „digitale Kraft“ erweitert werden sollte, die je nach Industrie unterschiedlich ausgeprägt wäre. In jedem Fall weist diese Erkenntnis auf weitergehenden Forschungsbedarf zum Einfluss der spezifischen Wettbewerbssituation im digitalen Transformationsprozess hin.

9.4.5. Kenntnis von Geschäftsmodellen und Wirkungsweisen in den Unternehmen

Die Dissertation nutzt Untersuchungen zu Geschäftsmodellen, speziell die integrale Wirkung von Nutzen und den damit assoziierten Konstrukten (vgl. Abschnitte 1.2.2, 2.1.2, 3 und 4.5). Im Zuge von digitaler Transformation und Investitionen in Industrie 4.0 wird stets der Begriff der Geschäftsmodelle in unterschiedlichsten Zusammenhängen verwendet (vgl. z.B. Chesbrough 2010; Dorst 2015; Kagermann et al. 2013; Kagermann et al. 2016; Al-Debei und Avison 2010; Kiel et al. 2017; Arnold und Voight 2017). Die Ergebnisse unterstreichen eindringlich die Rolle und Leistungsfähigkeit der Forschung zu Geschäftsmodellen. In den Experteninterviews konnte ein vergleichbar hohes Niveau an Kenntnis der befragten Personen erreicht und bestätigt werden, sodass eine fundierte theoretische Basis für die GT und das SGM vorausgesetzt werden kann. Demgegenüber zeigt die detaillierte Auswertung der quantitativen Umfragedaten ein Bild, dass eine relativ hohe Unkenntnis von Geschäftsmodellen insgesamt oder zumindest von deren Leistungsfähigkeit vorherrscht.

Abbildung 83 zeigt in der detaillierten Auswertung der Frage nach der praktischen Anwendungen, dass nur 27 % der befragten Unternehmen in der Zielindustrie Methoden aus Geschäftsmodellen anwenden. Bezeichnend ist auch, dass die Befragten aus den anderen Industrien hier einen Anteil von 50 % aufweisen. Diese Erkenntnis weist sowohl den Weg zum Bedarf an weiterer Forschung als auch zu einer branchenspezifischen Sensibilität für diese Kompetenz in der praktischen Umsetzung. Diese Aspekte werden in Kapitel 10.1 aufgegriffen und weiter diskutiert.

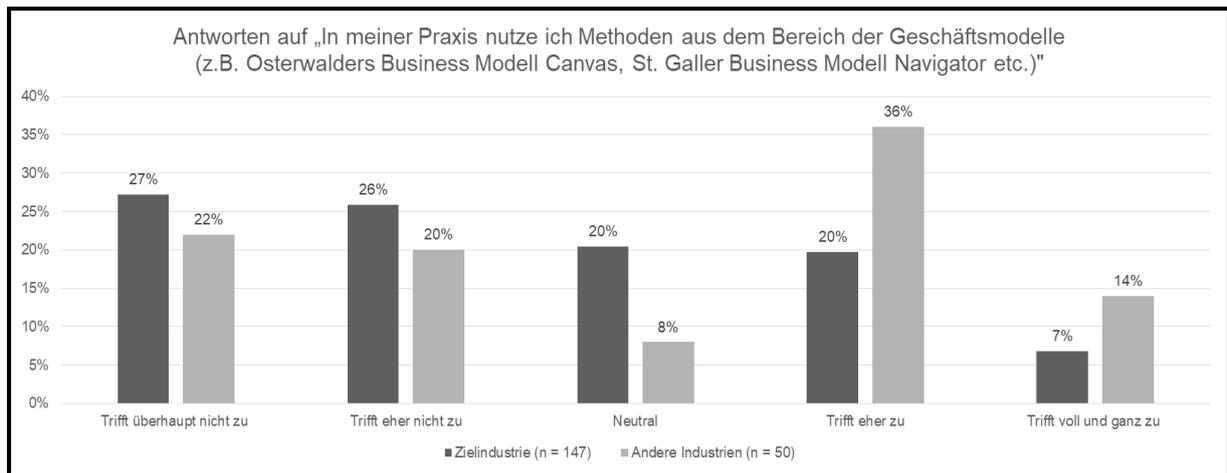


Abbildung 83: Auswertung des Items KO_X21_3 zur Anwendung von Geschäftsmodellen
(Quelle: Darstellung des Autors)

9.5. Experteninterviews zur Validierung

Durch die ganzheitliche Triangulation der Ergebnisse ist es möglich, Antworten auf die Forschungsfragen aus Kapitel 5 zu formulieren. Ergänzend sind weitergehende Erkenntnisse aus den Untersuchungen abgeleitet, die ein tiefgreifendes Verständnis für Investitionen in digitalisierte Produktion erlauben. Durch den Einbezug von Expertenwissen ist die Praxisrelevanz als integraler Grundsatz in den Arbeitsschritten verankert (vgl. Abschnitte 5.2, 6.3, 6.4 und 8.2.1). Eine abschließende Validierung der Resultate, bezüglich der Forschungsfragen sowie der essenziellen weiteren Erkenntnisse, durch Personen mit Expertenwissen führt diesen Grundsatz fort und sichert die durchgängige Praxisrelevanz. Durch eine abschließende Reihe von semistrukturierten Interviews (vgl. Abschnitt 6.3) werden Experten gebeten, die gewonnenen Erkenntnisse im Kontext der individuellen Praxiserfahrung zu bewerten und zu deuten (Jüttemann 1989, S. 216).

9.5.1. Auswahl und Akquisition der Experten

Im Verlauf der Interviews während der qualitativen Untersuchung (vgl. Kapitel 6) sind Kontakte mit Experten der Zielindustrie entstanden und wurden auch im Verlauf der Untersuchungen weiter gepflegt. Die in Tabelle 8 identifizierten Experten bieten die Basis für

eine erste Ansprache. Die Kandidaten Nr. 1, Nr. 3, Nr. 4 und Nr. 5 verfügen durch die zurückliegenden Interviews der qualitativen Untersuchung bereits über Einblicke in die Hintergründe und werden deshalb nicht mehr angefragt, um möglichst objektive Einschätzungen der Erkenntnisse zu bekommen. Kandidat Nr. 2 hatte in der vorherigen Anfrage eine Teilnahme abgelehnt und wird deshalb nicht mehr einbezogen. Damit stehen insgesamt neun Kandidaten aus dieser Datenquelle zur Verfügung. Zusätzlich wird auf die im Zuge des Feedbackbogens der quantitativen Umfrage erteilte Zustimmung zur freiwilligen Kontaktaufnahme zurückgegriffen (vgl. Abschnitt 8.2.2). Aus dieser Quelle können weitere zwölf Personen aus unterschiedlichen Branchen zur Teilnahme eingeladen werden. Die in Betracht kommenden einundzwanzig Personen sind alle in den untersuchten Industrien erfahren. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass auch Fragen zur digitalisierten Produktion in der Praxis weitreichend erörtert werden. Durch persönliche Ansprache per E-mail und Telefon konnten insgesamt zehn Personen für die Teilnahme gewonnen werden. Die Durchführung der Interviews erfolgte Anfang Oktober 2020 per Videokonferenz.

9.5.2. Leitfadenerstellung

Die Validierung der Erkenntnisse erfordert, dass die Einschätzung und Deutung der befragten Personen miteinander vergleichbar sind. Ein offenes Interview ist daher nicht geeignet. Auf der anderen Seite soll die Person durch Interpretation und Beurteilung den Abgleich mit der spezifischen betrieblichen Praxis artikulieren können. Gläser und Laudel (2010, S. 41) empfehlen in diesem Falle die Anwendung eines halbstandardisierten Ansatzes. Die Erwägungen zur Leitfadenerstellung ziehen die Überlegungen, welche bereits für die Durchführung der qualitativen Interviews in Kapitel 6 dargelegt sind, mit ein. Für weitergehende Erklärungen hierzu sei auf Abschnitt 6.3.3 und 6.4.4 verwiesen. Abweichend zu den bisher erarbeiteten Leitfäden ist es nicht erforderlich eine spezifische Untersuchungsfrage festzulegen, da die Validierungsinterviews die wesentlichen Erkenntnisse direkt spiegeln und auf eine persönliche Deutung durch die interviewten Person ausgerichtet sind.

Die integrierten Erkenntnisse der Abschnitte 9.1 und 9.4 liefern die Basis für Aussagen, die im Leitfaden den zu interviewenden Personen präsentiert werden. Um den Kontext dieser Aussagen richtig einschätzen zu können, ist es notwendig die Zielsetzung, den Ablauf und die Zusammenfassung der Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen vorab zu kommunizieren. Diese Vorgehensweise wurde im PZI durch die Begleitpräsentation in ähnlicher Weise genutzt (vgl. Abschnitt 6.4.5). Der Leitfaden beinhaltet daher eine Einführungspräsentation (vgl. Anhang XI.II) und ist wie folgt aufgebaut:

- 1) Einführungspräsentation mit Problemstellung, Durchführung und Erkenntnisse
- 2) Informationsblatt
- 3) Befragung durch Spiegelung der Erkenntnisse

Die Abfolge der Fragen soll, ähnlich zu den im quantitativen Fragebogen angewandten Grundsätzen (vgl. Abschnitt 8.2.2), kognitiv möglichst einfach verarbeitet werden können. Die Rückmeldungen zu den Erkenntnissen aus den Forschungsfragen aus Abschnitt 9.1 sind dabei vorrangig. Ergänzend werden zwei weitere Erkenntnisse mit aufgenommen, da ihre Relevanz für die Praxis als hoch zu erwarten ist. Dies sind die Rolle der digitalen Reife aus Abschnitt 9.4.2 und die Dimensionen der Investitionsbeurteilung aus Abschnitt 9.4.3. Die drei weiteren Erkenntnisse aus Abschnitt 9.4 adressieren Aspekte, welche primär für die weitere Forschung als relevant anzusehen sind. Die Aufnahme in die Validierung durch Experten könnte dafür zwar zusätzliche Daten liefern, jedoch wäre dies auch mit einer unnötigen Ablenkung von den Erkenntnissen mit direktem Praxisbezug verbunden. Die möglichst klare Aussage zu den Erkenntnissen der Forschungsfragen und den praxisrelevanten zusätzlichen Erkenntnissen wiegt für die qualitative Validierung stärker.

Seit den Umfragen, die in den Jahren 2018 und 2019 durchgeführt wurden, haben Gesellschaft und Unternehmen durch die Covid-19-Pandemie starke Beeinträchtigungen erfahren. Es ist möglich, dass ein „Covid-Bias“ die Befragung beeinflusst, da offensichtlich alle bisher der Untersuchung zugrunde liegenden Daten vor der Pandemie erhoben wurden. Der Fragebogen wird deshalb abschließend mit einer Einschätzung zum Einfluss von Covid-19 auf die gegebenen Antworten ergänzt.

Die Statements zu den Erkenntnissen sind entsprechend ausformuliert und gemäß der erwarteten Komplexität bei der Beantwortung geordnet. Die Überlegungen zur Optimierung der kognitiven Verarbeitung folgen der in Abschnitt 8.2.2 berücksichtigten Logik. Dementsprechend wird mit der Erkenntnis zu Forschungsfrage 2 eingeleitet, um dann über die Forschungsfrage 3, die digitale Reife, die Dimensionen der Investition, die komplexeste Frage zur Erkenntnis von Forschungsfrage 1 zu stellen und mit der Einschätzung zu Covid-19 abzuschließen.

9.5.3. Pretest und Durchführung

Um die Verständlichkeit des Fragebogens zu prüfen, wurde ein Pretest des geplanten Interviewablaufs per Videokonferenz durchgeführt. Hierzu wurde analog zum Vorgehen in den Abschnitten 6.3.5 und 6.4.6 ein Produktionsleiter eines lokal ansässigen mittelständischen Industriebetriebes befragt. Der interviewte Kandidat verfügte zum Zeitpunkt der Befragung über 28 Jahre Berufserfahrung, davon 15 Jahre in der Produktionsleitung und 10 Jahre im Maschinenbau. Durch die einschlägigen Erfahrungen war eine fundierte Diskussion über die digitale Transformation gegeben. Die Einführung wurde als klar verständlich und auf den Punkt beurteilt. Es wurde angeregt den Begriff „latentes Konstrukt“ in der Präsentation anhand von Beispielen z.B. aus der Psychologie zu erklären, um die Wirkungsweise im Modell nachvollziehen zu können.

Die Zielsetzung zur Beurteilung der Erkenntnisse war anfänglich nicht vollkommen verstanden worden. Entsprechend ist die Einleitung durch die Zielsetzung detailliert worden und wird folglich im Interview vor der ersten Fragestellung klar erläutert. Die Beschränkung auf die fünf Kernaussagen wurde als zielführend bewertet, um bei allen Fragen gleichermaßen konzentriert antworten zu können. Die Ausführung zu Forschungsfrage 3 erschien anfänglich zu komplex formuliert und wurde so vereinfacht, dass im Interview die Elemente der Nutzenschöpfung aufgezählt werden. Die abschließende Frage zu Covid-19 wurde als sehr interessant beurteilt, da dieser Aspekt zum weiteren Nachdenken anregt. Nach der Anpassung der besprochenen Punkte lässt der Verlauf des Pretests auf die Eignung

der gewählten Vorgehensweise für die Ergebnisvalidierung schließen. Der finale Fragebogen ist der besseren Übersicht halber in Anhang XI.I beigefügt.

Zur Durchführung wurde mit den Interviewpartnern eine Videokonferenz mit Microsoft TEAMS von mindestens 30 Minuten vereinbart. Meist schloss sich nach dem Interview ein weiteres Gespräch über mögliche Transfers in die Praxis an, sodass ein typischer Call nach 60 Minuten geschlossen werden konnte. Nach der Begrüßung wurde die Einführungspräsentation gehalten und wurden mögliche Verständnisfragen beantwortet. Nach der Erklärung zum Datenschutz und der Zusicherung der Anonymität wurden zwei unabhängige Aufnahme-Apps gestartet. Das Interview wurde dem Leitfaden entsprechend durchgeführt und die Aufnahme danach gestoppt. Im Anschluss wurden meist konkrete Problemstellungen der jeweiligen Unternehmen besprochen, was auf eine hohe Relevanz des Themas in der Praxis schließen lässt. Alle Interviews sind zur anschließenden Auswertung transkribiert und in den Anhängen XI.III bis XI.XII vollständig beigefügt.

9.5.4. Auswertung und Ergebnisse

Durch die Antworten der Experten kann die Praxisrelevanz der gewonnenen Erkenntnisse validiert werden. Besonders relevante Aussagen sind zu erwarten, da die interviewten Personen über eine hohe Kompetenz sowie über entsprechend exponierte betriebliche Positionen und Einblicke verfügen. Mit sechs Personen aus der Zielindustrie (vgl. Abschnitt 1.3) und vier Personen aus der Automobilindustrie und dem Maschinenbau ist es zum einen gelungen die Branchen in Einklang mit den bereits untersuchten Segmenten abzudecken. Zum anderen sind die teilnehmenden Personen durchweg Führungskräfte mit langjähriger Betriebszugehörigkeit und Verantwortung im Bereich der Digitalisierung. Alle interviewten Personen sind Geschäftsführer bzw. begleiten eine Position in der ersten oder zweiten Ebene darunter. Das Durchschnittsalter liegt bei 49 Jahren, gepaart mit einer durchschnittlichen Branchenerfahrung von 21 Jahren. Die Ausbildung ist vorwiegend technisch geprägt und alle Personen verfügen über einen Hochschulabschluss. Tabelle 69 fasst die demografischen Daten der befragten Personen zusammen.

Interview Nummer	Branche	Betriebliche Position	Beschäftigte (Personen)	Alter (Jahre)	Betriebszugehörigkeit	Jahre in Position	Branchenerfahrung	Erfahrung Dig /I4.0	Ausbildung	Höchster Abschluss
5	Pharmaproduktion	Vice President	30.000	38	11	1,5	11	8	Technisch	FH
6	Herstellung von Wein und Getränken	CEO	950	52	1,5	1,5	23	20	Technisch	Promotion
7	Maschinenbau	Geschäftsführer	340	56	7	7	26	14	Technisch	Promotion
8	Automobilzulieferer	Stabsstelle	2.800	52	26	5	26	8	Technisch	FH
9	Hersteller von Gütern des täglichen Bedarfs	Abteilungsleiter	150.000	38	9	4	9	2	Technisch	Universität
10	Herstellung von Softdrinks	Direktor	7.000	49	21	1	24	5	Technisch Kaufm.	Universität
11	Automobilhersteller	Abteilungsleiter	110.000	41	17	13	17	4	Technisch	FH
12	Herstellung von Süßwaren	Manager global Engineering	90.000	50	22	7	24	1	Technisch	Universität
13	Herstellung von Snacks	Associate Director	90.000	56	29	1,5	29	10	Technisch	FH
14	Automobilzulieferer	Senior Manager	220.000	54	20	1,5	20	4	Technisch	FH

Tabelle 69: Demografische Daten der befragten Personen (Quelle: Darstellung des Autors)

Die Aussagen zu den gewonnenen Erkenntnissen werden überwiegend übereinstimmend bewertet, lediglich die Einschätzungen zur Rolle der Standardisierung bieten ein differenzierteres Bild. Durch die Auswertung der Transkripte (vgl. Anhang XI) konnte die jeweilige Bewertung der Praxisrelevanz, entsprechend der Skala des Fragebogens aus Abschnitt 8.2.2, eingeordnet werden. Zusätzlich zur jeweiligen Einschätzung wurde meist die Entscheidung durch Erklärungen und Deutungen kommentiert. Um die individuellen Entscheidungen besser nachvollziehen zu können, sind diese Statements, als Kernaussagen zusammengefasst bzw. durch ein prägnantes Zitat repräsentiert, in der Tabelle aufgetragen.

Interview Nummer	Forschungsfrage 1 - Erkenntnis 5	
	Bewertung Praxisrelevanz	Kommentar Zusammenfassung
5	Stimmt vollkommen überein	Kein weiterer Kommentar.
6	Stimmt vollkommen überein	Die Nutzenmaximierung wird faziilitiert durch die Digitalisierung.
7	Stimmt überein	Kein weiterer Kommentar.
8	Stimmt überein	Direkter Nutzen wirkt am schnellsten.
9	Stimmt vollkommen überein	Nicht direkt ersichtlich von Anfang an, aber langfristig relevant.
10	Stimmt vollkommen überein	Kein weiterer Kommentar.
11	Stimmt vollkommen überein	Stimmt mit der betrieblichen Erfahrung in allen drei Punkten überein.
12	Stimmt vollkommen überein	Alle Elemente werden aus der Praxis bestätigt.
13	Stimmt vollkommen überein	Die OEE bringt den direkten Nutzen. Indirekter Nutzen kommt aus den vor- und nachgeschalteten Prozessen.
14	Stimmt überein	Kein weiterer Kommentar.

Tabelle 70: Validierungsergebnisse zu Forschungsfrage 1 (Quelle: Darstellung des Autors)

Bezogen auf die Forschungsfrage 1 stimmen die Einschätzungen der Befragten ausnahmslos mit der Erkenntnis überein. 70 % der Bewertungen können als vollkommen übereinstimmend angesehen werden. Die Erkenntnisse aus Abschnitt 9.1.1 sind damit als validiert zu werten. Tabelle 70 visualisiert die Bewertungen zu Forschungsfrage 1.

Bei den Reaktionen im Zusammenhang mit den Ergebnissen der Forschungsfrage 2 zeigt sich ebenfalls eine gesamtheitliche Zustimmung. Auch hier stimmen 70 % vollkommen überein, jedoch wurde im Interview 5 eine teilweise Zustimmung artikuliert, da ein Nutzen für die Prozessoptimierung gegebenenfalls monetisierbare Effekte entfalten kann. Die Personen in Interview 8, 9, 13 und 14 unterstreichen in ihren Kommentaren, dass Daten per se kein Wert zuzuordnen ist. Die in Abschnitt 9.1.2 integrierten Ergebnisse zur Forschungsfrage 2 werden dadurch von den befragten Personen umfassend validiert. In Tabelle 71 ist das Feedback hierzu entsprechend aufgeführt.

