

Forschungsberichte aus dem  
**wbk** Institut für Produktionstechnik  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Bastian Verhaelen

**(De-)Zentralisierung von Entscheidungen in  
globalen Produktionsnetzwerken**  
Strategie- und komplexitätsorientierte Gestaltung  
der Entscheidungsautonomie

Band 258

Forschungsberichte aus dem  
wbk Institut für Produktionstechnik  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Hrsg.: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer  
Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza  
Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze

Bastian Verhaelen

**(De-)Zentralisierung von Entscheidungen in  
globalen Produktionsnetzwerken**  
Strategie- und komplexitätsorientierte Gestaltung der  
Entscheidungsautonomie

Band 258



**(De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen  
Produktionsnetzwerken  
Strategie- und komplexitätsorientierte Gestaltung der  
Entscheidungsautonomie**

Zur Erlangung des akademischen Grades eines  
**Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)**  
von der KIT-Fakultät für Maschinenbau des  
Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

genehmigte

**Dissertation**

von

M.Sc. Bastian Verhaelen

aus Erkelenz

Tag der mündlichen Prüfung: 12.07.2022  
Hauptreferent: Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza  
Korreferent: Prof. Dr. Thomas Friedli

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

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

Zugl.: Karlsruhe, Karlsruher Institut für Technologie, Diss., 2022

Copyright Shaker Verlag 2022

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-8752-9

ISSN 0724-4967

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren  
Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9  
Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## **Vorwort des Herausgebers**

Die schnelle und effiziente Umsetzung innovativer Technologien wird vor dem Hintergrund der Globalisierung der Wirtschaft der entscheidende Wirtschaftsfaktor für produzierende Unternehmen. Universitäten können als „Wertschöpfungspartner“ einen wesentlichen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der Industrie leisten, indem sie wissenschaftliche Grundlagen sowie neue Methoden und Technologien erarbeiten und aktiv den Umsetzungsprozess in die praktische Anwendung unterstützen.

Vor diesem Hintergrund soll im Rahmen dieser Schriftenreihe über aktuelle Forschungsergebnisse des Instituts für Produktionstechnik (wbk) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) berichtet werden. Unsere Forschungsarbeiten beschäftigen sich sowohl mit der Leistungssteigerung von Fertigungsverfahren und zugehörigen Werkzeugmaschinen- und Handhabungstechnologien als auch mit der ganzheitlichen Betrachtung und Optimierung des gesamten Produktionssystems. Hierbei werden jeweils technologische wie auch organisatorische Aspekte betrachtet.

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer

Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza

Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze



## **Vorwort des Verfassers**

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am wbk Institut für Produktionstechnik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza für die Betreuung meiner wissenschaftlichen Arbeit als Hauptreferentin und das mir entgegengebrachte Vertrauen in den vergangenen Jahren. Weiter danke ich Herrn Prof. Dr. Thomas Friedli für sein Interesse an meiner Arbeit und der Übernahme des Korreferats sowie Herrn Prof. Dr. rer. nat. Frank Gauterin für den Prüfungsvorsitz.

Allen Kolleginnen und Kollegen des wbk in Karlsruhe, insbesondere im Bereich PRO, danke ich für die fortwährende Unterstützung in den vergangenen Jahren. Namentlich seien an dieser Stelle Constantin Hofmann, Daniel Gauder, Stefan Treber, Martin Benfer, Rainer Silbernagel, Shun Yang, Florian Stamer, Christoph Liebrecht, Louis Schäfer und Gwen Steier erwähnt. Unsere gemeinsamen Projekte und Späße im Institutsalltag bleiben mir fest in Erinnerung. Für das Korrekturlesen dieser Arbeit danke ich Florian Stamer und Gwen Steier. Mein besonderer Dank und Respekt gilt auch den Studierenden Timon Feuerstein, Felix Bazlen, Lara Johanning, Fabian Mayer, Gilbert Schuppe, Hendrik Weil und Anna Rahier. Ihr habt sehr zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen. Darüber hinaus bedanke ich mich bei Emanuel Moser sowie Andreas Wernet für die wissenschaftlichen Diskussionen und die vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Abschließend möchte ich meinen Eltern und Guido für die bedingungslose Unterstützung und den liebevollen Rückhalt herzlich danken. Der allergrößte Dank gilt meiner Freundin Maïke. Deine unermüdliche Liebe und dein Zuspruch haben mir in den letzten Jahren Kraft gegeben und diese Arbeit erst ermöglicht.

Karlsruhe, im August 2022

Bastian Verhaelen



## **Abstract**

Companies of different sizes and industries operate their production in global production networks. Global production networks offer various opportunities such as the access to new markets or the exploitation of local cost advantages. Production plants inside those networks can be granted high or low levels of autonomy regarding different decisions. High levels of autonomy may lead to a better adoption to local market requirements whereas low levels of autonomy may have cost and standardisation benefits for the global production network. The right level of autonomy depends on different aspects such as the environment of the company, the internal structure as well as the strategy. The digitalisation and also the organisational structure of the company can support as an enabler in order to reach an ideal level of autonomy or (de-)centralisation of decision-making.

The current state of research insufficiently discusses different forms of centralisation for global production networks. Furthermore, the influence of strategy and the external and internal environment of the production network on the centralisation of decision-making is neglected. In addition, a methodology is missing that supports companies in identifying the right level of centralisation of decision-making for their production network.