Interview Nummer	Forschungsfrage 2 - Erkenntnis 1	
	Bewertung Praxisrelevanz	Kommentar Zusammenfassung
5	Stimmt teilweise überein	Daten bringen Nutzen, wenn sie für die Prozessoptimierung eingesetzt werden.
6	Stimmt vollkommen überein	Stimmt vorbehaltlos zu.
7	Stimmt überein	Stimmt genau so zu.
8	Stimmt vollkommen überein	Daten zu sammeln macht kein Sinn ohne ROI.
9	Stimmt überein	„Daten haben wir sehr viele da, wissen aber nicht wie wir diese nutzen“.
10	Stimmt vollkommen überein	Kein weiterer Kommentar.
11	Stimmt vollkommen überein	Kein weiterer Kommentar.
12	Stimmt vollkommen überein	Kein weiterer Kommentar.
13	Stimmt vollkommen überein	„Daten alleine bringen nichts“.
14	Stimmt vollkommen überein	„Daten alleine repräsentieren zuerst einmal Kosten“.

Tabelle 71: Validierungsergebnisse zu Forschungsfrage 2 (Quelle: Darstellung des Autors)

Bezüglich der Anwendung von Standards zeigen die Teilnehmenden der Validierungsinterviews durchaus unterschiedliche Einschätzungen. Wie in Tabelle 72 dargestellt, stimmen nur fünf Personen dem Ergebnis aus ihrer Praxissicht zu. Zwei Personen sind unentschlossen, da die Anwendung sinnvoll erscheint, sehen jedoch auch Implikationen. Die Personen in den Interviews 6, 10 und 12 stimmen der Erkenntnis nicht zu. Es wurde kommentiert, dass Standards durchaus einen Nutzen in der Organisation durch die verbesserte Kompatibilität der Systeme, eine effizientere Umstellung von Prozessen und als Grundlage für Digitalisierungsstrategien entwickeln. Die Forschungsfrage 3 ist daher nicht als

vollständig validiert anzusehen. Es zeigt sich, wie schon im Zuge der qualitativen Untersuchung (vgl. Abschnitt 9.1.3), eine unklare Bewertungslage. Die nach wie vor schwache Aussagefähigkeit zur Rolle von Standardisierung in technischer und organisatorischer Hinsicht lässt auf eine weiterreichende Komplexität des Phänomens schließen.

Weiterführende aufbauende Forschung hierzu, mit Augenmerk auf die digitalisierte Produktion, kann diese Zusammenhänge weiter aufklären.

Interview Nummer	Forschungsfrage 3 - Erkenntnis 2	
	Bewertung Praxisrelevanz	Kommentar Zusammenfassung
5	Stimmt vollkommen überein	Die Erkenntnis trifft den Punkt genau, jeder Kommentar würde dies „verwässern“.
6	Stimmt nicht überein	Standards sind die Voraussetzung für erfolgreiche Digitalisierungsstrategien.
7	Stimmt überein	Richtig, „weil eine Organisation zur Verfügung stehen muss“.
8	Stimmt überein	Vereinfacht Umsetzung in der Praxis, löst aber das organisatorische Problem nicht.
9	Stimmt überein	Standards sind wichtig, aber Standards bremsen auch aus.
10	Stimmt eher nicht überein	Standards unterstützen den Anwender. Standards erleichtern die Einführung. Vorteile durch Kompatibilität.
11	Stimmt überein	Im Kontext Fabrik kann das bestätigt werden.
12	Stimmt eher nicht überein	Durch die Anwendung von Standards kann einfacher umgestellt werden.
13	Unentschlossen	Standards sind für sich sinnvoll, jedoch hängen sie meist dem Stand der Technik hinterher.
14	Unentschlossen	Standards haben schon einen Effekt für die Organisation.

Tabelle 72: Validierungsergebnisse zu Forschungsfrage 3 (Quelle: Darstellung des Autors)

Der Begriff der digitalen Reife ist für die meisten der befragten Personen neu. Durch die Einführungspräsentation wurden die Wirkung des Konstrukts und die Zusammenhänge mit den Investitionen erklärt. Auf Basis dieser Einblicke stimmen alle Personen überein, dass dieser Begriff auch aus Praxissicht hilfreich ist, um komplexe Zusammenhänge zu strukturieren und zu organisieren. Somit kann diese Erkenntnis durch die Experten als validiert betrachtet werden. Bei sechs interviewten Personen lässt sich anhand der Kommentare ein über die Befragung hinausgehendes Interesse für die digitale Reife vermuten. In Tabelle 73 sind die Ergebnisse in Bezug auf die digitale Reife dargestellt.

Interview Nummer	Digitale Reife - Erkenntnis 3	
	Bewertung Praxisrelevanz	Kommentar Zusammenfassung
5	Stimmt vollkommen überein	Diese Erkenntnis trifft den Punkt, um die Sachlage managementgerecht zu präsentieren.
6	Stimmt überein	Ist ein interessantes Konzept, dass anschaulich und angreifbar macht.
7	Stimmt vollkommen überein	Vor allem in Hinblick auf Organisation und Technologie.
8	Stimmt überein	Daten allein helfen nicht.
9	Stimmt überein	Mit zunehmender digitaler Reife betrachtet man seine Produktion aus anderen Blickwinkeln.
10	Stimmt überein	Bietet Hilfe, um zu erkennen wo man selbst steht und wo weitere Ansatzpunkte für Schritte nach vorne sind.
11	Stimmt überein	Stellt in jedem Fall das wahre Leben plastisch dar.
12	Stimmt vollkommen überein	Kein weiterer Kommentar.
13	Stimmt überein	Digitale Reife ist im Unternehmen noch nicht diskutiert. Der Begriff der technischen Reife findet Anwendung.
14	Stimmt überein	Kein weiterer Kommentar.

Tabelle 73: Validierungsergebnisse zur digitalen Reife aus Abschnitt 9.4.2 (Quelle: Darstellung des Autors)

Durch die EFA hat sich gezeigt, dass die Investitionsbeurteilung in zwei Dimensionen zu bewerten ist (vgl. Abschnitt 9.4.3). Diese Erkenntnis ist für die praxismgerechte Beurteilung von Investitionen in Technologie äußerst relevant und wird von den Interviewpartnern mit einhelliger Übereinstimmung kommentiert. Bei 80 % der Bewertungen ist ein Tenor der vollkommenen Übereinstimmung zu vernehmen, wie Tabelle 74 zeigt. In Interview 13 wurde z.B. erklärt, dass in diesem Unternehmen schon ein siebenstufiger Prozess genutzt wird, der beide Dimensionen einbezieht. Eine Zustimmung von 200 % wurde in Interview 11, mit augenzwinkernder Begeisterung, in Aussicht gestellt. Die Relevanz für die Praxis ist auch für diese Erkenntnis bestätigt.

Interview Nummer	Dimensionen der Investition - Erkenntnis 4	
	Bewertung Praxisrelevanz	Kommentar Zusammenfassung
5	Stimmt vollkommen überein	Wenn die Organisation nicht der Digitalisierung folgt und in alte Muster zurückfällt, funktioniert das nicht.
6	Stimmt vollkommen überein	Eine Investition in neue Technologie ohne Organisationsmanagement ist meist nicht erfolgreich.
7	Stimmt vollkommen überein	„Das muss so sein“.
8	Stimmt vollkommen überein	Reine Investition in irgend eine Technologie wird nichts nutzen, wenn die Organisation den Nutzen nicht einfordert.
9	Stimmt überein	Ist richtig, passiert jedoch noch selten in der betrieblichen Praxis.
10	Stimmt überein	In fast allen Fällen ist das so. Organisation muss begleitend entwickelt werden.
11	Stimmt vollkommen überein	„Unterschreibe ich Ihnen 200 %“. Wenn nicht vorab in Organisation investiert wird, kann eine flächendeckende Investition in Gänze nicht erfolgreich sein.
12	Stimmt vollkommen überein	„Ist wie beim Abschleppwagen - der ist nur gut, wenn er auch so weit in's Gelände kommt wie der Wagen der geschleppt werden muss“.
13	Stimmt vollkommen überein	Nutzen einen 7-Stufigen Prozess um die Organisation mit zu entwickeln.
14	Stimmt vollkommen überein	Es kommt auf die Größe des Projektes an.

Tabelle 74: Validierungsergebnisse zu den Dimensionen der Investition aus Abschnitt 9.4.3 (Quelle: Darstellung des Autors)

In der abschließenden Frage wird überprüft, ob und in welcher Weise die befragten Personen einen Einfluss durch die Covid-19-Pandemie in ihre Antworten einfließen lassen. Wie Tabelle 75 unmissverständlich aufzeigt, sind alle Personen überzeugt, dass ihre Einschätzungen keinen Veränderungen vor oder in der Pandemie unterliegen. Die Kommentare lassen dennoch eine höhere Sensibilität für die Transformation in die digitale Produktion vermuten. Des Weiteren wird angemerkt, dass Investitionen noch stärker überprüft werden. Dies wiederum öffnet die Perspektive die Ansätze der Dissertation für die damit einhergehende Beurteilung heranzuziehen. Es kann auf Basis der Interviews vermutet werden, dass im Kontext digitalisierte Produktion kein „Covid-Bias“ entstanden ist.

Interview Nummer	Covid-19-Einfluss	
	Bewertung Einfluss	Kommentar Zusammenfassung
5	Kein Einfluss	Covid-19 hat zwar die berufliche Mobilität angeschoben, aber für die Produktion hat sich nichts an den Einschätzungen geändert.
6	Kein Einfluss	Keinen weiteren Kommentar.
7	Kein Einfluss	Das sind Grundgesetze, die auch nach Covid-19 gelten.
8	Kein Einfluss	Gewisse Transformationen werden beschleunigt.
9	Kein Einfluss	Covid hat zwar zu Verwerfungen geführt, jedoch keinen Einfluss auf die Bewertung der digitalisierten Produktion.
10	Kein Einfluss	Keine Veränderung der Einschätzung durch Covid-19, jedoch ist der Gap zwischen verfügbaren und benötigten Investitionen größer geworden.
11	Kein Einfluss	Die Themen bleiben gleich. Covid-19 stellt allerdings alle Investitionen noch stärker auf den Prüfstand.
12	Kein Einfluss	Keinen weiteren Kommentar.
13	Kein Einfluss	Es kann keine einziges Beispiel identifiziert werden, dass durch Covid-19 verändert wurde.
14	Kein Einfluss	Die Wertigkeit der Digitalisierung hat sich durch Covid-19 erhöht.

Tabelle 75: Einschätzung zum Einfluss von Covid-19 (Quelle: Darstellung des Autors)

9.6. Zusammenfassung der integrierten Ergebnisse

Die in diesem Kapitel ausgeführten Ergebnisse sind die Essenz der intensiven und detaillierten Untersuchungen zu der in Kapitel 2 beschriebenen Problemstellung. Viele Zusammenhänge und Herausforderungen konnten durch das relativ junge Themengebiet der Digitalisierung und den gewählten Forschungsansatz ex ante nicht abgesehen werden. Die konsequente Umsetzung sowohl der qualitativen Methode in Kapitel 6, die Herausforderung eine GT in ein SGM zu transformieren (vgl. Kapitel 7), diese dann nach harten Kriterien in Kapitel 8 zu verwerfen, um alternativ eine explorative Analyse durchzuführen, hat zu soliden

triangulierten Ergebnissen geführt. Es ist gelungen, die gestellten Forschungsfragen weitestgehend zu bearbeiten, zu beantworten und gegebenenfalls weiteren Forschungsbedarf aufzuzeigen. Eine Vielzahl von weiteren Erkenntnissen ergab sich durch die empirischen Beobachtungen und liefert einen zusätzlichen wertvollen Beitrag zu weiterer Forschung und praktischem Nutzen in Unternehmen. Die im Zuge der Integration durchgeführte abschließende Validierung durch zehn Experten bestätigt die Relevanz der Ergebnisse in den wesentlichen Fragestellungen. Die diversifizierten Einschätzungen zur Standardisierung sowie die Abschätzung des Einflusses durch die Covid-19-Pandemie, bieten Hinweise für eine weitreichende Verwendung der Erkenntnisse in der betriebliche Praxis und für anschließende Forschungsprojekte.

10. Diskussion und Interpretation der Ergebnisse

In den vorherigen Abschnitten sind alle Erkenntnisse aus dieser Dissertation erarbeitet und zusammengeführt worden. Die Komplexität der Problemstellung (Kapitel 2) erfordert eine Mixed-Method-Studie (Abschnitt 5.3) mit mehrfachem Einbezug von Expertenwissen (siehe Abschnitte 6.3, 6.4 und 8.2), um Erkenntnisse zu gewinnen, die im Ergebnis wieder als Hilfestellung für die Anwendung in der Praxis von Experten genutzt werden können. Dazu wurde aufbauend auf Literatur der identifizierten Disziplinen qualitativ eine „Grounded Theory“ (Kapitel 6) erarbeitet. Die Ergebnisse der GT liefern als Vorstudie die Definition einer quantitativen Struktur (Kapitel 7), welche für die anschließende quantitative Untersuchung als Grundlage für die Datenerhebung und Analyse dient (Kapitel 8). Mit Kapitel 9 sind alle Einzelergebnisse integriert, die Gesamtergebnisse im Hinblick auf die Beantwortung der Forschungsfragen und die Zielsetzung trianguliert sowie durch abschließenden Experteninterviews validiert. Neben dem puren Erkenntnisgewinn bietet die Arbeit viele Erfahrungen und neue Denkansätze, die nicht zuletzt aus den Herausforderungen und den mutmaßlichen Fehlern während der Untersuchungen hervorgehen. In diesem Kapitel werden diese Erfahrungen und Denkansätze in Form einer kritischen Diskussion aufgearbeitet.

10.1. Abschließende Betrachtung der gesamten Erkenntnisse

Durch die Integration der Erkenntnisse aus quantitativen und qualitativen Untersuchungen kann auf wertvolle Beiträge in der Beurteilung von Investitionen im Umfeld der digitalisierten Produktion zurückgegriffen werden. In Kapitel 3 wird das Erkenntnisinteresse dieser Dissertation mitunter damit beschrieben, „Kriterien für Investitionsentscheidungen für Digitalisierung in der Produktion zu erkennen und in der Praxis anzuwenden“. Inwieweit dies gelungen ist, wird mit Blick auf die folgenden Aspekte gewürdigt und diskutiert.

Geschäftsmodelle moderieren zwischen Strategie und operativen Prozessen

Der Begriff des Geschäftsmodells wird oft verwendet, unterliegt aber vielen Interpretationen und es scheitert oft an der Klärung des Begriffs und der Funktionen der Bausteine.

„Das Wort Geschäftsmodell ist heute in aller Munde. Es wird verwendet, um die aktuellen Tätigkeiten einer Firma zu beschreiben oder auch um einen Aufbruch zu signalisieren [...]. Fragt man allerdings nach, was der Begriff genau bedeutet, erhält man eine Vielfalt an Antworten. Selbst in derselben Firma herrscht oft kein einheitliches Verständnis über den Begriff“ (Gassmann et al. 2013, S. 5).

Die intensive und kontinuierliche Literaturrecherche zu Geschäftsmodellen, speziell aus den Bereichen von E-Commerce, Informationssystemen und neuerdings Digitalisierung bzw. Industrie 4.0, zeigt, wie vielfältig und unklar dieses Forschungsfeld bleibt. Wie in Abbildung 16 dargestellt, werden sich die Komplexität und das Wirkungsfeld von Geschäftsmodellen durch Digitalisierung ausweiten. Diese Herausforderung wird auch durch aktuelle Literatur bestätigt und bedarf der kontinuierlichen Aufmerksamkeit durch die Wissenschaft.

„The situation in the field of digitalization and business model innovation (BMI) is interesting because the influence of digitalization on the business model (BM) is fuzzy, and the exploitation of technological opportunities – also from a strategic viewpoint – is challenging“ (Rachinger et al. 2019, S. 1144).

Die Dissertation liefert durch die intensive Auseinandersetzung mit der Wirkung von Nutzenkonstrukten aus Geschäftsmodellen einen neuartigen Beitrag zum Verständnis im Umfeld von Digitalisierung und der damit einhergehenden Transformationen. Die in Abschnitt 3.2 identifizierte Forschungslücke aufgrund der von Al-Debei und Avison (2010, S. 368ff) beschriebenen Moderation von Geschäftsmodellen, legt den Rahmen für den Untersuchungsansatz zur Wirkung von Geschäftsmodellen fest. Der intensive Einbezug der Ontologie von Geschäftsmodellen (vgl. Rese et al. 2013; Osterwalder 2004) und die komplementäre Nutzung der Bausteine (vgl. Abbildung 18) in der Kodierung der GT hat diesen Rahmen konsequent eingehalten. Dadurch ist es gelungen, die Wirkung der Nutzenkonstrukte gemeinsam mit Elementen aus anderen Forschungsdisziplinen zu kombinieren und in einer spezifischen Theorie zu verdichten. Ganz im Sinne von Chesbrough und Rosenbloom (2002, S. 532) wirkt demnach das Geschäftsmodell, genauer dessen relevanten Elemente, als Mediator zwischen Technologie und ökonomischem Nutzen. Mit Blick auf Al-Debei und Avison (2010, S. 370) wird die Moderation an den „Intersection Points“ durch die GT sowie die Erkenntnisse der quantitativen Analyse bestätigt.

Im Detail offenbart sich die Relevanz von Nutzenversprechen, Nutzennetzwerk und der Nutzenschöpfung in allen Arbeitsschritten. Die Moderation zwischen strategischen Fragestellungen und operativen Gegebenheiten, wie von Al-Debei und Avison (2010, S. 373) als Wirkung von Geschäftsmodellen dargelegt, kann damit im Sinne der ersten Forschungsfrage (vgl. Abschnitt 9.1.1) vollends bestätigt werden.

In der aktuellen Literatur zu Geschäftsmodellen herrscht weiterhin die Sichtweise des „Kundennutzens“ mit Perspektive nach außen vor (vgl. Veile et al. 2019; Rachinger et al. 2019). Die Wirkung von „Value“ als Nutzen jeglicher Form für das Unternehmen und speziell durch Nutzung von Digitalisierung in der Produktion erscheint nur implizit, wie z.B. im kürzlich vorgestellten Investitionsrechner des VDMA (vgl. Illner et al. 2018, S. 8). Die Bestätigung der moderierenden Zusammenhänge von Nutzenkonstrukten ist ein maßgeblicher Beitrag zur zukünftigen Erforschung von Wirtschaftlichkeitsberechnungen im Zuge der digitalen Transformation.

Die Begriffe des Nutzens und ihre interne Moderation sollten die zentralen Größen in der Beurteilung von Investitionen für digitalisierte Produktion repräsentieren.

Entkopplung von Kosten und Nutzen in der Digitalisierung

Mit Erstellung des Exposés Mitte 2016 befand sich der Bereich der Digitalisierung von Produktion vollständig im „Industrie-4.0-Hype“. Wie in Kapitel 2 ausgeführt, drehten sich Veröffentlichungen und Fachveranstaltungen meist um Technologie und Standardisierung. Fragen nach Wirtschaftlichkeit und Kriterien zur zielgerichteten Investitionsbewertung wurden dennoch von Anwendern gestellt, konnten aber nicht zufriedenstellend beantwortet werden. Abbildung 5 verdeutlicht das daraus entstehende Paradoxon, indem notwendige Investitionen vom generierten Nutzen entkoppelt sind. Diese Entkopplung entsteht sowohl in Bezug auf die Unternehmensfunktionen als auch in zeitlicher Hinsicht. Kaufmann verweist daher schon früh auf die Herausforderung, Investitionen in einer ganzheitlichen Form durch die unterschiedlich zu erfassenden Mehrwerte zu beurteilen.

„Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für einen Anbieter in einem Zukunftsthema zu rechnen, ist eine Herausforderung, da es schwierig ist Kosten und Umsätze fünf Jahre und mehr im Voraus zu schätzen. Viele der Wirtschaftlichkeitsberechnungen würden nie genehmigt und umgesetzt, wenn realistische Zahlenschätzungen zu Grunde gelegt werden und eine Amortisationsdauer von > 3 Jahren berechnet wird“ (Kaufmann 2015, S. 41).

Jüngst haben Obermaier und Schweikl (2019, S. 529) das „Produktivitätsparadox“, welches keinen Produktivitätszuwachs in der Industrie beobachtet, obwohl viel in Technologie investiert wird, mit dem Solow-Paradox zum Einsatz von Computern in den 1980er Jahren verglichen. Dabei zeigen sich viele Parallelen zwischen den Studien der frühen IT-Nutzung und den aktuellen Untersuchungen zu Industrie 4.0.

*„You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics“
(Solow 1987).*

In der Untersuchung zur Übertragbarkeit des Solow-Paradoxons auf die Industrie 4.0 offenbaren sich viele Aspekte, die für eine verzerrte Sicht auf Produktivitätseffekte verantwortlich sind. Neben statistischen Schwächen sind dies Lernkurveneffekte durch die Neuheit von Technologie, verzögerte komplementäre Innovation von Alltagstechnologien sowie fehlende Kompetenz bzw. Missmanagement als Ursachen für ein Ausbleiben von Produktivität (vgl. Obermaier und Schweikl 2019, S. 540–543). Spillover-Effekte, die fehlende Berücksichtigung komplementärer Investitionen, der Einfluss des unternehmensexternen Kontextes, Zeitverzögerungen und die Wirkung komplementärer Ressourcen werden auf der anderen Seite als Gründe für technologieinduzierten Produktivitätszuwachs und die starke Streuung der Daten angeführt (vgl. Obermaier und Schweikl 2019, S. 543–552). Bei genauerer Betrachtung spiegelt sich das Paradoxon der Entkopplung von Kosten und Nutzen gleichsam in diesen Ergebnissen wider. Die Beurteilung und Entscheidung, in digitalisierte Produktionstechnik zu investieren, kann mit den qualitativen Zusammenhängen der GT über die betroffenen Unternehmensaspekte hinweg die Einschränkungen dieser Entkopplung überwinden. Die Verwendung des quantitativen Modells unter Berücksichtigung der Wechselwirkung von Investition in Organisation und Technologie trägt darüber hinaus zu einer gesicherten ganzheitlichen Produktivitätsbewertung mit klaren Prioritäten für Investitionen bei. Bei weiterer Forschung würde der in dieser Abhandlung erarbeitete Beitrag auch der Forderung von Obermaier und Schweikl nach „Studien, die die Produktivitätseffekte ausgewählter digitaler Technologien untersuchen“ (Obermaier und Schweikl 2019, S. 558) folgen und weiterführende Erkenntnisse zur Verfügung stellen. Das Bewusstsein der Entkopplung von Kosten und Nutzen ist essentiell für die Praxis, um Fehlentscheidungen in Investitionen frühzeitig zu vermeiden.

Wertbeitrag vertikaler Integration

In Abschnitt 9.1.2 wird beschrieben, wie komplex es sich gestaltet, den Wertbeitrag von Datennutzung aus vertikaler Integration zu quantifizieren. Wie bei der Entkopplung von Kosten und Nutzen ist es nicht möglich lineare Zusammenhänge und einfache Modelle zu identifizieren. Ist der Nutzen auf einen erwarteten Zuwachs von direktem OEE beschränkt,

kann mit bewährten wertanalytischen Methoden ein monetärer Wertbeitrag ermittelt werden (vgl. Zennaro et al. 2018). Tragen jedoch weitere Formen der Nutzung von Daten zur Wertschöpfung einer digitalisierten Produktion bei, wird ein weiter gefasster Begriff von Nutzen und Wert erforderlich. Beispielhaft wird eine integrierte Erfassung des gesamten Wertstroms eines CPPS von Tantik und Anderl (2016) zur Optimierung durch digitalisierte Produktionsinfrastruktur vorgeschlagen. Die Nutzung von digitalen Produktionsdaten für die detaillierte Analyse und Optimierung der Prozesse in einer Lean-Produktion, mit der Möglichkeit einer Quantifizierung der Verlustreduktion (vgl. Burggräf et al. 2017, S. 2465), bis hin zur Realisierung von Umsätzen basierend auf Produktionsdaten in Form von Produkt- und Dienstleistungsbündeln (vgl. Lichtblau et al. 2015, S. 49), zeigt auf, wie komplementärer Nutzen als monetisierbarer Wert verstanden werden kann.

Auch durch die Untersuchungen der Dissertation bleibt die monetäre Wertbildung von vertikaler Integration abstrakt. Lediglich direkte Effekte in Form von OEE-Verbesserungen sind als Wert erfassbar. Der Beitrag für Produkt- und Dienstleistungsbündel gebietet sich aus logischer Sicht, ist aber werttechnisch noch nicht gefestigt. Die Fragestellungen sind verwandt mit dem Komplex zur Entkopplung von Kosten und Nutzen. Es empfiehlt sich daher, diesen Bereich mit in weitere Forschungen einzubeziehen.

Wirkung von Standardisierung auf die Investitionsbereitschaft

Die Notwendigkeit von Standards in einer digitalisierten Produktionsinfrastruktur ist für das Themengebiet der Digitalisierung von grundsätzlichem Interesse. Das Erfordernis von firmenübergreifender Vernetzung und der Integration von Wertschöpfungsnetzwerken (vgl. Kagermann et al. 2013, S. 43) treibt die Forderung nach Referenzarchitekturen (vgl. Tabelle 1) und wird auch von Dorst neben den technischen Aspekten als Grundlage für Investitionssicherheit benannt (vgl. Dorst 2015, S. 63). Betrachtungen zur wirtschaftlichen Wirkung durch die Nutzung von Standards finden sich jedoch auch in der aktuellen Literatur nicht, lediglich mögliche Risiken werden vereinzelt dargelegt.

„Ohne die Existenz von gemeinsamen Standards beziehungsweise durch ein Abweichen seitens der Anbieter von Industrie 4.0-Lösungen entstehen isolierte und proprietäre Insel- beziehungsweise Silolösungen. Potenzielle Käufer müssen dabei das Risiko des technologischen Lock-ins abwägen: Mit der Anschaffung einer proprietären Lösung besteht das Risiko, sich mittelfristig der Willkür, dem Preisdiktat und den vorgegebenen Laufzeiten von Wartungsverträgen des jeweiligen Anbieters zu unterwerfen“ (Kagermann et al. 2016, S. 23).

Wie in Abschnitt 9.1.3 zusammengefasst wurde, haben außer in den PZI keine Untersuchungsschritte die Relevanz der Nutzung von Standards für die ganzheitliche Investitionsbewertung bestätigt. Die Wirkung von Standardisierung beschränkt sich demnach ausschließlich auf Investition in technischer Hinsicht (vgl. Abbildung 80). Dies weist auf einen zu klärenden Widerspruch zwischen wissenschaftlicher Position aus Sicht der technologischen Wissensbereiche und den empirisch ermittelten Ergebnissen aus techno-ökonomischer Sicht hin. Das geteilte Feedback der Experten zu diesem Thema (vgl. Tabelle 72) unterstreicht die notwendige Klärung der Rolle von Standardisierung für Investitionen in die digitalisierte Produktion. Es besteht das Risiko, die Anwendung der Standardisierung zu stark zu vernachlässigen, da der Nutzen in wirtschaftlicher Hinsicht nicht quantifizierbar ist. Unter Umständen stellen sich dann die vorab erwähnten Risiken als begründet heraus. Wird auf der anderen Seite die Standardisierung überbewertet, besteht die Gefahr den Fokus auf die weiteren relevanten Einflussgrößen, z.B. notwendige Investitionen in die Organisation, zu verlieren und dadurch unbefriedigenden wirtschaftlichen Nutzen aus der digitalisierten Produktion zu ziehen. Zu einem sensiblen Umgang in der Anwendung von Standardisierung wird ebenso geraten wie zur weiteren Forschung zum wirtschaftlichen Beitrag von angewendeter Standardisierung.

Reifemodelle und „digitale Reife“

Der Begriff der digitalen Reife bzw. der „digital Maturity“ begleitet die wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu den Themen der Digitalisierung und Industrie 4.0 kontinuierlich (vgl.

Berghaus et al. 2016, 2017; Berghaus 2018; Lichtblau et al. 2015; Ganzarain und Errasti 2016; Remane et al. 2017; Schuh et al. 2017; Schumacher et al. 2016; Comuzzi und Patel 2016). Aus Anwendersicht bieten diese Ansätze eine gut verständliche Hilfestellung und dienen bei den grundlegenden Überlegungen für eine erste Einschätzung. Der praktische Nutzen wird meist dadurch begrenzt, dass nach der Erfassung des Status quo unzureichende Hilfestellungen zur Priorisierung der individuellen Maßnahmen für das Unternehmen abzuleiten sind. Dies gründet sich in der deskriptiven und meist linearen Struktur der Reifegradmodelle (vgl. Remane et al. 2017, S. 10). Abweichend hierzu folgt die von der Acatech vorgeschlagene Reifegradmethodik einem holistischen Modell aus Gestaltungsfeldern für das Unternehmen (Schuh et al. 2017). Dieses Modell bietet sich für die übergreifende, digitale Unternehmensstrategie an, greift aber die Belange der digitalisierten Produktion nur auf der Ebene der horizontalen Integration auf (vgl. Schuh et al. 2017, S. 40ff). Wie in Kapitel 6 ausgeführt, haben diese Einschränkungen sich auch in der qualitativen Untersuchung ausgewirkt, indem der Aspekt des Reifegrads nicht in die finale GT eingeflossen ist. In der Messung der Beobachtungen wiederum zeigen sich die Vorteile der linearen und praxisorientierten Fragestellung. Dadurch sind viele Items in Abschnitt 8.1 auf Basis von Instrumenten aus Reifegraden operationalisiert. Im weiteren Verlauf der quantitativen Auswertung bietet es sich an, durch die gebotene Erweiterung der „Verbindenden Balance“ diese als „Digitale Reife“ zu benennen (vgl. Abschnitt 8.4.4). Im alternativen Vierfaktorenmodell verbindet der exogene Faktor „Digitale Reife“ die Variablen Organisationskultur, Vernetzung, Ressourcen Risikomanagement und Einbezug der Menschen (vgl. Tabelle 50). Die Digitale Reife beeinflusst dabei die Investitionen in Organisation und Technologie sehr signifikant (vgl. Tabelle 65). Damit zeigt sich der Vorteil des Reifegradbegriffs bei einer Verwendung als praxisnahes Konstrukt innerhalb einer ganzheitlichen Investitionsbetrachtung. Die Rückmeldungen der interviewten Personen in den Validierungsinterviews bestätigen diese Auffassung auch aus Praxissicht (vgl. Tabelle 73). Selbst wenn die methodischen Einschränkungen keine vollständige empirische Prüfung des Ansatzes in dieser Dissertation erlauben, wird dieser Vorschlag als wertvoller Beitrag für anschließende Untersuchungen angesehen.

Unterschiede in der Beurteilung von Industrien

Je nach Perspektive differenzieren Umfragen zum Stand von Digitalisierung und Industrie 4.0, inwieweit sich digitale Reife oder Grad der Umsetzung nach Industriesegmenten bzw. Branchen unterscheiden (vgl. Kinkel et al. 2016, S. 65; Geissbauer et al. 2014, S. 20; Remane et al. 2017, S. 9; Berghaus et al. 2017, S. 19; Staufen.AG 2019, S. 16). Das Fraunhofer ISI berichtet diese Unterschiede im Rahmen der kontinuierlich veröffentlichten Erhebung „Modernisierung der Produktion“. In Abbildung 84 sind diese Unterschiede im Hinblick auf die „I4.0-Readiness“ dargestellt (Lerch et al. 2017). Auf Basis dieser Informationen wurde in Abschnitt 1.3 festgelegt, den Fokus auf die Industrien zu richten, welche gemäß der damaligen Studienlage den größten Forschungsbedarf zur digitalen Transformation der Produktion vermuten ließen. Nahrungsmittel, Getränke, Pharmaprodukte und Güter des täglichen Bedarfs zeigen sich dafür nach wie vor prädestiniert und determinierten damit die Wahl der Experten und der befragten Zielindustrien.

Dennoch sind generalisierbare Erkenntnisse erstrebenswerter, deshalb wurde im Zuge der quantitativen Untersuchung eine Befragung von „anderen Industrien“ mit in das Untersuchungsdesign aufgenommen (Abbildung 22).

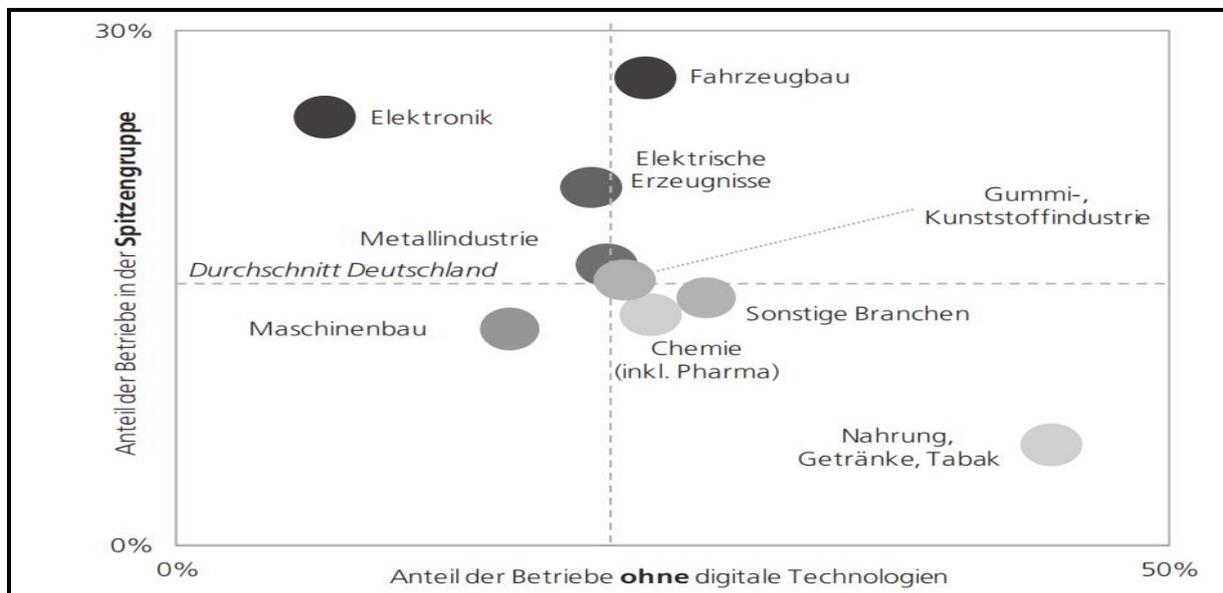


Abbildung 84: Polarisierung der Branchen bei der Industrie-4.0-Readiness (Quelle: Lerch et al. 2017, S. 9)

Aus Sicht der qualitativen Untersuchungen und der GT ist eine Differenzierung im Hinblick auf Industrien nicht sinnvoll durchzuführen. Es zeigt sich lediglich ein Einfluss in Bezug auf die Unternehmensgröße im Zuge der Kodierarbeiten. Die Beobachtung, dass größere Unternehmen vor KMU rangieren, wird auch von einschlägigen Studien bestätigt (vgl. Lerch et al. 2017, S. 7; Berghaus et al. 2017, S. 19; Remane et al. 2017, S. 9; Lichtblau et al. 2015, S. 31f). In der quantitativen Umfrage zeigen sich einige Unterschiede in der Struktur der teilnehmenden Personen und Positionen (vgl. Abschnitt 8.3.2). Die Personen in den anderen Industrien sind älter, verfügen zu einem prozentual höheren Anteil über einen Hochschulabschluss und sind primär technisch ausgebildet. Bei den Zielindustrien ist jedoch der Anteil von Betrieben unter 500 Mitarbeitenden mit 82,3 % weitaus höher als bei den anderen Industrien mit 54,4 % (vgl. Abbildung 65). Die Unterschiede in den Industrien können daher auch von der unterschiedlichen Struktur der Unternehmen und Personen beeinflusst sein. Diese Informationen müssen bei der Beurteilung des industriespezifischen Stichprobenteils in die Betrachtung einbezogen werden.

Die getrennte Auswertung der Teilstichprobe der Zielindustrie und der anderen Industrien (Abschnitt 8.5) zeigt signifikante Unterschiede im Zusammenhang mit dem Wettbewerbsdruck. Der Wettbewerb korreliert bei den Zielindustrien im mittleren Bereich, jedoch bei den anderen Industrien nicht signifikant. Des Weiteren scheint die Wirkung der Organisationsinvestition auf die Technologieinvestition in der Zielindustrie stärker ausgeprägt als in den anderen Industrien. Für die gesamte Stichprobe kann eine generelle praktische Anwendung der Ergebnisse in allen Industrien unter Bedingungen in Betracht gezogen werden, allerdings sollte dabei der Einfluss der Wettbewerbssituation kritisch hinterfragt werden. Für weitere Forschungsvorhaben ist es wichtig, die erwähnten Unterschiede sorgfältig im Hinblick auf die relevanten Einflüsse im Wettbewerbsumfeld der jeweiligen Industrie zu betrachten. Ein weitergehendes Verständnis über Investitionsbewertungen für digitalisierte Produktion erfordert selektivere Analysen.

Rolle der spezifischen Wettbewerbssituation

Der Appell zur Erlangung von Wettbewerbsvorteilen durch Digitalisierung ist vielen Veröffentlichungen gemeinsam. Speziell Initiativen zur staatlichen oder konsortialen Förderung weisen auf die Wettbewerbspotenziale durch den Einsatz digitalisierter Technologien hin (vgl. Abschnitt 4.2).

Der Einsatz von technologischer Innovation ist dabei das Mittel, mit dem Unternehmen Wettbewerbsvorteile erlangen können. Nicht immer schlägt sich technologische Innovation jedoch in Erfolg nieder (vgl. Chesbrough und Rosenbloom 2002). Vielmehr wird der Erfolg durch die Position der eigenen Wettbewerbsstrategie bestimmt und dadurch, wie diese durch Innovationen besser durchsetzbar ist (vgl. Porter 2004, S. 49). Entscheidungen für Investitionen in technologische Innovationen wie die digitalisierte Produktionsinfrastruktur hängen deshalb von der individuellen Selbsteinschätzung der spezifischen Marktposition ab. In den Untersuchungen zur qualitativen Theorie wirken Wettbewerbsaspekte als Differenzierung für unterschiedliche Kontexte. Die wahrgenommene Wettbewerbssituation erscheint dabei relevant für die individuelle Motivation in Digitalisierung zu investieren, zeigt sich aber nicht als dominantes Phänomen, weder in der Auswertung der Literatur noch in den Interviews (vgl. Tabelle 15). In den Analysen in Abschnitt 8.3.4 wurde ergänzend ersichtlich, dass die gemessene Einschätzung des Wettbewerbsdrucks nicht mit den Variablen des Gesamtkontextes korreliert (vgl. Tabelle 56). In der EFA bestätigt sich ein eigenständiger Faktor, der die Messung des Wettbewerbsdrucks abbildet (vgl. Abbildung 76).