Based on the motivation and literature deficit, this work contributes to the topic of (de-)centralisation of decision-making in global production networks. Based on a quantitative study, this work identifies different patterns of centralisation of decision-making in global production networks by means of a cluster analysis. Building upon this, the influence of strategy and the environment by means of complexity is analysed with regression analyses. The effect of (de-)centralisation of decision-making on network performance indicators follows afterwards. In the end, the insights of the quantitative study are embedded in a methodology in order to support manufacturing companies in finding the right level of (de-)centralisation of decision-making.

The developed methodology is exemplary applied to two industrial use cases. The first use case takes place in the electronics industry. Two business units of a company are analysed and designed regarding the optimal level of (de-)centralisation of decision making. The second use case takes place in the automotive supplier industry. The results show that the methodology supports the strategic fit in global production networks.



## Zusammenfassung

Unternehmen unterschiedlicher Größe und Branche dezentralisieren ihre Produktion geografisch in globalen Produktionsnetzwerken. Globale Produktionsnetzwerke bieten verschiedene Möglichkeiten Wettbewerbsvorteile auszuschöpfen. Den Produktionsstandorten in diesen Netzwerken kann eine hohe oder niedrige Entscheidungsautonomie bzgl. produktionsrelevanter Entscheidungen eingeräumt werden. Eine hohe Entscheidungsautonomie von Produktionsstandorten kann zu einer besseren Anpassung an lokale Markterfordernisse führen, während eine geringe Entscheidungsautonomie Kosten- und Standardisierungsvorteile für das Produktionsnetzwerk fördern kann. Der ideale Grad an Entscheidungsautonomie hängt von verschiedenen Einflussfaktoren wie dem Umfeld des Produktionsnetzwerks, der internen Struktur und der Strategie ab. Die Digitalisierung und die Organisationsstruktur des Produktionsnetzwerks können als Enabler fungieren, um die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen zu unterstützen.

Im aktuellen Stand der Forschung liegen vielfältige Ansätze zur (De-)Zentralisierung von Entscheidungen aus Standortperspektive vor. Vernachlässigt wird eine Analyse auf Netzwerkebene. Ebenso sind der Einfluss der Strategie und der Komplexität auf die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen nicht umfänglich erforscht. Es fehlt zudem eine Methodik, die Unternehmen dabei unterstützt, die ideale (De-)Zentralisierung von Entscheidungen für ihr Produktionsnetzwerk zu identifizieren und zu erreichen.

Ausgehend von der Motivation und dem Literaturdefizit leistet diese Arbeit einen Beitrag zum Themenfeld der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken. Auf der Grundlage einer quantitativen Benchmarkingstudie werden mittels einer Clusteranalyse unterschiedliche Formen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken identifiziert. Darauf aufbauend werden Wirkzusammenhänge zwischen den Dimensionen der Strategie, der Komplexität, der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit bzw. den Netzwerkfähigkeiten mittels Regressionsanalysen untersucht. Diese Erkenntnisse werden in eine Methodik zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie bzw. der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen implementiert.

Die entwickelte Methodik wird exemplarisch auf zwei Anwendungsfälle aus der Elektronik- und Automobilzuliefererindustrie angewandt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Methodik den strategischen Fit in globalen Produktionsnetzwerken verbessert und das Management von globalen Produktionsnetzwerken unterstützt.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>I</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>VI</b>
<b>Formelzeichen</b>	<b>VIII</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation und Motivation	1
1.2 Forschungsleitende Fragestellungen und Zielsetzung	4
1.3 Theoretischer Hintergrund des Forschungsrahmens	5
1.4 Forschungsmethodik	6
1.5 Aufbau der Arbeit	7
<b>2 Grundlagen</b>	<b>9</b>
2.1 Entscheidungen in Produktionsnetzwerken	9
2.1.1 Globale Produktionsnetzwerke	9
2.1.2 Strategie und Koordination in Produktionsnetzwerken	12
2.1.3 Entscheidungen und (De-)Zentralisierung	16
2.2 Komplexität in Produktionsnetzwerken	20
2.2.1 Systeme und Komplexität	21
2.2.2 Komplexitätstheorie in Produktionssystemen	24
2.3 Methodische Grundlagen	27
2.3.1 Methode des vernetzten Denkens	27
2.3.2 Multivariate Analysemethoden	29
<b>3 Stand der Forschung</b>	<b>37</b>
3.1 Anforderungen an die Methodik	37
3.2 Ansätze zur Strategie und zu Standortrollen in Produktionsnetzwerken	39
3.3 Ansätze zur (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und Entscheidungsautonomie in Produktionsnetzwerken	41
3.4 Ansätze zu relevanten Wirkzusammenhängen	47
3.5 Ansätze zur Gestaltung in Produktionsnetzwerken	50