Mit diesen Erkenntnissen gebietet es sich, die Rolle der Wettbewerbseinschätzung genauer zu untersuchen. Es könnte so interpretiert werden, dass die Selbsteinschätzung der Wettbewerbsposition des Unternehmens einen weitaus höheren Einfluss auf die Entscheidung für oder gegen Investitionen in digitalisierte Produktion hat, als dies theoretische Überlegungen vermuten lassen. Es empfiehlt sich in jedem Fall weiterführende Forschung zur Wirkung von Wettbewerbsdruck in Betracht zu ziehen.

10.2. Methodische und inhaltliche Einschränkungen

Die Dissertation bedient sich zur Beantwortung der Forschungsfragen unterschiedlicher Forschungsmethoden. Begründet ist dies in der Problemstellung (Kapitel 2), die einen Komplex praxisbezogener Fragestellungen in einem jungen Forschungsfeld untersuchen will. Das Problem der wissenschaftlichen Disziplinen, die alle mit der identifizierten Fragestellung in Verbindung stehen, hat sehr früh im Prozess gezeigt, dass ein Weg gefunden werden muss, diese wissenschaftlich miteinander zu verbinden. Eine rein quantitative Untersuchung wäre für sehr belastbare Ergebnisse im Zuge einer „Wahrheitssuche“ (Döring und Bortz 2016, S. 39) wünschenswert gewesen, jedoch scheitert dies an der bis dato unzureichend verfügbaren Theorie. Döring und Bortz bieten in diesem Zusammenhang eine sehr gute Handreichung. Für die Definition des Untersuchungsdesigns wurde sich entsprechend an die „Komplementaritäts-These“ angelehnt (Döring und Bortz 2016, S. 74). Damit gebietet sich die stringente Anwendung der Vorgehensweise der jeweiligen methodischen Paradigmen. Die Verbindung der qualitativen und quantitativen Untersuchungsteile stützt sich auf die Arbeiten von Wu (2012) und Javalgi et al. (2013), die Mixed-Methods für die Forschung in komplexen Themenbereichen anwenden. Die Triangulation der Ergebnisse erscheint durch den Grundsatz der durchgängigen Orientierung an den Forschungsfragen möglich (vgl. Kapitel 7). Die Triangulation unterschiedlicher Methoden ist zwar weitestgehend akzeptiert, dennoch gibt es innerhalb der Forschung Diskussionen über Pragmatismus, Paradigmen, Methoden und Triangulation (vgl. Denzin 2012, S. 80), welche die passende Methodenauswahl erschweren. Denzin (2012, S. 82) weist aber klar darauf hin, dass die Konsequenzen und die Bedeutungen von Aktionen oder Vorkommnisse in sozialen Situationen im Fokus der Untersuchungen stehen müssen. Damit ist es erforderlich, die auch von Sandelowski et al. (2012, S. 319) geforderte Orientierung an den Forschungsfragen stets im Hinblick auf die beobachteten Konsequenzen und Bedeutungen zu aggregieren bzw. zu interpretieren. Die Teilergebnisse sind entsprechend in den Untersuchungsteilen als Zwischenfazit zusammengefasst (vgl. Abschnitte 6.7 und 8.6) und durch die finale Integration in Kapitel 9 über die methodischen Unterschiede hinweg verdichtet.

Ablauf und Struktur des Untersuchungsdesigns (Abbildung 22) werden in der Bearbeitung jederzeit eingehalten, es zeigt sich jedoch Bedarf, die Methoden im Detail zu erweitern. Die Entscheidung zur Erweiterung der Methoden unterliegt in jedem Schritt einer methodischen Überlegung und Recherche. Für die qualitative Methodenauswahl bieten die Säulen des qualitativen Denkens nach Mayring (2008, S. 24ff) die Basis für eine stabile Konstruktion. Diese Stabilität führt aber in der gegebenen Aufgabenstellung auch zu Inflexibilität, sodass es sich anbietet, ganz im Sinne von Jüttemann (1989, S. 11), auch „sinnverstehender Methodik“ Raum zu lassen. Die Entwicklung der Bausteine zur Dokumentation von Teilergebnissen sowie Kriterien und Entscheidungen des axialen Kodierens in Abschnitt 6.2, die Kombination von Praxisbezug, kodierten Phänomenen und Forschungsfragen für die semistrukturierten Interviews in Abschnitt 6.3 und die Erkenntnis für die ergänzende Nutzung des PZI für die zweite Welle von Interviews in Abschnitt 6.4 kennzeichnen die wesentlichen Anpassungen im qualitativen Untersuchungsteil. Dem paradigmatische Ausbau der GT liegt ein intensiver Abgleich aller Notizen und Überlegungen zugrunde, um die beobachtete Realität in der vorgegebenen Logik von Strauss und Corbin (2010, S. 101) abzubilden. Die detaillierte Ausarbeitung dient dem anschließenden Ausbau der GT für den Transfer in die Unternehmenspraxis, und unterstützt den methodischen Spagat, die Transformation in ein qualitatives Strukturmodell (vgl. Kapitel 7) zu realisieren. Die Frage der richtigen Beurteilung von Sättigung ist essenziell für den Erfolg der geplanten Transformation. Durch das Untersuchungsdesign und die damit notwendige Flexibilität der verwendeten Methoden ist die stetige Prüfung von theoretischer und thematischer Sättigung eine Herausforderung. Werden die Daten durch Interviews erhoben, so findet sich in der Literatur oft die Einschätzung, dass die Anzahl der Interviews auf theoretische Sättigung schließen lässt (Charmaz 2014, S. 214). Diese Sichtweise ist in jedem Fall in klassischen Forschungsfeldern sinnvoll und gewährleistet eine solide Handreichung. Saunders et al. (2018, S. 1895f) relativieren diese einfache Sichtweise insoweit, dass nicht die Menge an Daten oder die Anzahl der Interviews entscheidend für eine ausreichende Sättigung ist, sondern vielmehr der Zeitpunkt, an dem keine neuen Erkenntnisse mehr gewonnen werden. In diesem Zuge wird Sättigung als Prozess angesehen und nicht als Ereignis in der Untersuchung (Saunders

et al. 2018, S. 1900f). Nur durch diesen Prozessgedanken ist eine theoretische und thematische Sättigung zu bewerkstelligen. Im Zuge der Validierungsinterviews in Abschnitt 9.5 wird ergänzend die theoretische und thematische Sättigung im konventionellen Sinne unterstützt, da damit auch eine üblicherweise anerkannte Anzahl von Interviews als Datenquelle zur Verfügung steht.

Die ursprüngliche Planung, die quantitative Auswertung des SGM geradlinig in Anlehnung an Weiber und Mühlhaus (2014) und Backhaus et al. (2015) durchzuführen, scheiterte an der Erkenntnis in Abschnitt 8.3.4, dass das transformierte Modell keine diskriminante Validität aufweist. Diese Situation zeigt, dass die Annahmen in Abschnitt 7.1 zur Kombination von GT und SGM trotz aller denkbaren Sorgfalt methodisch nicht tragfähig sind. Eine Fortführung der konfirmatorischen Analyse hat sich ab diesem Punkt verboten und wurde dementsprechend verworfen (vgl. Weiber und Mühlhaus 2014, S. 169). Die Verfügbarkeit von 197 Datensätzen basierend auf einer solide durchdachten Operationalisierung (Abschnitt 8.1), sowie der akribischen und aufwändigen Umfrage (Abschnitt 8.2) ermöglicht es weiteren Erkenntnisgewinn durch eine explorative Weiterführung der quantitativen Analyse zu erreichen. Dieser Schritt ist methodisch auch mit der Sichtweise von Javalgi et al. begründbar, die eine explorative FA zwar mit geringeren Werten für „Reliability, Predictability, Generalizability“ im Vergleich zu SGM bzw. CFA bewerten, dennoch wird die EFA weit stärker als theorietestend beurteilt als die pure GT (Javalgi et al. 2013, S. 164). Nach der Analyse in 8.4.2 wurde der ursprünglich gewählte Weg der „Komplementaritäts-These“ zu Gunsten einer dialektischen Auslegung des Mixed-Method-Ansatzes angepasst (vgl. Döring und Bortz 2016, S. 74). Im Sinne einer sehr strikten Auslegung der Methoden und Paradigmen erscheint dieser „Grenzgang“ kritisch. Bedenkt man jedoch, dass der bearbeitete Themenkomplex mit den einbezogenen Disziplinen und der Neuheit des Forschungsfeldes durch wesentliche Erkenntnisse weitergebracht wird, kann diese methodische Schwäche in Kauf genommen werden. Alternativ steht eine erneute Umfrage zur Disposition, die aber zu verwerfen ist, da eine komplette neue Ausarbeitung und die Wahrscheinlichkeit der schlechteren Antwortbereitschaft der Personen in den bestehenden Samples keinen Erfolg versprechen. In Abschnitt 8.6 werden, auf Basis der gewonnenen

Erkenntnisse aus der EFA, alternative Hypothesen und ein SGM vorgeschlagen. Für weitere Forschungen kann dieser Vorschlag als Einstieg genutzt werden.

Die Zielsetzung der Dissertation bleiben der Erkenntnisgewinn im Zuge der Problemstellung und die Beantwortung der Forschungsfragen. Methodisch wurden unterschiedliche Vorgehensweisen und Werkzeuge genutzt und kombiniert sowie bewusst methodische Kompromisse eingegangen. Dadurch ergeben sich potenzielle Einschränkungen der in Methodik und in der inhaltlichen Anwendung, die im Folgenden aufgeführt werden.

Methodische Einschränkungen:

- Paradigmatische Schwächen in Arbeitsschritten der Mixed-Method-Untersuchung.
- Das Expertenwissen der Interviews in Kapitel 6 ist durch vier interviewte Personen begrenzt. Standpunkte anderer Unternehmen und Experten hätten mutmaßlich zu weiteren oder unterschiedlichen Beiträgen in der GT geführt, wenngleich stets thematische und theoretische Sättigung erreicht wurde.
- Die Transformation der GT in ein SGM in Abschnitt 7.1 ist im Ergebnis nicht solide genug für statistische Gütekriterien.
- Es sind wenige verfügbare Skalen aus dem konkreten Forschungsfeld vorhanden.
- Die Operationalisierung ist stark auf Items von Berghaus gestützt (42 %).
- Grenzgang zwischen konfirmatorischer und explorativer Analyse durch die Verwerfung des SGM und den Einsatz einer alternativen EFA.
- Die Sättigung wird als Prozess über die ganze Arbeit betrachtet. Dadurch sind übliche Kriterien wie die Mindestanzahl von Interviews nicht immer erfüllt.

Inhaltliche Einschränkungen:

- Digitalisierte Produktion und vertikale Integration lassen nicht ohne weitere Überlegungen eine Generalisierbarkeit auf digitalisierte Unternehmen als Ganzes, integrierte Wertschöpfungsketten und deren horizontale Integration zu.

- Die Umfrage beschränkt sich ausschließlich auf deutsche Firmen. Internationale Unterschiede sollten berücksichtigt werden (vgl. Grebe et al. 2019).
- Ergebnisse beziehen sich auf die Segmente Nahrungsmittel, Getränke, Pharma, Güter des täglichen Bedarfs und deren assoziierte Maschinenbauer. Auf weitere Industriesegmente generalisierbare Ergebnisse erfordern ergänzende Überlegungen.
- Die Teilstichprobe der „anderen Industrien“ ist relativ klein (N = 50). Generelle Schlüsse und weiterführende Betrachtungen sollten deshalb differenziert und durchdacht erfolgen.

10.3. Überlegungen zum zukünftigen Forschungsbedarf

Das Forschungsfeld im Rahmen der Digitalisierung, Industrie 4.0 und digitalisierter Produktion im Speziellen kann in vielen Aspekten als neu betrachtet werden. Die Wechselwirkungen zwischen bisher weitgehend voneinander getrennten Wissensbereichen bergen neue Herausforderungen an zukünftige Forschungsarbeiten. Erfahrung und Verständnis der technologischen Implikationen, ökonomische und organisatorische Zusammenhänge einer Unternehmung sind gleichsam relevant wie die Beachtung der Marktkräfte unter Einfluss des digitalen Wandels. Die vorliegende Dissertation konnte diese Verbindung durch die Berufserfahrung und den Zugang zu Ressourcen des Autors sowie gezielte Recherche weitestgehend schaffen. Im Verlauf der Untersuchungen und in den Ergebnissen haben sich mehrere Impulse für weiterführende und vertiefende Forschungsvorhaben herauskristallisiert, die wichtigsten Vorschläge sind folgend beschrieben.

Weiterführende Analyse und Erforschung eines alternativen SGM

Das in Abschnitt 8.6 als Vorschlag formulierte alternative Strukturmodell kann mit den erfassten Daten nicht weiter confirmatorisch geprüft werden. Unter der Annahme, dass die Erkenntnisse dieser Dissertation als tragfähig angesehen werden, bietet sich an dieses vorgeschlagene Modell zu verifizieren, zu optimieren und durch die Erhebung neuer Daten zu analysieren. Diese weiterführende Forschung könnte die Erkenntnisse zur Beurteilung von Investitionen in digitalisierte Produktion erheblich erweitern und festigen.

Methodik zur Quantifizierung der Monetisierbarkeit von Datennutzung

Wie in Abschnitt 9.1.2 festgestellt, ist es nicht gelungen eine Quantifizierbarkeit für den jeweiligen produktiv wirksamen Nutzen durch die Datenerfassung und Aggregation in der Produktion zu ermitteln. Die Quantifizierung des „digitalen Zusatznutzens“ (vgl. Abbildung 6) zeigt sich als wichtiges Werkzeug für eine zukünftige Verbesserung der Investitionsbewertung und Nutzenschöpfung einer digitalen Transformation. Untersuchungen dieser Zusammenhänge im Rahmen von konkreten Fallstudien bzw. bestehenden Digitalisierungsprojekten können als zukünftige Basis für leistungsfähige Werkzeuge dienen.

Wirkung von Standardisierung und Wettbewerb im digitalisierten Umfeld

Die Ergebnisse der Dissertation haben gezeigt, dass sich Wirkung und Relevanz von Standardisierung (Abschnitt 9.1.3) und Wettbewerbsdruck (Abschnitt 9.4.4) im Zuge der Bearbeitung gewandelt haben. Im Falle der Standardisierung ist eine Untersuchung der wirtschaftlichen Effekte genauso empfehlenswert wie die Bestätigung, ob Standardisierung ausschließlich technologische Investitionen betrifft. Die Validierungsinterviews aus Abschnitt 9.5 zeigen den Bedarf an weiterer Forschung zur Rolle von Standardisierung für die Einführung von Technologie und die Entwicklung der Organisation eindrücklich. Beim Wettbewerbsdruck erweist sich eine eigenständige Wirkung auf die Investitionen im digitalen Umfeld. Es bietet sich an zu prüfen, ob eine weitere digitale Kraft mit den „five Forces“ (Porter 2004, S. 4) wirkt oder die bestehenden Marktkräfte gleichsam digital transformiert werden (vgl. Porter und Heppelmann 2014, S. 72).

Generelles Modell für industrielle digitalisierte Produktion

Durch die erwarteten Unterschiede innerhalb der Industrien vermag diese Dissertation nur fundierte Aussagen über die Zielindustrie zu treffen. Die Ergebnisse der alternativen Industrien erlauben zwar eine erste Prädiktion, dass Aspekte generell für die meisten industriellen Produktionsbereiche konstatiert werden können, jedoch wird eine repräsentative Überprüfung angeregt. In diesem Zuge ist es empfehlenswert den geografischen Rahmen zu erweitern. Eine zumindest europäische Studie würde einen weiteren Beitrag zur soliden Bewertung der Digitalisierungsinvestitionen leisten.

Über diese Vorschläge hinaus hält das Feld der digitalisierten Produktion noch viele offene Fragen parat, die erforscht werden können und sollten. Ein übergeordneter Bereich sollte dabei aber nicht außer Acht gelassen werden. In Abschnitt 9.4.5 wird aufgezeigt, wie gering die Kenntnis und Nutzung von Geschäftsmodellen und deren Elemente in der befragten Stichprobe sind. Die Komplexität der Digitalisierung erfordert Modelle und Methoden, um über bestehende Grenzen und Kompetenzbrüche hinweg zu moderieren. Diese Arbeit hat verdeutlicht, dass dies möglich ist. Es empfiehlt sich, weitergehende Forschungsprojekte mit der Wirkung von Nutzenkonstrukten auf Basis bestehender wissenschaftlicher Erkenntnisse zu Geschäftsmodellen in Angriff zu nehmen.

10.4. Überlegungen zum Erkenntnistransfer in die Praxis

Die Thematik der Dissertation hat den Ursprung in den praktischen Fragen, die Kunden des Autors zur Digitalisierung gestellt hatten. Der starke Einbezug der Experten in der qualitativen Untersuchung und die Befragungen von Führungskräften dienen mitunter zur Beibehaltung dieses Praxisbezugs. Die Ergebnisse bieten daher weitreichende Möglichkeiten, einen Transfer in die betriebliche Praxis der produzierenden Unternehmen zu bewerkstelligen, wie in diesem Abschnitt ausgeführt wird.

Digitale Sensibilisierung des Managements

Die Untersuchungen haben auf unterschiedlichste Weise die Notwendigkeit aufgezeigt, die betroffenen Menschen mit in den Prozess der Digitalisierung einzubeziehen. Die Daten der Umfrage belegen, dass nur ein Drittel des Managements bereit ist auch mögliche Risiken von digitalen Projekten in Kauf zu nehmen, wenngleich Dreiviertel des Senior Managements sich als Sponsor für Digitalisierung einzusetzen scheinen. Diesem Dilemma kann durch eine weitere Sensibilisierung für den gemeinschaftlichen Umgang mit Digitalisierung entgegnet werden. Geschäftsführer und Führungskräfte bekommen mit den Ergebnissen dieser Arbeit ein tieferes Verständnis über die Zusammenhänge im eigenen Ökosystem. Die Zusammenhänge der Konstrukte und die beobachtbaren Effekte helfen die konventionell wahrgenommenen Zusammenhänge zu hinterfragen und im Kontext der digitalen Transformation sensibel neu zu bewerten. Beginnend vom „Gap in the world of digital Business“ (Al-Debei und Avison 2010, S. 369) über die innovative Rolle der Geschäftsmodelltheorie bis hin zur Entwicklung einer digitalen Strategie für die Bereiche Organisation und Technologie können Workshops und Präsentationen abgeleitet werden.

Ausbau des Verständnisses für den Begriff „Nutzen“

Die moderierende Wirkung der Elemente aus Geschäftsmodellen begleitet die Dissertation durch alle Kapitel. Die Rolle des Begriffs „Nutzen“ bzw. „Value“ zeigt sich als Vehikel für die Verbindung und Überbrückung von Kompetenzen, Disziplinen und Unternehmensstrukturen. Diese Erkenntnis bietet die Chance, den Begriff des Nutzens in der praktischen Umsetzung von Digitalisierung in weitreichender Form einzusetzen. Unter der Annahme, dass alle quantifizierbaren und indirekten Beiträge zu Produktivität bzw. Wertschöpfung per se als Nutzen definiert werden, lassen sich damit Transfers und Analogien zwischen Abteilungen und Disziplinen vereinfachen. Die Erkenntnisse der GT zu den Nutzenkonstrukten sowie die theoretischen Überlegungen der explorativen Analyse geben einen Einblick in die Herangehensweise und Anwendung für die unterschiedlichen Aspekte der digitalisierten Produktion.

Die „Digitalisierungs-Toolbox“

In Abschnitt 6.6 bietet die Arbeit eine paradigmatisch ausgebaute Theorie über die Verbindungen und Abhängigkeiten bei Investitionen. Die im Sinne der GT erforschten und formulierten Ausprägungen, Bedingungen und Bewertungstabellen bieten sich für einen qualitativen Werkzeugkasten für die praktische Anwendung an. Für einen ersten pragmatischen Schritt hin zur Anwendung der Forschungsergebnisse können die Elemente direkt in der beschriebenen Abfolge genutzt werden.