3.6	Forschungsdefizit	51
<b>4</b>	<b>Lösungsansatz</b>	<b>54</b>
<b>5</b>	<b>(De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken</b>	<b>56</b>
5.1	Definition der Elemente der Betrachtungsbereiche	57
5.1.1	Methode zur Definition der Elemente der Betrachtungsbereiche	57
5.1.2	Strategien in globalen Produktionsnetzwerken	59
5.1.3	Leistungsfähigkeit und Netzwerkfähigkeiten in globalen Produktionsnetzwerken	60
5.1.4	Komplexität in globalen Produktionsnetzwerken	61
5.1.5	Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken	64
5.2	Theoretische Diskussion der Wirkzusammenhänge	65
5.2.1	(De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken	66
5.2.2	Wirkzusammenhänge zwischen der Strategie und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	68
5.2.3	Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	72
5.2.4	Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der Strategie	74
5.2.5	Wirkzusammenhänge zwischen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit sowie den Netzwerkfähigkeiten	76
5.2.6	Zusammenfassung der theoretischen Wirkzusammenhänge	78
5.3	Studienkonzeption und Datenanalyse	79
5.3.1	Beschreibung der Datengrundlage der Studie	79
5.3.2	Maßeinheiten der Betrachtungsbereiche	82
5.3.3	Datenanalyse – Cluster- und Regressionsanalyse	90
5.4	Ergebnisse der Datenanalyse	91
5.4.1	(De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken	91
5.4.2	Wirkzusammenhänge zwischen der Strategie und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	94

---

5.4.3	Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	99
5.4.4	Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der Strategie	101
5.4.5	Wirkzusammenhänge zwischen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit sowie den Netzwerkfähigkeiten	104
5.4.6	Gesamtergebnis der empirischen Datenanalyse	107
5.5	Schlussfolgerung der Datenanalyse	107
5.5.1	(De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken	108
5.5.2	Wirkzusammenhänge zwischen der Strategie und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	111
5.5.3	Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	114
5.5.4	Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der Strategie	115
5.5.5	Wirkzusammenhänge zwischen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit sowie den Netzwerkfähigkeiten	117
5.5.6	Fazit zur empirischen Analyse	119
<b>6</b>	<b>Vorgehensmodell</b>	<b>124</b>
6.1	Analyse des Status Quo	124
6.1.1	Analyse der Produktions- und Netzwerkstrategie	125
6.1.2	Analyse der internen und externen Komplexität	126
6.1.3	Analyse der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	127
6.2	Ableitung des Zielzustandes der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	129
6.2.1	Wirkmatrizen	129
6.2.2	Ableitung der idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	133
6.3	Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	135
6.4	Maßnahmen zur Implementierung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	136
6.4.1	Maßnahmen zur Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	137
6.4.2	Kontinuierliches Controlling der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	137
<b>7</b>	<b>Erprobung des Vorgehens</b>	<b>138</b>

7.1	Anwendung bei einem Elektronikhersteller	138
7.1.1	Vorstellung des Anwendungsfalls	138
7.1.2	Analyse des Status Quo	140
7.1.3	Ableitung des Zielzustandes der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	147
7.1.4	Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	153
7.1.5	Maßnahmen zur Implementierung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	156
7.2	Anwendung bei einem Automobilzulieferer	159
7.2.1	Vorstellung des Anwendungsfalls	159
7.2.2	Analyse des Status Quo	160
7.2.3	Ableitung des Zielzustandes der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	163
7.2.4	Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	167
7.2.5	Maßnahmen zur Implementierung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	169
<b>8</b>	<b>Diskussion und Ausblick</b>	<b>172</b>
8.1	Diskussion und kritische Würdigung	172
8.2	Ausblick	174
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>177</b>
<b>10</b>	<b>Liste eigener Veröffentlichungen</b>	<b>179</b>
<b>11</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>181</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>I</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>V</b>
	<b>Anhang</b>	<b>VII</b>
A1	Systemtheorie	VII
A2	Skalenniveaus in Fragebögen	VIII
A3	Gütekriterien der statistischen Analyse	VIII
A4	Validität in der konfirmatorischen Faktorenanalyse	X
A5	Kriteriumsvalidität der Clusteranalyse	X
A6	Modellprämissen der Regressionsanalyse	XI

---

A7	Einflussmatrix Komplexität	XII
A8	Fragebogen	XV
A9	Boxplot der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	XVII
A10	Visualisierung der Vernetzung der beeinflussenden Faktoren der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	XVIII

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
AG	Aktiengesellschaft
ANOVA	Analysis of variance
APU	Autonomous production unit
AVE	Average variance extracted
BU	Business Unit
CN	China
COO	Chief Operations Officer
DZ	Dezentrale Entscheidungsverteilung
EBIT	Earnings before interest and taxes
IT	Informationstechnologie
ITEM	Institut für Technologiemanagement
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
KMU	Kleine und mittelständische Unternehmen
OEM	Original Equipment Manufacturer
OW	Order Winner
QFD	Quality Function Deployment
QX	X. Quartal eines Jahres
MQ	Market Qualifier
MTO	Make-to-order
MTS	Make-to-stock
SQ	Order-losing Sensitive Qualifier
SWOT	Strength-weaknesses-opportunities-threads
TD	Tendenziell dezentrale Entscheidungsverteilung
TZ	Tendenziell zentrale Entscheidungsverteilung
U	Unimportant

---

USA	United States of America
Wbk	Institut für Produktionstechnik
Z	Zentrale Entscheidungsverteilung
ZI	Zentralisierungsindikator

---

## Formelzeichen

---

Formelzeichen	Bedeutung
$\alpha$	Cronbachs Alpha
$b_0$	Konstantes Glied der Regressionsfunktion
$b_1$	Regressionskoeffizient
$Cov$	Kovarianz
$e_{i,j}$	Einflussgrad der Einflussfaktoren i auf Entscheidung j
$e_k$	Residuen
$E$	Erwartungswert
$g_i$	Gewichtungsfaktor der Einflussfaktoren i
$u_k$	Störgrößen
$Var$	Varianz
$x_1$	Unabhängige Variable
$\hat{y}$	Abhängige Variable
$y_k$	Tatsächlicher Wert der abhängigen Variable
$ZI_j$	Zentralisierungsindikator der Entscheidung j

---

# 1 Einleitung

Die Globalisierung sicherte den Wohlstand der Bevölkerung und die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie Deutschlands in den letzten Jahrzehnten (Börsig 2008, S. 625; Matthes, Langhorst & Herzog 2008, S. 25). Sowohl große als auch kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) verlagern einen Großteil ihrer Produktionsvolumina ins europäische und internationale Ausland (Lu & Beamish 2001, S. 565; Kinkel & Maloca 2009, S. 155; Wiendahl et al. 2007, S. 784). Die globale Produktion ist somit eher Regel als Ausnahme (Ferdows 2018, S. 392; Olhager & Feldmann 2021, S. 1). Aktuelle Entwicklungen der Abschottung, der Neuverteilung globaler Mächte und der Handelskriege zeigen, dass die Globalisierung nicht unbegrenzt fortschreitet (Thangavel, Pathak & Chandra 2021, S. 1; Vladoš 2020, S. 2). Globale Pandemien und andere disruptive, globale Ereignisse zeigen zudem, dass lokale Strukturen ebenso von Bedeutung sind wie die globale Vernetzung (Cappelli & Cini 2020, S. 566; Gereffi 2020, S. 297). Innovative, technologische Entwicklungen im Bereich der Digitalisierung ermöglichen die Vernetzung von Produktionsstandorten (Butollo 2020, S. 1). Die Problematik der Neuverteilung globaler Machtverhältnisse zwischen Industrienationen in Kombination mit neuesten industriellen Entwicklungen muss von der Wissenschaft holistisch betrachtet werden, um den Fortbestand der deutschen Industrie zu sichern.

## 1.1 Ausgangssituation und Motivation

Ein zunehmender, weltweiter Wettbewerb und steigende Kundenanforderungen hinsichtlich Lieferzeit, Kosten und Qualität üben einen hohen Druck auf effiziente Produktionsprozesse aus (Váncza 2016, S. 1377). Die Verkürzung von Produktlebenszyklen und die Zunahme von Produktvarianten führen zu einer erhöhten Komplexität der Herstellung von industriellen Gütern (Abele, Kluge & Näher 2006, S. 3 f.). Als Reaktion reduzieren Unternehmen unterschiedlicher Größe und Branche ihre Fertigungstiefen und dezentralisieren die Produktion geografisch in globalen Produktionsnetzwerken (Lu & Beamish 2001, S. 565; Abele, Kluge & Näher 2006, S. 3 f.). Ökonomen<sup>1</sup> betrachten globale Produktionsnetzwerke als die kritischste Form der Koordination und Organisation im produzierenden Gewerbe (Yeung & Coe 2015, S. 30).

---

<sup>1</sup> In der vorliegenden Arbeit wird nicht explizit zwischen geschlechtsspezifischen Personenbezeichnungen differenziert. Alle gewählten Personenbezeichnungen schließen jedwede andersgeschlechtliche Formen gleichberechtigt ein.

Das Wachstum dieser globalen Produktionsnetzwerke wird beflügelt durch strategische Transformations- und Wachstumsprogramme (Hungenberg 2014, S. 431 ff.). Diese Strategien werden durch differenzierte Aktivitäten realisiert (Hungenberg 2014, S. 484 f.). Beispielhaft wachsen Produktionsnetzwerke durch Fusions- und Übernahmeaktivitäten diverser Unternehmen (Jansen 2016, S. 26 f.). Ebenso wachsen Produktionsnetzwerke organisch durch den Aufbau eigener Produktionsstätten im In- und Ausland (Hungenberg 2014, S. 484). Als Ergebnis resultieren Produktionsnetzwerke, die nicht idealtypisch in ihrer Struktur und dem inhärenten Management strategieorientiert abgestimmt sind (Thomas 2013, S. 6). Umfangreiche Koordinationsaktivitäten und -kosten kennzeichnen jene Produktionsnetzwerke (Schuh & Stich 2012, S. 427 f.). Darüber hinaus liegen zwischen einzelnen Produktionsstandorten vielfältige Material- und Informationsströme vor (Lanza et al. 2019, S. 825; Schuh & Stich 2012, S. 427). Diese benötigen die Koordination der beteiligten Standorte und des gesamten Netzwerkes (Olhager & Feldmann 2018, S. 692; Schuh & Stich 2012, S. 427). Das Management dieser Aktivitäten wird als koordinative, strategische Herausforderung angesehen (Schuh & Stich 2012, S. 428).