Der „Digital Investment Canvas“

Osterwalder und Pigneur nutzen die Erkenntnisse aus der Dissertation von Osterwalder (2004), um diese in Form eines Handbuch für die Entwicklung von Geschäftsmodellen und darauf aufbauend Strategien und Prozessen zu entwickeln (Osterwalder und Pigneur 2010). Den Kern des Handbuchs bildet der sogenannte „Business Model Canvas“ (Osterwalder und Pigneur 2010, S. 12ff), der alle benötigten Bausteine zur Entwicklung von Geschäftsmodellen verständlich in einer übersichtlichen Struktur zusammenfasst. Der Business Model Canvas ist durch zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten zu Strategie und BMI sehr weit verbreitet und findet in den Unternehmen zunehmend Anwendung, um Prozesse der Strategieentwicklung zu strukturieren.

Die praktischen Fragestellungen zu Investitionen in digitalisierte Produktion ähneln sich in der Art der Fragestellungen des generellen Geschäftsmodelldesigns. Zudem ist die zentrale Rolle des Nutzens beiden Ansätzen gemein. Wie in Abbildung 85 skizziert, können Fragestellungen und Zusammenhänge übersichtlich im Canvas visualisiert werden. Die Anwendung bei der Entscheidungsfindung oder als komplementäres Element einer Gesamtstrategie zusätzlich zum Business Modell Canvas würde eine schnelle Akzeptanz und Integration der Fragen zur Investitionsbewertung ermöglichen. Ein „Digital Investment Canvas“ bietet ein leistungsfähiges Werkzeug für die praktische Nutzung bei Investitionsüberlegungen in innovative Projekte der digitalisierten Produktion.

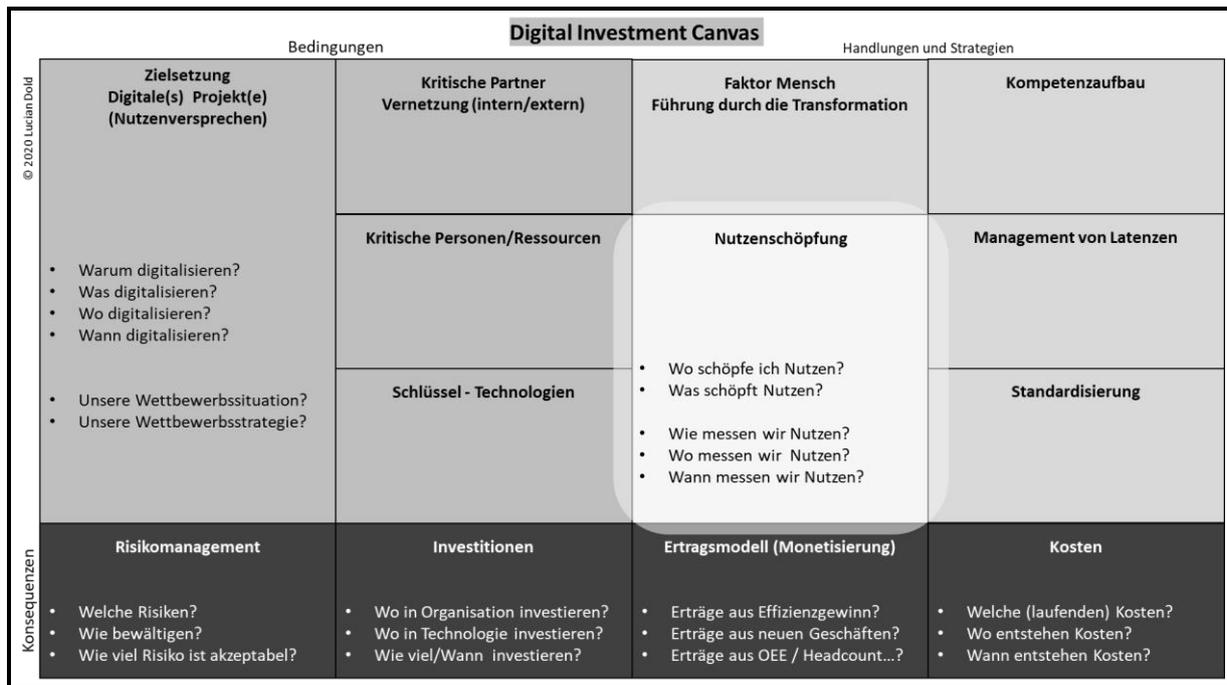


Abbildung 85: Entwurf eines Digital Investment Canvas (Quelle: Darstellung des Autors)

11. Zusammenfassung und Ausblick

Einleitend wurde auf das Jahr 2011 verwiesen, als Bundeskanzlerin Merkel den Begriff Industrie 4.0 etablierte. Damit wird diese Dissertation vermutlich zum zehnten Jahrestag von Industrie 4.0 abgeschlossen sein. Diese Gegenüberstellung zeigt, wie jung die Forschung im Umfeld der digitalisierten Produktion ist. Die Motivation zum Thema lag schon 2014 in der Beobachtung, dass die Diskussionen zum Einsatz von Digitalisierung, Industrie 4.0 und damit verbundener Produktionsinfrastruktur primär technologieinduziert geführt wurden. Der Anstieg der Komplexität in den Diskussionen, sobald wirtschaftliche Aspekte mit herangezogen werden, hat den Weg zur Problemstellung und zu den Forschungsfragen aufgezeigt. In den ersten Überlegungen zum Exposé wurde vermutet, dass sich die Zusammenhänge zur Wirtschaftlichkeit von Industrie 4.0 durch die spezifischen Veröffentlichungen zum Thema ermitteln lassen. Dies hat sich jedoch als zu simplistisch herausgestellt. Es wurde vielmehr klar, dass dieser Forschungsbereich an den Grenzen der jeweiligen Wissenschaftsdisziplinen mangels Brücken und Methoden meist mit Appellen zu

weiterführenden Forschungen endet bzw. vor diffusen Risiken gewarnt wird. Diesen Umstand greift diese Dissertation auf, indem sowohl wissenschaftlich interessante Erkenntnisse für den weiteren Ausbau eines wesentlichen Bereiches der Industrie 4.0 für die Produktion geschaffen werden als auch realistisch in die Praxis transferierbare Modelle und Werkzeuge abgeleitet werden können.

Das aufwändige Mixed-Method-Untersuchungsdesign erweist sich unbedingt als notwendig, um die ermittelten 121 Literaturquellen aus den unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen theoretisch auf eine Basis zu stellen. Diese Grundlage erweist sich als sehr solide sowohl für die Integration von Expertenwissen aus persönlichen Interviews als auch für die Triangulation mit den Daten aus der quantitativen Umfrage. Durch die stringente Verfolgung der jeweils gebotenen Forschungsparadigmen bieten die Ergebnisse unterschiedlichste Erkenntnisse zur weiteren theoretischen Forschung, aber auch zur praktischen Anwendung.

Wie Al-Debei und Avison ausführten, bildet sich zwischen konventioneller und digitaler Welt eine Lücke zwischen Strategien und operativen Prozessen. Die Ergebnisse der Untersuchungen haben bestätigt, dass diese Lücke durch die Moderation von Nutzenkonstrukten überbrückt werden kann. Die zentrale Rolle des Nutzenbegriffs und der Elemente aus der Forschung zu Geschäftsmodellen wurde bestätigt und konnte in Modellen qualitativ und quantitativ abgebildet werden. Das Konzept, Nutzen explizit innerhalb der Unternehmung nachzuweisen, bietet neuartige Ansätze, ähnlich komplexe Zusammenhänge in Unternehmen zu untersuchen. Es ist zu erwarten, dass strategische Investitionen für digitalisierte Produktion mit der Anwendung der Erkenntnisse und Werkzeuge aus dieser Arbeit zukünftig besser bewertet sowie Prioritäten sicherer getroffen werden können.

Die Dissertation hat sich spezifisch mit digitalisierter Produktion im definierten Zielsegment auseinandergesetzt. Es ist unbedingt auf die damit einhergehenden Einschränkungen zu achten, da eine einfache Generalisierbarkeit nicht bestätigt werden kann. Eine weitere Einschränkung gründet sich in den Ergebnissen der qualitativen Untersuchungen, da die ursprünglichen Hypothesen und das Strukturgleichungsmodell verworfen werden mussten.

Die kontinuierliche Beobachtung der Studien zum Thema Industrie 4.0 bzw. Digitalisierung zeigt nach wie vor, je nach Sichtweise und Interpretation, eine eher langsame Adoption der Technologien und weist viele Unsicherheiten in der Praxis auf. Umso erstaunlicher ist es jedoch, dass die Diskussion zu Wirtschaftlichkeit und einer quantifizierbaren Logik hin zu Investitionsbewertungen und -priorisierungen auch im Jahr 2020 als unterrepräsentiert zu bewerten ist. Diese Lage scheint auch Covid-19, zumindest im Oktober 2020, nicht erheblich beeinflusst zu haben. Die Einschätzungen der interviewten Personen bleiben vom Einfluss der Pandemie weitestgehend unberührt. Bemerkenswert und richtig sind die Forschung zur „Arbeit 4.0“ und die Diskussion zu Kompetenzen, Ausbildung und der industriellen Arbeit in der Zukunft. Diese Diskussionen sind komplementär zu den Fragen der Wirtschaftlichkeit und richtigen Investitionsentscheidungen. Die sehr intensive Auseinandersetzung mit dem Thema hat nach Auffassung des Autors wichtige und innovative Ergebnisse für eine zukunftsorientierte ganzheitliche Bewertung und Umsetzung von digitalisierter Technologie in der Produktion geleistet. Die möglichen weiteren Forschungsfelder und die aufgezeigten Transfers hin zu Werkzeugen für die unternehmerische Praxis bieten die Basis dafür, dass die Industrie 4.0 auf dem Weg in die „Volljährigkeit“ durch die Erkenntnisse dieser Dissertation reifen kann.

12. Literaturverzeichnis

Abel, Jörg; Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Steglich, Steffen (2019): Akzeptanz von Industrie 4.0. Hg. v. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. München. Online verfügbar unter www.acatech.de.

Adrodegari, Federico; Sacconi, Nicola; Kowalkowski, Christian; Vilo, Jyrki (2017): PSS business model conceptualization and application. In: *Production Planning & Control* 28 (15), S. 1251–1263. DOI: 10.1080/09537287.2017.1363924.

Al-Debei, Mutaz M.; Avison, David (2010): Developing a unified framework of the business model concept. In: *European Journal of Information Systems* 19 (3), S. 359–376. DOI: 10.1057/ejis.2010.21.

Aldiabat, Khaldoun M.; Le Navenec, Carole-Lynne (2018): Data Saturation: The Mysterious Step In Grounded Theory Method. In: *The Qualitative Report* 23 (1), S. 245–261. Online verfügbar unter <https://nsuworks.nova.edu/tqr/vol23/iss1/18/>.

Andulkar, Mayur; Le, Duc Tho; Berger, Ulrich (2018): A multi-case study on Industry 4.0 for SME's in Brandenburg, Germany. Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences. Hawaii, 2018. Online verfügbar unter <https://core.ac.uk/download/pdf/143481409.pdf>, zuletzt geprüft am 23.02.2020.

ANSI/ISA (2010a): ANSI/ISA-88.00.01-2010 Batch Control Part 1: Models and Terminology. North Carolina: The International Society of Automation. Online verfügbar unter www.isa.org, zuletzt geprüft am 04.01.2020.

ANSI/ISA (2010b): ISA-95.00. 01-2000: Enterprise-control system integration part 1: Models and terminology. North Carolina: The International Society of Automation. Online verfügbar unter www.isa.org, zuletzt geprüft am 04.01.2020.

Arnold, Christian; Kiel, Daniel; Voight, Kai-Ingo (2017): Innovative Business Models for the Industrial Internet of Things. In: *Berg Huettenmaenn Monatsh* 162 (9), S. 371–381. DOI: 10.1007/s00501-017-0667-7.

Arnold, Christian; Voight, Kai-Ingo (2017): Ecosystem Effects of the Industrial Internet of Things on Manufacturing Companies. In: *Acta INFOLOGICA* 1 (2), S. 99–108. Online verfügbar unter <http://dergipark.gov.tr/acin/issue/33868/356736>, zuletzt geprüft am 05.05.2020.

Backhaus, Klaus; Erichson, Bernd; Plinke, Wulff; Weiber, Rolf (2016): *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. 14., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.

Backhaus, Klaus; Erichson, Bernd; Weiber, Rolf (2015): *Fortgeschrittene Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. 3., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.

Baden-Fuller, Charles; Haefliger, Stefan (2013): Business models and technological innovation. In: *Long range planning* 46 (6), S. 419–426. DOI: 10.1016/j.lrp.2013.08.023.

Baden-Fuller, Charles; Morgan, Mary S. (2010): Business models as models. In: *Long range planning* 43 (2-3), S. 156–171. DOI: 10.1016/j.lrp.2010.02.005.

Bagozzi, Richard P. (1981): Causal modeling. A general method for developing and testing theories in consumer research. In: *ACR North American Advances* (8), S. 195–202. Online verfügbar unter <http://acrwebsite.org/volumes/9811/volumes/v08/NA-08>.

Berghaus, Sabine (2018): *The Fuzzy Front End of Digital Transformation. Activities and Approaches for Initiating Organizational Change Strategies*. Universität St. Gallen. Online verfügbar unter [https://www1.unisg.ch/www/edis.nsf/SysLkpByIdentifier/4704/\\$FILE/dis4704.pdf](https://www1.unisg.ch/www/edis.nsf/SysLkpByIdentifier/4704/$FILE/dis4704.pdf).

Berghaus, Sabine; Back, Andrea (2016): Gestaltungsbereiche der Digitalen Transformation von Unternehmen: Entwicklung eines Reifegradmodells. In: *Die Unternehmung* 70 (2), S. 98–123. DOI: 10.5771/0042-059X-2016-2-98.

Berghaus, Sabine; Back, Andrea; Kaltenrieder, Bramwell. (2016): *Digital Maturity & Transformation Report 2016*. Zürich: Crosswalk AG,. In: *Veröffentlichung zur Studie der Universität St. Gallen in Kooperation mit Crosswalk*. St. Gallen, März 2016. Online verfügbar

unter <https://crosswalk.ch/digital-maturity-and-transformation-report>, zuletzt geprüft am 25.05.2017.

Berghaus, Sabine; Back, Andrea; Kaltenrieder, Bramwell. (2017): Digital Maturity & Transformation Report 2017. Zürich: Crosswalk AG,. In: *Veröffentlichung zur Studie der Universität St. Gallen in Kooperation mit Crosswalk. St. Gallen*, März 2017. Online verfügbar unter <https://crosswalk.ch/digital-maturity-and-transformation-report>, zuletzt geprüft am 14.01.2020.

Bieger, Thomas; Knyphausen-Aufseß, Dodo zu; Krysz, Christian (Hg.) (2011): Innovative Geschäftsmodelle. Heidelberg: Springer.

Bieger, Thomas; Reinhold, Stephan (2011): Das wertbasierte Geschäftsmodell—Ein aktualisierter Strukturierungsansatz. In: Thomas Bieger, Dodo zu Knyphausen-Aufseß und Christian Krysz (Hg.): Innovative Geschäftsmodelle. Heidelberg: Springer, S. 13–70.

Binti Aminuddin, Nur Ainunnazli; Garza-Reyes, Jose Arturo; Kumar, Vikas; Antony, Jiju; Rocha-Lona, Luis (2015): An analysis of managerial factors affecting the implementation and use of overall equipment effectiveness. In: *International Journal of Production Research* 54 (15), S. 4430–4447. DOI: 10.1080/00207543.2015.1055849.

BMWi (2014): Digitale Agenda 2014–2017. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium des Inneren und Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur. Berlin.

Bortz, Jürgen; Schuster, Christof (2016): Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. 7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch).

Bosman, Lisa; Hartman, Nathan; Sutherland, John (2019): How manufacturing firm characteristics can influence decision making for investing in Industry 4.0 technologies. In: *Journal of Manufacturing Technology Management* ahead-of-print, S. 1055. DOI: 10.1108/JMTM-09-2018-0283.

Braglia, Marcello; Frosolini, Marco; Zammori, Francesco (2008): Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML). In: *Journal of Manufacturing Technology Management* 20 (1), S. 8–29. DOI: 10.1108/17410380910925389.

Brauckmann, Otto (2019): Digitale Revolution in der industriellen Fertigung - Denkansätze. Berlin, Heidelberg: Springer.

Bryman, Alan; Bell, Emma (Hg.) (2011): Business research methods. 3. ed. Oxford: Oxford Univ. Press.

Buchholz, Birgit; Ferdinand, Jan-Peter; Gieschen, Jan-Hinrich; Seidel, Uwe (2017): Digitalisierung industrieller Wertschöpfung. Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Berlin: iit-Institut für Innovation und Technik der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Online verfügbar unter https://vdivde-it.de/sites/default/files/document/Digitalisierung-industrieller-Wertschoepfung_0.pdf, zuletzt geprüft am 25.04.2020.

Burggräf, Peter; Dannapfel, Matthias; Voet, Hanno; Bök, Patrick-Benjamin; Uelpenich, Jérôme; Hoppe, Julian (2017): Digital Transformation of Lean Production. Systematic Approach for the Determination of Digitally Pervasive Value Chains. In: *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering* 11 (10), 2462–2471. Online verfügbar unter <http://www.waset.org/publications/10008077>.

Burmeister, Christian; Luettgens, Dirk; Piller, Frank T. (2016): Business Model Innovation for Industrie 4.0. Why the 'Industrial Internet' Mandates a New Perspective. In: *Die Unternehmensführung ; RWTH-TIM Working Paper* 70 (2), S. 124–152. DOI: 10.2139/ssrn.2571033.

Calik, Eyup; Calisir, Fethi; Cetinguc, Basak (2017): A scale development for innovation capability measurement. In: *Journal of Advanced Management Science* 5 (2). DOI: 10.18178/joams.5.2.69-76.

Charmaz, Kathy (2014): *Constructing grounded theory*. 2nd edition. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC: SAGE.

Chesbrough, Henry (2010): Business model innovation: opportunities and barriers. Opportunities and Barriers. In: *Long range planning* 43 (2-3), S. 354–363. DOI: 10.1016/j.lrp.2009.07.010.

Chesbrough, Henry; Rosenbloom, Richard S. (2002): The role of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. In: *Industrial and corporate change* 11 (3), S. 529–555. DOI: 10.1093/icc/11.3.529.

China State Council (2016): *Made in China 2025*. Übersetzung des zehnjährigen Planes des China State Council. Frankfurt am Main: Bereitgestellt durch den VDMA e.V., Oktober 2016.

Cohen, Jacob (1988): *Statistical power analysis for the social sciences*. (2. Auflage). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Comuzzi, Marco; Patel, Anit (2016): How organisations leverage Big Data. A maturity model. In: *Industr Mngmnt & Data Systems* 116 (8), S. 1468–1492. DOI: 10.1108/IMDS-12-2015-0495.

Cottyn, Johannes; Stockman, Kurt; Hendrik, van Landeghem (2008): *The Complementarity of Lean Thinking and the ISA 95 Standard*. WBF 2008. WBF. World Batch Forum, Chandler AZ. Barcelona, November 2008. Online verfügbar unter <http://hdl.handle.net/1854/LU-524679>, zuletzt geprüft am 17.17.2019.

Cunningham, M. S. (1967): The major dimensions of perceived risk. In: Donald F. Cox (Hg.): *Risk taking and information handling in consumer behavior*. Cambridge, MA: Harvard University Press, S. 82–109.

Denzin, Norman K. (2012): Triangulation 2.0. In: *Journal of mixed methods research* 6 (2), S. 80–88. DOI: 10.1177/1558689812437186.