Zur Verringerung der Koordinationsaktivitäten und zur Optimierung der strategischen Ausrichtung des Produktionsnetzwerkes kann einzelnen Produktionsstandorten Autonomie hinsichtlich produktionsrelevanter Entscheidungen und Funktionen übertragen werden (Birkinshaw & Morrison 1995, S. 738; Kawai & Strange 2014, S. 504). Durch die Erhöhung der Autonomie bezüglich strategischer und operativer Entscheidungen wird einerseits der Koordinationsaufwand im Produktionsnetzwerk gesenkt (Young & Tavares 2004, S. 219), andererseits sinkt auch die Kontrolle des zentralen Netzwerkmanagements über die autonomen Produktionsstandorte (O'Donnell 2000, S. 537). Als problematisch hervorzuheben sind hier vor allem die Isolation einzelner Standorte (Young & Tavares 2004, S. 227), die lokale Optimierung im Produktionsnetzwerk (Monteiro, Arvidsson & Birkinshaw 2008, S. 103; Mengel 2017, S. 92) sowie der drohende Vertrauensverlust zwischen Standort und Netzwerk (Young & Tavares 2004, S. 230). Weitere Folgen einer suboptimalen Verteilung der Autonomie sind duplizierte, redundante Tätigkeiten (Gammelgaard et al. 2012, S. 1163), langsame Entscheidungswege (Claver-Cortés, Pertusa-Ortega & Molina-Azorín 2012, S. 1000; Schwer & Hitz 2018, S. 4) oder ausgelassene Synergien (Schuh & Stich 2012, S. 476).

Durch die steigende Anzahl an Standorten sowie die zunehmende Vernetzung dieser durch digitale Technologien wächst die interne Komplexität in globalen Produktionsnetzwerken (Lanza et al. 2019, S. 833). Die steigende Komplexität in Form von Prozessen und Abläufen macht Produktionsnetzwerke anfällig für Disruptionen, die durch eine hohe externe Komplexität hervorgerufen werden. Es wächst der Bedarf nach einer komplexitätsorientierten Koordination bzw. Gestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen im Produktionsnetzwerk. (Lohmer, Kossmann & Lasch 2021, S. 2) Unabhängig von der Gestaltungsart der Zentralisierung ist für Produktionsnetzwerke die Realisierung schnellerer Entscheidungen von Bedeutung (Monostori et al. 2016, S. 625). Die fortschreitende Digitalisierung kann für echtzeitfähige Entscheidungen, die standortübergreifende Datennutzung, die Erreichung des globalen Optimums sowie für die Analyse großer Datenmengen als Befähiger angesehen werden (siehe Abbildung 1-1).

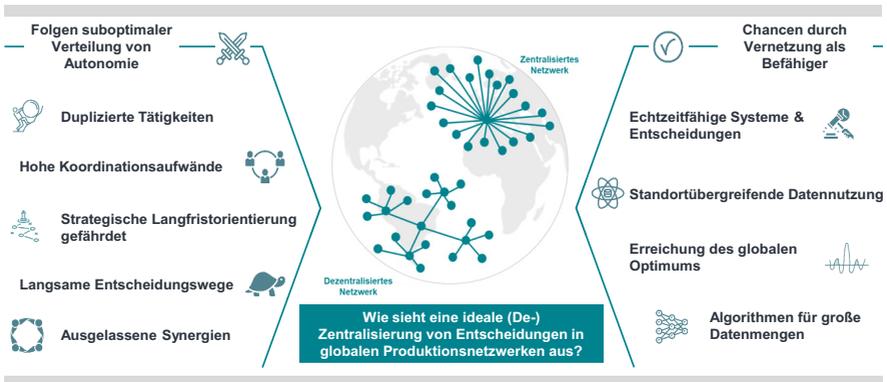


Abbildung 1-1: Herausforderungen der Entscheidungsautonomie in Produktionsnetzwerken (Eigene Darstellung)

Aus diesen Überlegungen folgend sehen sich Unternehmen zunehmend der Fragestellung ausgesetzt, wie die ideale (De-)Zentralisierung von Entscheidungen für das Produktionsnetzwerk zielgerichtet zu bestimmen ist (Rached, Bahroun & Campagne 2016, S. 7274 f.; Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 216 ff.). Allerdings ist es für Unternehmen nicht transparent, welche Art der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen für verschiedene Zielsetzungen und Strategien eines Produktionsnetzwerkes ideal ist (Mengel 2017, S. 89 ff.). Ebenso stellt es eine Herausforderung dar, die Unternehmensstruktur und die Verteilung von Entscheidungshoheiten kontinuierlich an das dynamische Umfeld anzupassen (Abele, Kluge & Näher 2006, S. 275 f.; Weinreich 2016, S. 25).

## 1.2 Forschungsleitende Fragestellungen und Zielsetzung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit liegt in der Entwicklung einer Methodik zur Gestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken unter Berücksichtigung der Strategie sowie der Komplexität. Die vorliegende Arbeit nutzt Erkenntnisse einer empirischen Studie, um Aussagen über die Realität abzuleiten. Diese Aussagen werden zuerst theoretisch diskutiert und anschließend jeweils empirisch analysiert. Dabei werden zunächst reale Formen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken identifiziert. Anschließend werden Zusammenhänge zwischen den Strategien in Produktionsnetzwerken (Gestaltungsziele) und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen (Gestaltungsparameter) analysiert. Es werden die Einflüsse aus der internen und externen Komplexität von Produktionsnetzwerken (Gestaltungsbedingungen) auf die Strategie und die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen ergründet. Nachfolgend wird die Gestaltungswirkung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in Form der Leistungsfähigkeit sowie der Netzwerkfähigkeiten von Produktionsnetzwerken geprüft. Die beschriebenen Zusammenhänge werden im gestaltungsorientierten Bezugsrahmen (Hungenberg 1995, S. 101), der als Forschungsrahmen der vorliegenden Arbeit verstanden wird, visualisiert (vgl. Abbildung 1-2).