Directorate Generale des Entreprises (2015): *Industry of the future. Rallying the «New Face of Industry in France»* Press Pack. Englische Version. Hg. v. Directorate Generale des

Enterprises. Directorate Generale des Enterprises. Paris. Online verfügbar unter https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/pk_industry-of-future.pdf, zuletzt aktualisiert am 27.01.2017, zuletzt geprüft am 25.04.2020.

DKE; VDE (2018): DEUTSCHE NORMUNGSROADMAP INDUSTRIE 4.0. Version 3. Berlin: DIN e.V., März 2018. Online verfügbar unter <https://www.dke.de/de/services/normungs-roadmaps>, zuletzt geprüft am 25.04.2020.

Doganova, Liliana; Eyquem-Renault, Marie (2009): What do business models do?: Innovation devices in technology entrepreneurship. In: *Research Policy* 38 (10), S. 1559–1570. DOI: 10.1016/j.respol.2009.08.002.

Döring, Nicola; Bortz, Jürgen (2016): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. Unter Mitarbeit von Sandra Pöschl. 5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch).

Duden (2017): Ontologie, Definition. Online verfügbar unter <http://www.duden.de/rechtschreibung/Ontologie>, zuletzt aktualisiert am 06.02.2017, zuletzt geprüft am 30.10.2017.

Eruvankai, Saju; Muthukrishnan, Murugesan; Mysore, Anantharamaiah Kumar (2017): Accelerating IIOT Adoption with OPC UA. In: *INTERNETWORKING INDONESIA* 9 (1), S. 3–8. Online verfügbar unter http://www.internetworkingindonesia.org/Issues/Vol9-No1-2017/iiij_vol9_no1_2017_eruvankai.pdf.

Fleisch, Elgar; Weinberger, Markus; Wortmann, Ass Felix; Wortmann, Felix (2014): Geschäftsmodelle im Internet der Dinge. In: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 51 (6), S. 812–826. DOI: 10.1365/s40702-014-0083-3.

Fleischmann, H.; Kohl, J.; Blank, A.; Schacht, M.; Fuchs, J.; Franke, J. (2016): Semantische Kommunikationsschnittstellen zur Zustandsüberwachung im Karosseriebau. In: *Werkstattstechnik online* 106 (10), S. 699–704. Online verfügbar unter www.werkstattstechnik.de/library/common/699.pdf, zuletzt geprüft am 28.04.2020.

Gabler Wirtschaftslexikon (2017a): Digitalisierung, Definition. Online verfügbar unter <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/-2046143105/digitalisierung-v1.html>, zuletzt aktualisiert am 30.10.2017.

Gabler Wirtschaftslexikon (2017b): Kaizen, Definition. Online verfügbar unter <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/73509/kaizen-v4.html>, zuletzt aktualisiert am 30.10.2017.

Gabler Wirtschaftslexikon (2017c): Lean Production, Definition. Online verfügbar unter <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/72970/lean-production-v7.html>, zuletzt aktualisiert am 30.10.2017.

Gabler Wirtschaftslexikon (2018): Produktivität, Definition. Online verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/produktivitaet-46151/version-269437>, zuletzt aktualisiert am 16.10.2018.

Gabler Wirtschaftslexikon (2019): Investition, Definition. Online verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/investition-39454/version-262862>, zuletzt aktualisiert am 09.11.2019.

Ganzarain, Jaione; Errasti, Nekane (2016): Three stage maturity model in SME's toward industry 4.0. In: *Journal of Industrial Engineering and Management* 9 (5), S. 1119–1128. DOI: 10.3926/jiem.2073.

Gartner IT glossary (2018): Operational Technology (OT). Hg. v. Gartner, Inc., Stamford CT. Online verfügbar unter <https://www.gartner.com/it-glossary/operational-technology-ot/>, zuletzt geprüft am 27.10.2018.

Gassmann, Oliver; Frankenberger, Karolin; Csik, Michaela (2013): Geschäftsmodelle entwickeln. 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. München: Hanser.

Geissbauer, Reinhard; Schrauf Stefan; Koch Volkmar; Kuge Simon (2014): Industry 4.0 : Opportunities and Challenges of the Industrial Internet. Hg. v. Pricewaterhousecooper

Aktiengesellschaft. München. Online verfügbar unter <https://www.strategyand.pwc.com/de/studien/industry-4-0>, zuletzt geprüft am 30.10.2017.

Gesamtmetall e.V. (2019): Zahlen 2019. Die Metall-und Elektro-Industrie in der Bundesrepublik Deutschland. Berlin: Gesamtmetall, Gesamtverband der Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie e.V.

Gibbons, Paul M.; Burgess, Stuart C. (2010): Introducing OEE as a measure of lean Six Sigma capability. In: *Lean Six Sigma Journal* 1 (2), S. 134–156. DOI: 10.1108/20401461011049511.

Gittler, Thomas; Gontarz, Adam; Weiss, Lukas; Wegener, Konrad (2019): A fundamental approach for data acquisition on machine tools as enabler for analytical Industrie 4.0 applications. In: *Procedia CIRP* 79, S. 586–591. DOI: 10.1016/j.procir.2019.02.088.

Gläser, Jochen; Laudel, Grit (2010): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. Als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. 4. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Grebe, Michael; Rüssmann, Michael, Leyh Michael; Franke, Roman (2019): HOW DIGITAL CHAMPIONS INVEST. Hg. v. Boston Consulting Group. München. Online verfügbar unter http://image-src.bcg.com/Images/BCG-How-Digital-Champions-Invest-June-2019_tcm15-223286.pdf, zuletzt geprüft am 06.01.2020.

Groves, Robert M. (2004): Survey errors and survey costs. Hoboken: John Wiley & Sons.

Halder, Annika (2016): Innovationsfähigkeit und Entrepreneurial Orientation in Familienunternehmen. Der Familieneinfluss und die Rolle des Familienunternehmers. Dissertation. Wiesbaden: Springer Gabler (Familienunternehmen und KMU).

Halter, Frank; Schrettle, Thomas; Baldegger, Rico: Erfolgreiche Unternehmensnachfolge. Studie mit KMU-Unternehmern zu emotionalen und finanziellen Aspekten. Hg. v. Credit Suisse AG. Center for Family Business der Universität St. Gallen. Zürich. Online verfügbar unter https://www.alexandria.unisg.ch/51862/1/d_Unternehmensnachfolge.pdf, zuletzt geprüft am 05.05.2020.

Hedman, Jonas; Kalling, Thomas (2003): The business model concept: theoretical underpinnings and empirical illustrations. In: *European Journal of Information Systems* 12 (1), S. 49–59. DOI: 10.1057/palgrave.ejis.3000446.

Henssen, Robert; Schleipen, Miriam (2014): Interoperability between OPC UA and AutomationML. In: *Procedia CIRP* 25, S. 297–304. DOI: 10.1016/j.procir.2014.10.042.

Hertel, Manuel (2014): Adoption energieeffizienter Techniken in KMU. Das Management im Fokus einer empirischen Untersuchung. Wiesbaden: Springer Gabler.

Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2014): Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“. In: *WSI-Mitteilungen* 67 (6), S. 421–429. DOI: 10.5771/0342-300X-2014-6-421.

Hirsch-Kreinsen, Hartmut; ten Hompel, Michael (2015): Digitalisierung industrieller Arbeit. In: Birgit Vogel-Heuser, Thomas Bauernhansl und Michael ten Hompel (Hg.): *Handbuch Industrie 4.0. Produktion, Automatisierung und Logistik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Springer NachschlageWissen), S. 1–20.

Hopp, Wallace J.; Spearman, Mark L. (2004): To Pull or Not to Pull. What Is the Question? In: *Manufacturing & Service Operations Management* 6 (2), S. 133–148. DOI: 10.1287/msom.1030.0028.

Hoppenstedt Firmendatenbank (2008): Branchen Nomenklatur WZ 2008. mit Schlüssel und Codierung. Hg. v. Bisnode Deutschland GmbH. Darmstadt. Online verfügbar unter https://www.hoppenstedt-firmendatenbank.de/media/NFDB_Branchen_Nomenklatur_WZ2008.pdf, zuletzt aktualisiert am 18.02.2020.

Iansiti, Marco; Lakhani, Karim R. (2014): Digital ubiquity: How connections, sensors, and data are revolutionizing business. In: *Harvard business review* 92 (11), S. 90–99.

Illner, Bianca; Pfenning, Philipp; Schmich, Matthias; Trebes, Daniel; Völlinger, Oliver (2018): Leitfaden Investitionsrechnung für Digitalisierungsprojekte und Industrie 4.0 Vorhaben. Hg. v. VDMA e.V. Frankfurt am Main.

Imtiaz, Jahanzaib; Jasperneite, Jürgen (2013): Scalability of OPC-UA down to the chip level enables “Internet of Things”. In: *IEEE intelligent Systems*, S. 500–505. DOI: 10.1109/INDIN.2013.6622935.

Industrial Internet Consortium (Hg.) (2017): Industrial Internet Consortium. About us. Online verfügbar unter <http://www.iiconsortium.org/about-us.htm>, zuletzt geprüft am 02.11.2017.

Industrial Value Chain Initiative (2017): What is IVI ? Online verfügbar unter <https://iv-i.org/wp/en/what-is-ivi/>, zuletzt aktualisiert am 30.10.2017.

Industrial Value Chain Initiative (2018): Industrial Value Chain Reference Architecture -Next. Strategic implementation framework of industrial value chain for connected industries. Hg. v. Industrial Value Chain Initiative. Monozukuri Nippon Conference c/o. Tokyo. Online verfügbar unter https://iv-i.org/wp/wp-content/uploads/2018/04/IVRA-Next_en.pdf, zuletzt aktualisiert am 20.04.2020.

Javalgi, Rajshekhar G.; Granot, Elad; Alejandro, Thomas G. Brashear (2013): Qualitative Methods in International Sales Research. Cross-Cultural Considerations. In: *Journal of Personal Selling & Sales Management* 31 (2), S. 157–170. DOI: 10.2753/PSS0885-3134310204.

Jutras, Cindy (2006): The Manufacturing Performance Management Benchmark Report. Hg. v. Aberdeen Group. Boston MA, zuletzt geprüft am 25.02.2017.

Jüttemann, Gerd (Hg.) (1989): Qualitative Forschung in der Psychologie. Grundfragen, Verfahrensweisen, Anwendungsfelder. 2. Aufl. Heidelberg: Asanger.

Kagermann, Henning; Anderl, Reiner; Gausemeier, Jürgen; Schuh, Günther; Wahlster Wolfgang (2016): Industrie 4.0 im globalen Kontext. Strategien der Zusammenarbeit mit internationalen Partnern. Acatech Studie. München: Herbert Utz Verlag. Online verfügbar unter <http://www.acatech.de/>.

Kagermann, Henning; Wahlster, Wolfgang; Helbig, Johannes (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Hg. v. Prof. Dr. Henning Kagermann. Forschungsunion

Wirtschaft und Wissenschaft, Arbeitskreis Industrie 4.0. Frankfurt am Main. Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf, zuletzt geprüft am 05.05.2020.

Kagermann, Henning; Wahlster, Wolfgang; Lukas, Wolf-Dieter (2011): Industrie 4.0 : Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution. In: *VDI Nachrichten* 2011, 01.04.2011 (13). Online verfügbar unter <http://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Gesellschaft/Industrie-40-Mit-Internet-Dinge-Weg-4-industriellen-Revolution>, zuletzt geprüft am 20.10.2017.

Kaufmann, Timothy (2015): Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge. Der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit. Wiesbaden: Springer Vieweg (Essentials).

Kempster, Stephen; Parry, Ken W. (2011): Grounded theory and leadership research. A critical realist perspective. In: *The Leadership Quarterly* 22 (1), S. 106–120. DOI: 10.1016/j.leaqua.2010.12.010.

Kiel, Daniel; Arnold, Christian; Collisi, Matthias; Voight, Kai-Ingo (2016): The Impact of the Industrial Internet of Things on Established Business Models. Pn Proceedings of the 25th international association for management of technology (IAMOT) conference. Orlando, Florida, 15.05.2016. Online verfügbar unter http://iamot2016.org/proceedings/papers/IAMOT_2016_paper_65.pdf, zuletzt geprüft am 30.10.2017.

Kiel, Daniel; Müller, Julian; Arnold, Christian; Voight, Kai-Ingo (2017): Sustainable Industrial Value Creation. Benefits and Challenges of Industry 4.0. In: *International Journal of Innovation Management (ijim)* 21 (8), S. 1–34. DOI: 10.1142/S1363919617400151.

Kinkel, Steffen; Rahn, Johanna; Rieder, Bernhard; Lerch Christian; Jäger, Angela (2016): Digital-vernetztes Denken in der Produktion. Hg. v. Institut für Lernen und Innovation in Netzwerken, Hochschule Karlsruhe | Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. MPULS-Stiftung für den Maschinenbau, den Anlagenbau und die Informationstechnik. Karlsruhe. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.13140/rg.2.2.23720.37129>, zuletzt geprüft am 14.01.2020.

Kinkel, Steffen; Schemmann, Brita; Lichtner, Ralph (2017): Critical Competencies for the Innovativeness of Value Creation Champions. Identifying Challenges and Work-integrated Solutions. In: *Procedia Manufacturing* 9, S. 323–330. DOI: 10.1016/j.promfg.2017.04.021.

Koch, Arno (2016): OEE für das Produktionsteam. Das vollständige OEE-Benutzerhandbuch - oder wie Sie die verborgene Maschine entdecken. 3., korrigierte Auflage. Herrieden: CETPM Publishing (Operational Excellence, Nr. 5).

Krüger, Wilfried; Bach, Norbert (2001): Geschäftsmodelle und Wettbewerb im e-Business. In: Wolfgang Buchholz und Hartmut Werner (Hg.): Supply chain solutions. Best practices in e-Business. Stuttgart: Schäffer-Poeschel (Handelsblatt Bücher), S. 29–51.

Legrenzi, Christopher (2017): THE DIGITAL PARADOX. INFORMATION, INFORMATICS, AND INFORMATION SYSTEM. In: *ISM Journal of International Business*, S. 35–42. Online verfügbar unter www.ism.edu, zuletzt geprüft am 22.04.2020.

Lenhard, W.; Lenhard, A. (2016): Berechnung von Effektstärken. Online verfügbar unter <https://www.psychometrica.de/effektstaerke.html>, zuletzt geprüft am 21.01.2020.

Lerch, Christian; Jäger, Angela; Maloca, Spomenka (2017): Wie digital ist Deutschlands Industrie wirklich. Arbeit und Produktivität in der digitalen Produktion. In: *Mitteilungen aus der ISI-Erhebung Modernisierung der Produktion, Ausgabe 71*.

Leyh, Christian; Bley, Katja (2016): Digitalisierung. Chance oder Risiko für den deutschen Mittelstand? – Eine Studie ausgewählter Unternehmen. In: *HMD* 53 (1), S. 29–41. DOI: 10.1365/s40702-015-0197-2.

Lichtblau, Karl; Stich, Volker; Bertenrath, Roman; Blum Matthias; Bleider, Martin; Millack, Agnes et al. (2015): Industrie 4.0-Readiness. Hg. v. Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult GmbH. Impuls-Stiftung des VDMA. Aachen, Köln. Online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>, zuletzt geprüft am 10.01.2020.

Lin, Shi-Wan; Crawford, Mark; Mellor, Stephen (2017): The Industrial Internet of Things Volume G1: Reference Architecture. Version 1.80. Needham, MA. In: *Industrial Internet Consortium (IIC) Tech. Rep.* Online verfügbar unter

https://www.iiconsortium.org/IIC_PUB_G1_V1.80_2017-01-31.pdf, zuletzt geprüft am 30.10.2017.

Ludwig, Thomas; Kotthaus, Christoph; Stein, Martin; Durt, Hartwig; Kurz, Constanze; Wenz, Julian et al. (2016): Arbeiten im Mittelstand 4.0 – KMU im Spannungsfeld des digitalen Wandels. In: *HMD* 53 (1), S. 71–86. DOI: 10.1365/s40702-015-0200-y.

Madiwalar, Basavaraj; Schneider, Ben; Profanter, Stefan (2019): Plug and Produce for Industry 4.0 using Software-defined Networking and OPC UA. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Emerging Technologies And Factory Automation (ETFA)*. Online verfügbar unter

<https://pdfs.semanticscholar.org/6c22/d2e30e5fb7a1b79d2c9173e7e185a853f0e2.pdf>, zuletzt geprüft am 05.05.2020.

Magretta, Joan (2002): Why Business Models Matter. In: *Harvard business review* 80 (5), 86–92.

Magruk, Andrzej (2016): Uncertainty in the Sphere of the Industry 4.0 – Potential Areas to Research. In: *Business, Management & Education/Verslas, Vadyba ir Studijos* 14 (2), S. 275–291. DOI: 10.3846/bme.2016.332.

Maier, W.; Weber, M. (2013): Management von Big-Data-Projekten. Leitfaden. Berlin: Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. Online verfügbar unter <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Management-von-Big-Data-Projekten.html>, zuletzt geprüft am 30.10.2017.

Maklan, Stan; Peppard, Joe; Klaus, Philipp (2015): Show me the money. In: *European Journal of Marketing* 49 (3/4), S. 561–595. DOI: 10.1108/EJM-08-2013-0411.

Matuschek, Ingo; Kleemann, Frank (2019): Konzertierte Verunsicherung angesichts Industrie 4.0 – Herausforderungen für die betriebliche Sozialpartnerschaft. In: *IndBez* 26 (2-2019), S. 189–206. DOI: 10.3224/indbez.v26i2.05.

Mayring, Philipp (2008): Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. 5. Aufl. Weinheim, Basel: Beltz (Beltz Studium).

Mossig, Ivo (2012): Stichproben, Stichprobenauswahlverfahren und Berechnung des minimal erforderlichen Stichprobenumfangs. Bremen: Universität Bremen, Institut für Geographie (Beiträge zur Wirtschaftsgeographie und Regionalentwicklung, 1-2012). Online verfügbar unter www.econstor.eu/handle/10419/90425, zuletzt geprüft am 25.04.2020.

Muchiri, P.; Pintelon, L. (2008): Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE). Literature review and practical application discussion. In: *International Journal of Production Research* 46 (13), S. 3517–3535. DOI: 10.1080/00207540601142645.

Müller, Christoph; Hummert, Henning; Traum, Anne; Görs, Philipp K.; Nerdinger, Friedemann W. (2018a): Entwicklung von Skalen zur Erfassung des organisationalen bzw. arbeitsplatzbezogenen Digitalisierungsgrades (ODG/ADG-Skala) in Steuerberatungskanzleien. In: *Rostocker Beiträge zur Wirtschafts- und Organisationspsychologie* 2018 (19).

Müller, Julian Marius; Buliga, Oana; Voight, Kai-Ingo (2018b): Fortune favors the prepared. How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. In: *Technological Forecasting and Social Change* (132), S. 2–7. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.12.019.

O'Connor, Brian P. (2000a): rawpar.sps. Version. Online verfügbar unter <https://people.ok.ubc.ca/briocconn/nfactors/nfactors.html>, zuletzt geprüft am 11.01.2020.

O'Connor, Brian P. (2000b): SPSS and SAS programs for determining the number of components using parallel analysis and Velicer's MAP test. In: *Behavior research methods, instruments, & computers* 32 (3), S. 396–402. DOI: 10.3758/BF03200807.

Obermaier, Robert (2019): Industrie 4.0 und Digitale Transformation als unternehmerische Gestaltungsaufgabe. In: Robert Obermaier (Hg.): Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation. Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen. 1st ed. 2019. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 3–46.

Obermaier, Robert; Hofmann, Johann; Wagenseil, Victoria (2019): Systematische Abschätzung von Wirtschaftlichkeitseffekten von Industrie-4.0-Investitionen mithilfe von Prozess- und Potenzialanalysen. In: Robert Obermaier (Hg.): Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation. Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen. 1st ed. 2019. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 189–203.

Obermaier, Robert; Schweikl, Stefan (2019): Zur Bedeutung von Solows Paradoxon. Empirische Evidenz und ihre Übertragbarkeit auf Digitalisierungsinvestitionen in einer Industrie 4.0. In: Robert Obermaier (Hg.): Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation. Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen. 1st ed. 2019. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 529–564.

OPC Specification, 2015: OPC Unified Architecture, Part1 - Overview and Concepts, Revision 1.03. Online verfügbar unter www.opcfoundation.org, zuletzt geprüft am 30.10.2017.

Osterwalder, Alexander (2004): The business model ontology: A proposition in a design science approach. Dissertation. Universite de Lausanne, Lausanne. Ecole des Hautes Etudes Commerciales. Online verfügbar unter https://doc.rero.ch/record/4210/files/1_these_Osterwalder.pdf, zuletzt geprüft am 30.10.2017.

Osterwalder, Alexander; Pigneur, Yves (2010): Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers. Hoboken: John Wiley & Sons.

Oswald, Gerhard; Krcmar, Helmut (Hg.) (2018): Digitale Transformation. Fallbeispiele und Branchenanalysen. Wiesbaden: Springer Gabler (SpringerLink Bücher).

Palm, Florian; Grüner, Sten; Pfrommer, Julius; Graube, Markus; Urbas, Leon (2014): open62541–der offene OPC UA Stack. In: *Onlinepublikation des Fraunhofer IOSB, Lehrstuhl Prozessleittechnik der RWTH Aachen; TU Dresden, Professur für Prozessleittechnik*, zuletzt geprüft am 30.10.2017.

Paullay, Irina M.; Alliger, George M.; Stone-Romero, Eugene F. (1994): Construct validation of two instruments designed to measure job involvement and work centrality. In: *Journal of applied psychology* 79 (2), S. 224–228. Online verfügbar unter <https://psycnet.apa.org/record/1994-28073-001>, zuletzt geprüft am 05.01.2020.

Podsakoff, Philip M.; MacKenzie, Scott B.; Lee, Jeong-Yeon; Podsakoff, Nathan P. (2003): Common method biases in behavioral research. A critical review of the literature and recommended remedies. In: *Journal of applied psychology* 88 (5), S. 879–903. Online

verfügbar unter <https://psycnet.apa.org/journals/apl/88/5/879.html?uid=2003-08045-010>, zuletzt geprüft am 05.01.2020.

Porter, Michael E. (2004): *Competitive Strategy. Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. 2nd ed. Riverside: Simon and Schuster; Free Press.

Porter, Michael E. (2010): *Wettbewerbsvorteile. Spitzenleistungen erreichen und behaupten*. 7. durchgesehene Auflage Auflage. Frankfurt, New York: Campus.

Porter, Michael E.; Heppelmann, James E. (2014): How smart, connected products are transforming competition. In: *Harvard business review* 92 (11), S. 64–88.

Pozzi, Giulia; Pigni, Federico; Vitari, Claudio; Buonanno, Giacomo; Raguseo, Elisabetta (2016): Business model in the IS discipline. A review and synthesis of the literature. In: Cecilia Rossignoli, Mauro Gatti und Rocco Agrifoglio (Hg.): *Organizational Innovation and Change. Managing Information and Technology*. 1st ed. 2016. Cham: Springer (Lecture Notes in Information Systems and Organisation, 13), S. 115–129.

Price, James L. (1997): Handbook of organizational measurement. In: *International journal of manpower* 18 (4/5/6), S. 305–558.

Rachinger, Michael; Rauter, Romana; Müller, Christiana; Vorraber, Wolfgang; Schirgi, Eva (2019): Digitalization and its influence on business model innovation. In: *Journal of Manufacturing Technology Management* 30 (8), S. 1143–1160. DOI: 10.1108/JMTM-01-2018-0020.

Rammer, Christian; Jäger, Angela; Krieger, Bastian, Lerch, Christian; Licht, Georg; Peters, Bettina; Speilkamp, Alfred (2018): *Produktivitätsparadoxon im Maschinenbau*. Abschlussbericht Studie im Auftrag der IMPULS-Stiftung. Hg. v. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW). MPULS-Stiftung für den Maschinenbau, den Anlagenbau und die Informationstechnik. Mannheim. Online verfügbar unter <http://www.impulsstiftung.de/studien>, zuletzt geprüft am 20.04.2020.

Reinecke, Jost (2005): *Strukturgleichungsmodelle in den Sozialwissenschaften*. München: R. Oldenbourg.

Remane, Gerrit; Hanelt, Andre; Wiesboeck, Florian; Kolbe, Lutz M. (2017): Digital maturity in traditional industries - an exploratory analysis. Twenty-Fifth European Conference on Information Systems (ECIS),. Guimarães, Portugal, 2017. Online verfügbar unter https://aisel.aisnet.org/ecis2017_rp/10, zuletzt geprüft am 05.05.2020.

Rese, Mario; Meier, Horst; Gesing, Judith; Boßlau, Mario (2013): An ontology of business models for industrial product-service systems. In: Yoshiki Shimomura und Koji Kimita (Hg.): The Philosopher's Stone for Sustainability. Proceedings of the 4th CIRP International Conference on Industrial Product-Service Systems, Tokyo, Japan, November 8th - 9th, 2012. Heidelberg: Springer (Lecture Notes in Production Engineering), S. 191–196.

Rieb, Andreas Josef; Hofmann, Marko; Laux, Alexander; Rudel, Steffi; Lechner, Ulrike (2017): Wie IT-Security Matchplays als Awarenessmaßnahme die IT-Sicherheit verbessern können. In: J. M. Leimeister und W. Brenner (Hg.): Proceedings der 13. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik. (WI2017). 13. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2017). St. Gallen, 12 - 15 Februar 2017. Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität St.Gallen, S. 867–881. Online verfügbar unter <https://aisel.aisnet.org/wi2017/track08/paper/5/>, zuletzt geprüft am 18.03.2020.

Rinaldini, John S. (2016): OPC UA. The everyman's guide to the most important information technology in industrial automation. Pewaukee, WI: CreateSpace Independent Publishing Platform.

Robot Revolution Initiative Council (2015): Action Plan for FY 2015 Robot Revolution Initiative Council. Hg. v. Robot Revolution Initiative Council. Robot Revolution Initiative. Tokyo. Online verfügbar unter https://www.jmfrri.gr.jp/content/files/20150925_plan_eng.pdf, zuletzt aktualisiert am 27.01.2017, zuletzt geprüft am 27.04.2020.

Rump, Jutta; Eilers, Silke (2020): Die vierte Dimension der Digitalisierung. Spannungsfelder in der Arbeitswelt von morgen. Berlin: Springer Gabler (IBE-Reihe).

- Sandelowski, Margarete; Voils, Corrine I.; Leeman, Jennifer; Crandell, Jamie L. (2012): Mapping the Mixed Methods-Mixed Research Synthesis Terrain. In: *Journal of mixed methods research* 6 (4), S. 317–331. DOI: 10.1177/1558689811427913.
- Sauer, Olaf (2014): Information Technology for the Factory of the Future – State of the Art and Need for Action. In: *Procedia CIRP* 25, S. 293–296. DOI: 10.1016/j.procir.2014.10.041.
- Saunders, Benjamin; Sim, Julius; Kingstone, Tom; Baker, Shula; Waterfield, Jackie; Bartlam, Bernadette et al. (2018): Saturation in qualitative research. Exploring its conceptualization and operationalization. In: *Qual Quant* 52 (4), S. 1893–1907. DOI: 10.1007/s11135-017-0574-8.
- Saunders, Mark; Lewis, Philip; Thornhill, Adrian (Hg.) (2012): Research methods for business students. 6. ed. Harlow: Pearson (Always learning).
- Schäffer, Utz (2007): Management Accounting Control Scales Handbook. 1. Aufl. Wiesbaden: DUV Deutscher Universitäts-Verlag (Research in Management Accounting & Control).
- Schecker, Horst (2014): Überprüfung der Konsistenz von Itemgruppen mit Cronbachs α . In: Dirk Krüger, Ilka Parchmann und Horst Schecker (Hg.): Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung, Bd. 439. Berlin: Springer Spektrum.
- Schmenner, Roger W. (2015): The Pursuit of Productivity. In: *Production and Operations Management* 24 (2), S. 341–350. DOI: 10.1111/poms.12230.
- Schröder, Christian (2016): Herausforderungen von Industrie 4.0 für den Mittelstand. Hg. v. Friedrich-Ebert-Stiftung. Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik. Bonn (Gute Gesellschaft - soziale Demokratie #2017plus). Online verfügbar unter <http://library.fes.de/pdf-files/wiso/12277.pdf>, zuletzt geprüft am 20.10.2017.
- Schuh, G.; Anderl, R.; Gausemeier J.; Hompel, M. ten; Wahlster, W. (Hg.) (2017): Industrie 4.0 Maturity Index. Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten (acatech STUDIE), München: Herbert Utz Verlag. Online verfügbar unter www.acatech.de.

- Schumacher, Andreas; Erol, Selim; Sihn, Wilfried (2016): A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. In: *Procedia CIRP* 52, S. 161–166. DOI: 10.1016/j.procir.2016.07.040.
- Shafer, Scott M.; Smith, H. Jeff; Linder, Jane C. (2005): The power of business models. In: *Business Horizons* 48 (3), S. 199–207.
- Shah, Sonali K.; Corley, Kevin G. (2006): Building better theory by bridging the quantitative–qualitative divide. In: *Journal of management studies* 43 (8), S. 1821–1835.
- Shannon-Baker, Peggy (2016): Making paradigms meaningful in mixed methods research. In: *Journal of mixed methods research* 10 (4), S. 319–334. DOI: 10.1177/1558689815575861.
- Skilton, Mark; Gordon, Penelope; Harding, Chris (2010): Building return on investment from cloud computing. Cloud Business Artifacts Project, Cloud Computing Work Group, The Open Group. Hg. v. The Open Group. Burlington, MA. Online verfügbar unter http://docs.media.bitpipe.com/io_10x/io_102267/item_465972/whitepaper_16611449092.pdf, zuletzt geprüft am 29.10.2018.
- Smart Manufacturing Leadership Coalition (2017): History of SMLC. Online verfügbar unter <https://www.smartmanufacturingcoalition.org/about/history>, zuletzt aktualisiert am 21.01.2017, zuletzt geprüft am 30.10.2017.
- Solow, R. M. (1987): We'd better watch out. In: *New York Times Book Review* 36.
- Spremann, Klaus; Frick, Roman (2011): Finanzarchitekturen von Geschäftsmodellen. In: Thomas Bieger, Dodo zu Knyphausen-Aufseß und Christian Krys (Hg.): *Innovative Geschäftsmodelle*. Heidelberg: Springer, S. 93–109.
- Statistisches Bundesamt (2018): *Statistisches Jahrbuch, 2018. Deutschland und Internationales*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt (Destatis). Online verfügbar unter www.destatis.de.
- Staufen.AG (2019): *DEUTSCHER INDUSTRIE 4.0 INDEX 2018. Eine Studie der Staufen AG und der Staufen Digital Neonex GmbH*. Köngen: Staufen AG. Online verfügbar unter www.staufen.ag, zuletzt geprüft am 29.12.2019.

Stott, Ryan Neill; Stone, Merlin; Fae, Jane (2016): Business models in the business-to-business and business-to-consumer worlds – what can each world learn from the other? In: *Jnl of Bus & Indus Marketing* 31 (8), S. 943–954. DOI: 10.1108/JBIM-10-2016-267.

Strauss, Anselm; Corbin, Juliet (2010): Grounded theory. Grundlagen qualitativer Sozialforschung. Unveränd. Nachdr. der letzten Aufl. Weinheim: Beltz.

Tantik, Erdal; Anderl, Reiner (2016): Industrie 4.0. Using Cyber-physical Systems for Value-stream Based Production Evaluation. In: *Procedia CIRP* 57, S. 207–212. DOI: 10.1016/j.procir.2016.11.036.

Teece, David J. (2010): Business models, business strategy and innovation. In: *Long range planning* 43 (2-3), S. 172–194. DOI: 10.1016/j.lrp.2009.07.003.

Töpfer, Armin (2012): Erfolgreich Forschen. Ein Leitfaden für Bachelor-, Master-Studierende und Doktoranden. 3., überarb. und erw. Aufl. 2012. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch).

Treiblmaier, Horst; Filzmoser, Peter (2010): Exploratory factor analysis revisited. How robust methods support the detection of hidden multivariate data structures in IS research. In: *Information & Management* 47 (4), S. 197–207. DOI: 10.1016/j.im.2010.02.002.

VDMA e.V. (2018): Statistisches Handbuch für den Maschinenbau. Ausgabe 2018. Frankfurt am Main: VDMA Verlag GmbH.

Vegetti, Marcela; Henning, Gabriela (2014): ISA-88 Formalization. A Step Towards its Integration with the ISA-95 Standard. FOMI'2014 Formal Ontologies meet Industry: 17. 6th Workshop on Formal Ontologies meet Industry Workshop co-located with 8th International Conference on Formal Ontology in Information Systems. Rio de Janeiro, 22.09.2014. Online verfügbar unter <http://ceur-ws.org/Vol-1333/fomi2014-complete.pdf>, zuletzt geprüft am 05.05.2020.

Veile, Johannes; Kiel, Daniel; Voight, Kai-Ingo; Müller, Julian Marius (2019): Lessons learned from Industry 4.0 implementation in the German manufacturing industry. In: *Journal of*

Manufacturing Technology Management (ahead-of-print). DOI: 10.1108/JMTM-08-2018-0270.

Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) (2016): Digitale Chancen und Bedrohungen – Geschäftsmodelle für Industrie 4.0. Statusreport. Unter Mitarbeit von M. Barbian, Gräßler, I. Piller, F. T., C. Gülpen, P. Welp, H. Kamal, T. Buchegger et al. Düsseldorf, Mai 2016. Online verfügbar unter <https://www.vdi.de>, zuletzt geprüft am 08.01.2020.

Weiber, Rolf; Mühlhaus, Daniel (2014): Strukturgleichungsmodellierung. Eine anwendungsorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von AMOS, SmartPLS und SPSS. 2., erw. und korr. Aufl. Berlin: Springer Gabler (Springer-Lehrbuch).

Wirtz, Bernd W.; Pistoia, Adriano; Göttel, Vincent (2016): Business Models. Origin, Development and Future Research Perspectives. In: *Long range planning* 49 (1), S. 36–54. DOI: 10.1016/j.lrp.2015.04.001.

Witzel, Andreas (2000): Das problemzentrierte Interview. In: *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research* 1 (1). DOI: 10.1016/j.lrp.2015.04.001.

Wolff, Hans-Georg; Bacher, Johann (2010): Hauptkomponentenanalyse und explorative Faktorenanalyse. In: Christof Wolf und Henning Best (Hg.): Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden, S. 333–365.

Wu, Philip Fei (2012): A Mixed Methods Approach to Technology Acceptance Research. In: *Journal of the Association for Information Systems* 13 (3), S. 172–187. Online verfügbar unter <https://ssrn.com/abstract=1937656>, zuletzt geprüft am 23.04.2020.

Ylipää, Torbjörn; Skoogh, Anders; Bokrantz, Jon; Gopalakrishnan, Maheshwaran (2017): Identification of maintenance improvement potential using OEE assessment. In: *International Journal of Productivity and Performance Management* 66 (1), S. 126–143. DOI: 10.1108/IJPPM-01-2016-0028.

Zennaro, Ilenia; Battini, Daria; Sgarbossa, Fabio; Persona, Alessandro; Marchi, Rosario de; van der Wiele, Ton (2018): Micro Downtime - Data Collection, Analysis and Impact on OEE in

Bottling Lines The San Benedetto Case Study. In: *Int J Qual & Reliability Mgmt* 17 (9), S. 0.
DOI: 10.1108/IJQRM-11-2016-0202.

Zinnbauer, Markus; Eberl, Markus (2004): Die Überprüfung von Spezifikation und Güte von
Strukturgleichungsmodellen: Verfahren und Anwendung. Schriften zur Empirischen
Forschung und Quantitativen Unternehmensplanung. Ludwig-Maximilians-Universität
München, München. Online verfügbar unter [https://www.imm.bwl.uni-
muenchen.de/forschung/schriftenefo/ap_efoplan_21.pdf](https://www.imm.bwl.uni-muenchen.de/forschung/schriftenefo/ap_efoplan_21.pdf), zuletzt geprüft am 21.01.2020.

Zott, Christoph; Amit, Raphael; Massa, Lorenzo (2011): The Business model: Recent
Developments and Future Research. In: *Journal of management* 37 (4), S. 1019–1042. DOI:
10.1177/0149206311406265.

13. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung horizontaler Datenintegration	4
Abbildung 2: Wertsensitive Datenintegration – am Schnittpunkt vertikaler und horizontaler Datenintegration	6
Abbildung 3: Aufbau der Dissertation	15
Abbildung 4: Kernbausteine der Roadmap Industrie 4.0.....	17
Abbildung 5: Instanzen einer Industrie-4.0-Transformation und ihre Abhängigkeiten	18
Abbildung 6: Einordnung der Nutzenschöpfung des digitalen Zusatznutzens	21
Abbildung 7: Anknüpfungspunkte des Geschäftsmodells in digitalen Organisationen.....	30
Abbildung 8: Vergleich der Welten des traditionellen und digitalen Geschäfts.....	31
Abbildung 9: Erweitertes Modell von Al-Debei und Avison zur Konkretisierung der zu untersuchenden Bereiche	36
Abbildung 10: Forschungsfelder zur Betrachtung der Forschungslücke	37
Abbildung 11: Automatisierungspyramide	45
Abbildung 12: Aufbau der OEE-Messgrößen	48
Abbildung 13: Wertschöpfungskette in der Datenwirtschaft.....	49
Abbildung 14: Return on Information – ROIInf	49
Abbildung 15: Jährliche Nennungen des Begriffes „Business Model“ in Peer reviewed Journals der EBSCOhost Datenbank.....	51
Abbildung 16: Gegenüberstellung von Geschäftsmodell und Technologie über Zeit und Nutzen.....	52
Abbildung 17: IPSS Business-Modell-Ontologie.....	58
Abbildung 18: Komplementäre Beziehung zwischen Ontologie von Rese et al. und Osterwalder.....	59
Abbildung 19: Das magische Dreieck eines Geschäftsmodells	60
Abbildung 20: Der wertbasierte Geschäftsmodellansatz	61
Abbildung 21: Gegenüberstellung qualitative und quantitative Methoden	67
Abbildung 22: Methodischer Arbeitsablauf der Untersuchung.....	70
Abbildung 23: Prozess der qualitativen Theoriebildung	77