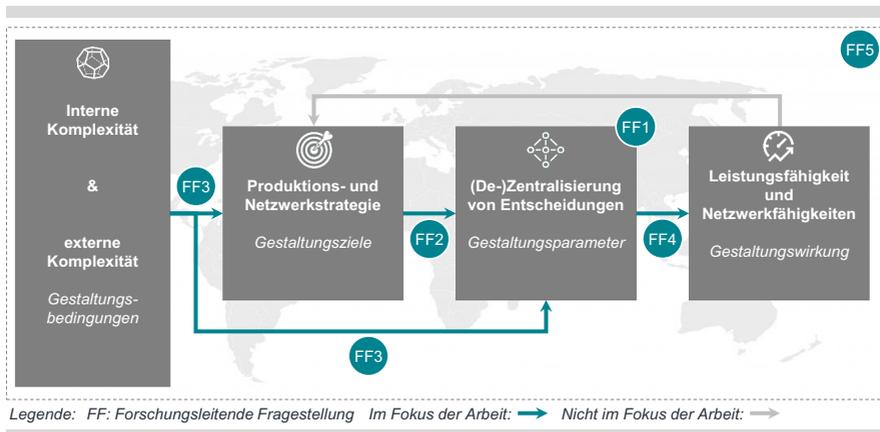


Abbildung 1-2: Gestaltungsorientierter Bezugsrahmen zur (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken als Forschungsrahmen

Diese Wirkzusammenhänge bilden die Basis für die systematische Unterstützung von Unternehmen zur Gestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken. Die gewonnenen Erkenntnisse der empirischen Studie werden in ein Vorgehensmodell zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken eingebettet. Zur Erreichung eines Zielzustandes der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen sind, ausgehend vom Status quo, Maßnahmen erforderlich, welche in verschiedenen Bereichen eines produzierenden Unternehmens ansetzen.

Ausgehend von der dargelegten Ausgangssituation und der Motivation ist die folgende übergeordnete Forschungsfrage in der vorliegenden Arbeit zu beantworten:

*„Wie kann die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen auf die Strategie und die vorherrschende Komplexität in globalen Produktionsnetzwerken abgestimmt werden?“*

Folgende forschungsleitende Fragestellungen detaillieren die übergeordnete Forschungsfrage (siehe Abbildung 1-2):

1. Welche Formen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken können differenziert betrachtet werden?
2. Welche Zusammenhänge liegen zwischen der Strategie und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken vor?
3. Welche Zusammenhänge liegen zwischen der Komplexität und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen bzw. der Strategie in globalen Produktionsnetzwerken vor?
4. Welche Zusammenhänge bestehen zwischen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit bzw. den Netzwerkfähigkeiten globaler Produktionsnetzwerke?
5. Wie können Unternehmen systematisch unterstützt werden, die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in ihrem globalen Produktionsnetzwerk auf die Strategie und die Komplexität abzustimmen?

Die vorgestellten Fragen strukturieren die Arbeit und stellen die Grundlage für das Ziel der Arbeit dar.

### **1.3 Theoretischer Hintergrund des Forschungsrahmens**

Die Kontingenztheorie (engl. contingency theory), die auch als situativer Ansatz bekannt ist, wird als theoretischer Hintergrund für die vorliegende Arbeit verwendet. Die

Kontingenztheorie nimmt an, dass Organisationen ihre Strukturen und Prozesse an die vorliegende Situation anpassen müssen, um eine hohe Leistungsfähigkeit zu erreichen (Donaldson 2001). Eng verbunden mit der Kontingenztheorie ist das Konzept des Fits. In der Organisationsforschung beschreibt der Fit die Passung von Strukturen und Umwelt. Im strategischen Management ist der Fit multidimensional und mehrdeutig. (Zajac, Kraatz & Bresser 2000, S. 429 ff.). Der Fit kann in den Inhalt und den Prozess des Fits unterteilt werden (Venkatraman & Camillus 1984, S. 516 f.). Der Inhalt des Fits beschreibt, ob nur interne oder externe oder interne und externe (integrativ) Elemente betrachtet werden (Venkatraman & Camillus 1984, S. 518 f.). (Mengel 2017, S 4f.)

Die vorliegende Arbeit ist der integrativen Perspektive zuzuordnen, da sowohl interne Elemente wie die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und die interne Komplexität, als auch externe Elemente wie die Strategie und die externe Komplexität eruiert werden (Forschungsfragen 1-4). Ebenso wird der Prozess des Fits abgebildet, da ein Vorgehensmodell entwickelt werden soll, das die strategie- und komplexitätsorientierte Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken ermöglicht (Forschungsfrage 5). Sowohl die Kontingenztheorie als auch der Fit unterstützen die Verwendung des gestaltungsorientierten Bezugsrahmens (vgl. Abbildung 1-2) als Forschungsrahmen der vorliegenden Arbeit.