Abbildung 24: Kodiernotiz für das kodierte Phänomen Nr. 27 „Wesen von Investitionsüberlegungen“	81
Abbildung 25: Auszug der Bedingungsanalyse der axialen Kodierläufe in Excel	82
Abbildung 26: Visualisierung der Zusammenhänge der axialen Kodierläufe	84
Abbildung 27: Pfadanalyse der Zusammenhänge zwischen Ausgangspunkt 1 und 2 und Phänomen Nr. 27	85
Abbildung 28: Gegenüberstellung von Forschungsfragen, Phänomenen und Schlagworten aus der Praxis	89
Abbildung 29: Überarbeitete Visualisierung der Zusammenhänge unter Einbeziehung von Interview 1 und 2	100
Abbildung 30: Überarbeitetes Pfadmodell unter Einbeziehung von Interview 1 und 2.....	101
Abbildung 31: Agenda Phase 2 des PZI	108
Abbildung 32: Visualisierung zu Frage 1 des PZI – das Pfadmodell als Box.....	109
Abbildung 33: Visualisierung zu Frage 2 des PZI: Zusammenhänge der direktesten Pfade aus der Analyse.....	111
Abbildung 34: Visualisierung zu Frage 3 des PZI: Direkteste Pfade mit Phänomenen der ersten Interviews.....	112
Abbildung 35: Postskript des PZI mit einem Hersteller von Softdrinks am 3. Juni 2019.....	118
Abbildung 36: Postskript des PZI mit einem Maschinenhersteller am 5. Juni 2019.....	119
Abbildung 37: Kernkategorie „Verbindende Balance“	127
Abbildung 38: Paradigmatischer Ausbau nach Strauss und Corbin	129
Abbildung 39: Paradigmatische Bedingungen für die Kernkategorie	132
Abbildung 40: Paradigmatische Kontextbestimmung zur Kernkategorie.....	133
Abbildung 41: Paradigmatische Bestimmung der Handlungen, Strategien und Interaktion	134
Abbildung 42: Paradigmatische Bestimmung der finalen Konsequenz	135
Abbildung 43: Aufbau der Theorie unter Verwendung des paradigmatischen Ausbaus	136
Abbildung 44: Vierfelderdiagramme zur Eigenschaftsbeurteilung.....	138
Abbildung 45: Wirkungsweise der Triangulation eines „Sequential Exploratory Mixed Method Design“	156

Abbildung 46: Anordnung der moderierenden Konstrukte zur Transformation in ein quantitatives Messmodell	157
Abbildung 47: Transformiertes quantitatives Modell	159
Abbildung 48: Strukturmodell der latenten Variablen	164
Abbildung 49: Messmodell der exogenen Variablen ξ_1 und ξ_2	165
Abbildung 50: Messmodell der endogenen Variablen η_1 und η_2	167
Abbildung 51: Vollständiges Strukturgleichungsmodell	169
Abbildung 52: Prüfung der Freiheitsgrade des SGM nach Backhaus et al	169
Abbildung 53: Branchenspezifikation der Zielindustrie	190
Abbildung 54: Formel für minimal erforderlichen Stichprobenumfang – aufgelöst nach ϵ ..	191
Abbildung 55: Onlinefragebogen mit Radiobuttons	195
Abbildung 56: Auszug des Onlinefragebogens auf der Qualtrics-Plattform	196
Abbildung 57: Teilnahmen an der Umfrage nach Kanal	200
Abbildung 58: Gegenüberstellung der Gesamtheiten	203
Abbildung 59: Vergleich der Samples und Teilnahmen	204
Abbildung 60: Industrien der Gesamtstichprobe	205
Abbildung 61: Industrien im Zielsegment	206
Abbildung 62: Andere Industrien	206
Abbildung 63: Verteilung der betrieblichen Positionen	207
Abbildung 64: Verteilung der Tätigkeitsdauern in den aktuellen Positionen	207
Abbildung 65: Verteilung der Beschäftigtenzahl innerhalb der Teilstichproben	209
Abbildung 66: Altersverteilung innerhalb der Stichprobe und Industrien	210
Abbildung 67: Verteilung der Teilnehmer und Teilnehmerinnen	210
Abbildung 68: Verteilung der Ausbildungsrichtungen in der Stichprobe	211
Abbildung 69: Verteilung der Bildungsabschlüsse in der Stichprobe	211
Abbildung 70: Warnung durch SPSS zur Kovarianzmatrix der latenten Konstrukte	223
Abbildung 71: Ausgabe der in SPSS errechneten Faktoren und Korrelationen	224
Abbildung 72: 1-Faktormodell des Harman's Single-Factor Tests	229
Abbildung 73: Alternative Modellprüfung nach Podsakoff et al.	230

Abbildung 74: Meldung von SPSS zur alternativen Modellprüfung nach Podsakoff et al.	230
Abbildung 75: Auszug der Gegenüberstellung der Informationen für die theoretische Betrachtung der EFA	233
Abbildung 76: Analyse der Items zur Nutzenschöpfung (Nr. 24/NS_Y1...) und Wettbewerbssituation Nr. 39/KO_X24...)	233
Abbildung 77: Analyse der Items mit Bezug zu Nutzenversprechen (Nr. 21) und Nutzenetzwerk (Nr. 23) der Grounded Theory	234
Abbildung 78: Analyse der Items mit Bezug zu Risiken (Nr. 61) und Faktor Mensch (Nr. 63)	234
Abbildung 79: Analyse der Items aus der Operationalisierung des Gesamtkontextes ohne Wettbewerbssituation	235
Abbildung 80: Analyse der Items aus der Operationalisierung der digitalen Investitionsbereitschaft	235
Abbildung 81: Struktur der neu definierten Variablen der latenten Konstrukte ξ_3 , ξ_4 , η_3 und η_4 angelehnt an das Messmodell des SGM	240
Abbildung 82: Vorschlag für ein alternatives Strukturmodell mit den Konstrukten ξ_3 , ξ_4 , η_3 und η_4	250
Abbildung 83: Auswertung des Items KO_X21_3 zur Anwendung von Geschäftsmodellen .	264
Abbildung 84: Polarisierung der Branchen bei der Industrie-4.0-Readiness.....	282
Abbildung 85: Entwurf eines Digital Investment Canvas	294

14. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 : Globale Initiativen zur industriellen Digitalisierung	43
Tabelle 2: Quellen für Grundlagenarbeiten zu Geschäftsmodellen	54,55
Tabelle 3: Vier Säulen und neun Bausteine der Business-Modell-Ontologie	57
Tabelle 4: Grundlegende Ontologie und Konstruktionen der Geschäftsmodelltheorie.....	62
Tabelle 5:Übersicht der Forschungsfragen	64
Tabelle 6: Ergebnis des offenen Kodierens	78
Tabelle 7: Verlauf und Kriterien der Bedingungsanalysen.....	83
Tabelle 8: Kandidatenliste für qualitative Interviews durch die Einschätzung der Kompetenz.....	88
Tabelle 9 : Gegenüberstellung Schlüsselworte aus Forschungsfragen, Phänomene und Praxis.....	89
Tabelle 10: Zuordnung Leitfaden zu kodierten Phänomenen	92
Tabelle 11: Antworten der Befragten aus Interview 1 und 2 zu Fragenblock 1	96
Tabelle 12: Ergebnis der offenen Kodierung von Interview 1 und 2	98
Tabelle 13: Relevante Phänomene nach weiterführender Bedingungsanalyse	99
Tabelle 14: Antworten der Befragten aus Interview 3 und 4 zu Fragebogen der Phase 1	118
Tabelle 15: Auswertung der den Notizen zugeordneten Phänomene aus Interview 3 und 4.....	120
Tabelle 16 : Auswertung der Nennungen von Phänomenen – gewichtet und homogen	124
Tabelle 17 : Eigenschaften der Kernkategorie	128
Tabelle 18: Normierung der Eigenschaftswerte	138
Tabelle 19: Schematische Darstellung der Transfertabelle der Kernkategorie „Verbindende Balance“	139
Tabelle 20: Schematische Darstellung der Klassifizierung der unterschiedlichen Kontexte .	141
Tabelle 21: Wirkungstabelle durch Kombination von VB und spezifischem Kontext (schematisch)	148
Tabelle 22: Zuordnungen der Entscheidungsform für digitale Investitionen	150

Tabelle 23: Übersicht der verwendeten Indizes im Messmodell für die exogenen Variablen ξ_1 und ξ_2	166
Tabelle 24: Übersicht der verwendeten Indizes im Messmodell für die endogenen Variablen η_1 und η_2	167
Tabelle 25: Aufstellung der 43 zu schätzenden Größen im SGM.....	168
Tabelle 26: Operationalisierung x11; Kenntnis der spezifischen Risiken.....	172
Tabelle 27: Operationalisierung x12; Kenntnis der Auswirkung von Risiken	173
Tabelle 28: Operationalisierung x13; Einbeziehung der betroffenen Personen	174
Tabelle 29: Operationalisierung x14; Einbeziehung über Hierarchien und Abteilungen	175
Tabelle 30: Operationalisierung x15; Ausprägung des externen Netzwerkes.....	175
Tabelle 31: Operationalisierung x16; Ausprägung des firmeninternen Netzwerkes.....	176
Tabelle 32: Operationalisierung x17; Stärke des Zusatznutzens	177
Tabelle 33: Operationalisierung x18; Wirkungsspanne des Zusatznutzens.....	178
Tabelle 34: Operationalisierung x21; Durchdringungsgrad Geschäftsmodell	179
Tabelle 35: Operationalisierung x22; Nutzenbeitrag von Daten	180
Tabelle 36: Operationalisierung x23; Bereitschaft für Veränderung und Kollaboration.....	181
Tabelle 37: Operationalisierung x24; Wettbewerbsdruck	181
Tabelle 38: Operationalisierung x25; verfügbare Unternehmensressourcen	182
Tabelle 39: Operationalisierung y11; zusätzlicher Beitrag am Gesamtnutzen	183
Tabelle 40: Operationalisierung y21; Erwartungshorizont für ROI.....	184
Tabelle 41: Operationalisierung y22; Standardisierungsgrad der Produktion	185
Tabelle 42: Operationalisierung y23; Ausbaugrad der Kompetenz	186
Tabelle 43: Operationalisierung y24; Herangehensweise der Führung.....	186
Tabelle 44: Zusammenfassung der operationalisierten Items.....	189
Tabelle 45: Ermittlung der Aussagewahrscheinlichkeit des Umfragesamples	192
Tabelle 46: Kodierung und Kategorisierung der Items im Fragebogen	194
Tabelle 47: Ermittlung der Aussagewahrscheinlichkeit der Antworten	201
Tabelle 48: Ergebnisse der explorativen Faktorenanalysen für die Messung der verbindenden Balance.....	213

Tabelle 49: Ergebnisse der explorativen Faktorenanalysen für die Messung des Gesamtkontextes.....	214
Tabelle 50: Ergebnisse der explorativen Faktorenanalysen für die Messung der Nutzenschöpfung und der digitalen Investitionsbereitschaft	215
Tabelle 51: Ergebnisse der Reliabilitätsanalysen für die Skalen zur Messung der verbindenden Balance	216
Tabelle 52: Ergebnisse der Reliabilitätsanalysen für die Skalen zur Messung des Gesamtkontextes.....	217
Tabelle 53: Ergebnisse der Reliabilitätsanalysen für die Skalen zur Messung der Nutzenschöpfung und der digitalen Investitionsbereitschaft.....	218
Tabelle 54: Korrigierte Werte der explorativen Faktorenanalyse nach Eliminierung von Items	219
Tabelle 55: Auswertung der Normalverteilung der Stichprobe in SPSS	221
Tabelle 56: Ergebnisse der Reliabilitätsanalysen für die Konstrukte des Messmodells	222
Tabelle 57: Auszug der Ergebnisse der Reliabilitätsanalyse des Modells nach Bildung	223
Tabelle 58: Ausgabe der Modellfit-Gütekriterien aus SPSS	224
Tabelle 59: Korrelationen / Quadrierte Korrelationen zwischen den latenten Konstrukten zur Bestimmung des Fornell/Larcker-Kriteriums.....	225
Tabelle 60: Ausgabe der Modellfit-Gütekriterien des Harman's Single-Factor Tests.....	229
Tabelle 61: Zuordnung der Variablen und Items des Konstrukts „Digitale Reife"	237
Tabelle 62: Zuordnung der Variablen und Items des Konstrukts „Organisationsinvestition".....	238
Tabelle 63: Zuordnung der Variablen und Items des Konstrukts „Technologieinvestition"	239
Tabelle 64: Zuordnung der Variablen und Items des Konstrukts.....	239
Tabelle 65: Interkorrelationen der Skalen für das alternative explorative Modell für die Gesamtstichprobe	242
Tabelle 66: Interkorrelationen der Skalen für das alternative explorative Modell für die Teilstichprobe der Zielindustrien	243
Tabelle 67: Interkorrelationen der Skalen für das alternative explorative Modell für die Teilstichprobe der anderen Industrien	243

Tabelle 68: Vergleich der Teilstichproben mit t-Test	245
Tabelle 69: Demografische Daten der befragten Personen.....	269
Tabelle 70: Validierungsergebnisse zu Forschungsfrage 1	269
Tabelle 71: Validierungsergebnisse zu Forschungsfrage 2	270
Tabelle 72: Validierungsergebnisse zu Forschungsfrage 3	271
Tabelle 73: Validierungsergebnisse zur digitalen Reife aus Abschnitt 9.4.2.....	272
Tabelle 74: Validierungsergebnisse zu den Dimensionen der Investition aus Abschnitt 9.4.3	272
Tabelle 75: Einschätzung zum Einfluss von Covid-19	273

15. Abkürzungsverzeichnis

AMOS	Analysis of Moment Structures (IBM Programpaket)
ANSI	American National Standards Institute
B2B	Geschäftsbeziehung zwischen Unternehmen (Business to Business)
B2C	Geschäftsbeziehung zum Konsumenten (Business to Consumer)
Bitkom	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMI	Business Modell Innovation
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAQ	Computer Aided Quality
CFA	Confirmatory factor analysis – Konfirmatorische Faktorenanalyse
CPPS	Cyber-physikalisches-Produktions-System (Cyber-physical-production-system)
CPS	Cyber-physikalisches-System (Cyber-physical-system)
d.f.	Degree of freedom (Freiheitsgrade eines Gleichungssystems)
DI	Digitale Investitionsbereitschaft (Index Strukturgleichungsmodell)
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.
EFA	Explorative Faktorenanalyse
EIB	Entrepreneuriale Investitionsbereitschaft
ERP	Enterprise-Resource-Planning-System
FK	Fördernder Kontext (Index Strukturgleichungsmodell)
FMCG	Fast Moving Consumer Goods
GT	Grounded Theory
HK	Hemmender Kontext
IB	Investitionsbereitschaft
IIB	Innovationsorientierte Investitionsbereitschaft
IIC	Industrial Internet Consortium
IIoT	Industrielles Internet der Dinge (Industrial Internet of Things)

IoT	Internet der Dinge (Internet of Things)
IPSS	Industrial-Product-Service-System
IS	Informationssysteme
IT	Information Technology
ISA	Instrument Society of America
IEC	International Electrotechnical Commission
IVI	Industrial Valuechain Initiative
CFA	Konfirmatorische Faktorenanalyse (Confirmatory factor analysis)
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
MES	Manufacturing Execution System
ML	Maximum Likelihood Schätzmethode
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
MRP	Manufacturing Resource Planning
NS	Nutzenschöpfung (Index Strukturgleichungsmodell)
OEE	Overall Equipment Efficiency
OPC	Open Platform Communications
OPC UA	OPC Unified Architecture
OT	Operational Technology
PSS	Product-Service-System
PwC	PricewaterhouseCoopers Aktiengesellschaft Wirtschaftsprüfungsgesellschaft
PZI	Problemzentriertes Interview
RIB	ROI orientierte Investitionsbereitschaft
ROI	Return on Investment
ROInf	Return on Information
RRI	Robot Revolution Initiative
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SGM	Strukturgleichungsmodell
SMLC	Smart Manufacturing Leadership Coalition
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung

SPSS	Statistical Package for the Social Sciences (IBM Programpaket)
TPM	Total Productive Management
USA	United States of America
VB	Verbindende Balance (Index Strukturgleichungsmodell)
Vgl.	Vergleiche
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
XML	Extensible Markup Language
ZIB	Zurückhaltende Investitionsbereitschaft
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.

16. Lebenslauf

Luzian Dold

Geburtsdatum: 30.September 1969

Geburtsort: Bräunlingen



Beruflicher Werdegang

11/19 – heute	General Manager Tactics & Operations, Global Account Management OMRON Europe B.V.
04/17 – 10/19 (Kombinierte Funktion)	Manager Industrial Solution Sales Central Region (DACH) - OMRON Electronics GmbH
04/16 -10/19	General Manager Product and Industry Marketing EMEA Region - OMRON Europe B.V.
04/15-04/16	Head of Industry, Product, Channel and Panel Marketing EMEA Region - OMRON Europe B.V.
01/10-03/15	Divisional Marketing Manager EMEA - OMRON Europe B.V. Sensing, Safety and Components Division
10/05 -01/10	Marketing Manager - OMRON Europe B.V. European Sensor Business Unit
03/05 –10/05	Marketing Group Leader - OMRON Europe B.V. European Sensor Business Unit
10/01 –03/05	Produkt- und Marketing Manager - OMRON Europe B.V. Sicherheitstechnik , European Sensor Business Unit
10/98 –10/01	Applikationsspezialist - Schneider Electric GmbH , Ratingen Sicherheitstechnik und Sensorik, Geschäftsfeld Maschinenhersteller
04/98 – 10/98	Entwicklungsingenieur - BDT GmbH & Co. KG, Rottweil Geschäftsbereich Thermodruck
07/96 - 03/98	Teamleiter – Stegmann GmbH, Donaueschingen Entwicklungsbereich intelligente Antriebe und Sensorik
01/95 - 7/96	Entwicklungsingenieur– Stegmann GmbH, Donaueschingen

Berufsausbildung

- 09/90 - 03/94 Studium Feinwerktechnik
Fachhochschule, Furtwangen
Abschluss: Dipl.-Ing. (FH)
- 08/86 - 07/89 Ausbildung zum Funkelektroniker
Staatliche Berufsfachschule, Furtwangen

Schulausbildung

- 1989 - 1990 Fachhochschulreife, Robert Gerwig Schule, Furtwangen
1982 - 1986 Realschule Donaueschingen
1980 - 1982 Fürstenberg Gymnasium Donaueschingen
1976 - 1980 Grundschule Bräunlingen

Weiterbildung

- 03/97 – 5/99 Berufsbegleitende Fortbildung Technischer Betriebswirt (IHK)
IHK, Villingen- Schwenningen
- seit 9/2015 Berufsbegleitendes Doktoratsstudium , Deutschsprachiger DBA
Kaleidos-FH, Zürich; Middlesex University London

17. Danksagung

Als sich in den Jahren 2013 bis 2015 der Gedanke herausbildete eine Dissertation zu starten, haben mich meine Familie und Freunde darin bestärkt. Keiner konnte indes abschätzen, wie viel „Schweiß und Blut“ es kosten würde das Projekt durchzuziehen. Nach sechs Jahren ist es vollbracht. Die persönlichen Erfahrungen und die erlangte Reife sind wertvoll und zeigen, dass auch mit über 50 noch viel zu entdecken ist. Ich bin sehr dankbar, dass ich diese Erfahrungen sammeln durfte.

Ich möchte an dieser Stelle Dr. Christian Speck danken, der mich als Betreuer durch die Motivationstiefen begleitet und mich vor zu tiefen Fallen und zu langen Sackgassen bewahrt hat. Vielen Dank auch an Prof. Dr. Dr. Andreas Rögner und Prof. Dr. Ella Roinnen für die Unterstützung seitens der Kaleidos FH in Zürich.

Die Hilfe durch das Management und Kollegen meines Arbeitgebers, der OMRON Europe B.V., hat mir in vielen Bereichen geholfen und den Zugang zu den Experten für die Umfragen ermöglicht. Herzlichen Dank dafür : サポートしてくれてありがとう.

Meine Eltern und Schwiegereltern haben mich stets bekräftigt, auch steinige Wege zu gehen. Sicherlich verdanke ich Edith und Bertold viel, unter anderem Durchhaltevermögen oder Selbstmotivation. Schade, dass ich nicht zu Lebzeiten mit Euch den Abschluss feiern konnte, ich bin mir aber sicher, wir hätten gemeinsam ein tolles Fest gefeiert. Ich denke immer an euch, Edith, Bertold, Josefine und Ottmar.

Die größte Bürde und die gewaltigste Leistung in der ganzen Zeit lagen auf den Schultern und Nerven meiner Frau Sonja. Es ist schwer alles in Worte zu fassen, wie viel Geduld und Unterstützung ich ihr verdanke. Danke für alles - ich liebe dich!