## **1.4 Forschungsmethodik**

Diese Arbeit setzt sich zur Aufgabe neues wissenschaftliches Wissen zu erzeugen. Hierzu ist die Verwendung einer adäquaten Forschungsmethodik von Bedeutung (Bryman & Bell 2015). Die Forschungsfragen 1 - 4 (vgl. Kapitel 1.2) folgen dem epistemologischen Positivismus, der besagt, dass auf die Natur nur indirekt zugegriffen werden kann, um weitreichende Erkenntnisse zu erlangen. Dies kann durch z.B. Umfragen oder Fallstudien geschehen. (Eisend & Kuß 2021, S. 160 f.) Umfragen werden als quantitative Forschung im Sinne der Forschungsstrategie klassifiziert. Fallstudien sind der qualitativen Forschung zuzuordnen. Die Forschungsfragen 1 - 4 haben das Ziel allgemeingültiges Wissen zu erzeugen, das durch Umfragen oder Fallstudien generiert werden kann. Die Forschungsfragen zielen auf die Beantwortung der Frage „Welche“ ab. Es werden entsprechend Zusammenhänge oder Beziehungen erforscht, die durch Umfragen eruiert werden können. (Bryman & Bell 2015) Es wurde die Umfrage als Forschungsdesign gewählt. (Mengel 2017, S. 6 f.)

Forschungsfrage 5 zielt auf die Entwicklung eines Vorgehensmodells zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken ab. Es werden reale Produktionsnetzwerke analysiert und so gestaltet, dass deren Entscheidungsautonomie auf die Strategie und die Komplexität abgestimmt (engl. fit) sind. Eine passende Forschungsstrategie stellt die Aktionsforschung dar. Die Aufgabe der Aktionsforschung besteht darin Wissen zu entwickeln und in der Praxis anzuwenden. (Kristiansen & Bloch-Poulsen 2021, S. 20 f.) Dabei entsteht in dieser Arbeit zum einen ein allgemeingültiges Vorgehen und zum anderen für jede Anwendung des Vorgehens situationsabhängiges Wissen, das Organisationen bzw. Produktionsnetzwerke im Einzelfall unterstützt. (Mengel 2017, S. 7 f.)

	Forschungsfragen 1 - 4	Forschungsfrage 5
<b>Forschungsstrategie</b>	Quantitative Forschung	Aktionsforschung
<b>Forschungsdesign</b>	Umfrage	Mehrere Fallstudien
<b>Aufgabe</b>	Theorie- bzw. Wissensentwicklung und Test	Theorie- bzw. Wissensentwicklung und praktische Erprobung
<b>Art des generierten Wissens</b>	Allgemeingültig	Allgemeingültiges Vorgehen und situationsabhängiges Wissen

*Tabelle 1-1: Forschungsmethodik*

## 1.5 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit orientiert sich im Aufbau an der „Strategie der angewandten Forschung“ nach Ulrich (Ulrich, Dyllick & Probst 1984, S. 193). Diese setzt, ebenso wie der explorative Forschungsansatz nach Kubicek, den Praxisbezug in den Fokus der Forschung (Kubicek 1977, S. 14). Dementsprechend gliedert sich die Arbeit in neun Kapitel und stellt dabei die praxisnahe Beratung in den Vordergrund der Untersuchung (Ulrich, Dyllick & Probst 1984, S. 192).

In Kapitel 1 werden die zugrundeliegende Motivation, die Formulierung der forschungsleitenden Fragestellungen und Zielsetzung, die Einordnung in den forschungsmethodischen Rahmen sowie der Aufbau der Arbeit dargelegt. Im folgenden Kapitel 2 werden die theoretischen Grundlagen in den relevanten Themenfeldern eingeführt und ein einheitliches Begriffsverständnis erzeugt. In Kapitel 3 werden der Stand der Forschung

analysiert und das Theoriedefizit ausgearbeitet. Das vierte Kapitel beinhaltet den Lösungsansatz zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken. Der empirische Teil des Lösungsansatzes wird in Kapitel 5 detailliert. Das 6. Kapitel beinhaltet ein Vorgehensmodell zur Anwendung des Wissens aus der Empirie für die produzierende Industrie. In Kapitel 7 wird das entwickelte Vorgehen im Anwendungszusammenhang erprobt. In Kapitel 8 werden die Ergebnisse der Arbeit hinsichtlich der forschungsleitenden Fragestellungen kritisch diskutiert. Außerdem werden weiterführende Forschungsfelder als Ausblick dargestellt. Kapitel 9 fasst die vorliegende Arbeit zusammen.

## 2 Grundlagen

Dieses Kapitel legt die Grundlagen für ein Verständnis der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken dar. In einem ersten Schritt werden Produktionsnetzwerke sowie die inhärenten Dimensionen der Strategie und Koordination eingeleitet. Grundlegende Entscheidungen in Produktionsnetzwerken werden in diesem Kontext beschrieben. Anschließend wird in die Komplexitätstheorie eingeführt und diese auf Produktionsnetzwerke übertragen. Schließlich werden notwendige methodische Grundlagen in den Bereichen der qualitativen und statistisch-quantitativen Forschung beschrieben.

### 2.1 Entscheidungen in Produktionsnetzwerken

In diesem Abschnitt werden notwendige Begriffe der industriellen Produktion in globalen Produktionsnetzwerken eingeführt. Es wird ein grundlegendes Verständnis der Aufgaben in Produktionsnetzwerken geschaffen. Ebenso werden elementare Entscheidungen in Produktionsnetzwerken und deren (De-)Zentralisierung definiert.

#### 2.1.1 Globale Produktionsnetzwerke

##### 2.1.1.1 Produktion und Produktionssysteme

Die Produktion beschreibt einen Transformationsprozess, bei dem Ressourcen bzw. Inputfaktoren miteinander kombiniert werden, um Güter bzw. Produkte herzustellen (Westkämper & Löffler 2016, S. 2; Kellner, Lienland & Lukesch 2018, S. 2). Wesentliche Ressourcen sind Kapital, Material, Energie, Menschen, Informationen und Wissen (Westkämper & Decker 2006, S. 5). Dieser Transformationsprozess kann als Wertschöpfung verstanden werden, welcher von Menschen und Maschinen unter Nutzung von Werkzeugen und Hilfsmitteln ausgeführt wird (Westkämper & Löffler 2016, S. 2). Die produzierten Güter werden auf dem Absatzmarkt angeboten und an Kunden veräußert (Kellner, Lienland & Lukesch 2018, S. 3).

Produktionssysteme vernetzen Maschinen mittels Material- und Informationsflüssen miteinander. Darüber hinaus werden organisatorische, wirtschaftliche und technische Elemente miteinander verknüpft. (Frese 1992, S. 2058 f.; Stricker 2016, S. 7; Moser 2017, S. 5) Produktionsprozesse, worunter Abläufe zur Herstellung von Gütern verstanden werden, sowie deren Planung, Organisation und Steuerung finden auf verschiedenen Ebenen mit unterschiedlichen Strukturobjekten statt (Wiendahl et al. 2007, S. 785;

Schenk, Wirth & Müller 2014, S. 165). Ressourcenorientiert lässt sich ein Produktionssystem in sechs Ebenen unterteilen. Die elementarsten Ebenen bilden Stationen und Zellen ab. Darin befinden sich Betriebsmittel und wertschöpfende Funktionen werden durchgeführt. Diese Stationen und Zellen werden mittels Fördertechnik zu einem System bzw. einer Fertigungslinie verknüpft. Darüber befinden sich Segmente, welche sich typischerweise anhand von Eingangslager, Fertigung und Ausgangslager unterteilen lassen. Die Kombination von Segmenten mündet in der Fabrik bzw. dem Produktionsstandort. Dieser bildet einen Knoten des Produktionsnetzwerkes ab. (Wiendahl et al. 2007, S. 785) Für die weitere Betrachtung werden die Ebenen Produktionsstandort und -netzwerk fokussiert.

### **2.1.1.2 Globale Produktionsnetzwerke**

Produktionsnetzwerke sind das Ergebnis einer fortwährenden Dezentralisierung sowie geographischer Dispersion der Produktion (Warnecke 1999, S. 93 f.; Abele et al. 2008, S. 4; Arndt 2018, S. 6). Sie folgen aus dem Wachstum von Unternehmen, z.B. durch Zukauf oder den organischen Aufbau von Produktionsstandorten (Hungenberg 2014, S. 484). Darüber hinaus bilden Produktionsnetzwerke ein komplexes, künstliches System (Lanza et al. 2019, S. 825). Sie bestehen aus Knoten und Kanten (Neuner 2009, S. 27 f.). Die Knoten der Netzwerke bilden einzelne Produktionsstandorte, an denen einzelne Wertschöpfungsschritte durchgeführt werden (Váncza 2016, S. 1377 f.). Diese Knoten können dem fokalen Unternehmen, welches die zentrale Instanz des Betrachtungsbereiches darstellt, auf Beschaffungsseite den Lieferanten, oder angegliederten Kunden gehören (Váncza 2016, S. 1377 f.; Lanza et al. 2019, S. 825). Die Kanten verbinden die einzelnen Produktionsstandorte (Knoten) über vielfältige Material-, Informations- oder Finanzflüsse (Lanza et al. 2019, S. 825; Meyer 2006, S. 19 f.). Aufgrund der komplexen Vernetzung und Interkonnektivität dieser Beziehungen können Produktionsstandorte nicht isoliert betrachtet werden (Shi & Gregory 1998, S. 196; Váncza et al. 2011, S. 817). Ist die Verteilung der Produktionsstandorte über mindestens zwei unterschiedliche Länder verteilt, so spricht man von globalen Produktionsnetzwerken (Hagedorn 1994, S. 2; Neuner 2009, S. 7). Den einzelnen Knoten, d.h. den Produktionsstandorten, ist gemein, dass sie die Erfüllung der Ziele des gesamten Produktionsnetzwerkes anstreben. Dennoch können sie eine erhöhte Autonomie aufweisen. Es entsteht dadurch ein Gefälle des Informations- und Ressourcenzugangs. (Váncza et al. 2011, S. 798; Lanza et al. 2019, S. 825)

Im Kontext der Vernetzung mehrerer Produktionsstandorte wird zwischen unternehmensinternen und unternehmensübergreifenden Netzwerken sowie der Supply Chain unterschieden. Unternehmensinterne Netzwerke bestehen aus mehreren Produktionsstandorten einer Organisation, wohingegen unternehmensübergreifende Netzwerke mehreren Organisationen angehören. (Rudberg & Olhager 2003, S. 35 f.) Die Supply Chain bzw. die Lieferkette hat ihren Ursprung in der Logistik (Rudberg & Olhager 2003, S. 30). In der Supply Chain werden Produkte mit nur einem Partner pro Wertschöpfungsstufe bereitgestellt, demgegenüber integrieren Produktionsnetzwerke mehrere Partner (vgl. Abbildung 2-1). (Rudberg & Olhager 2003, S. 35 f.; Beer 2014, S. 26 f.)

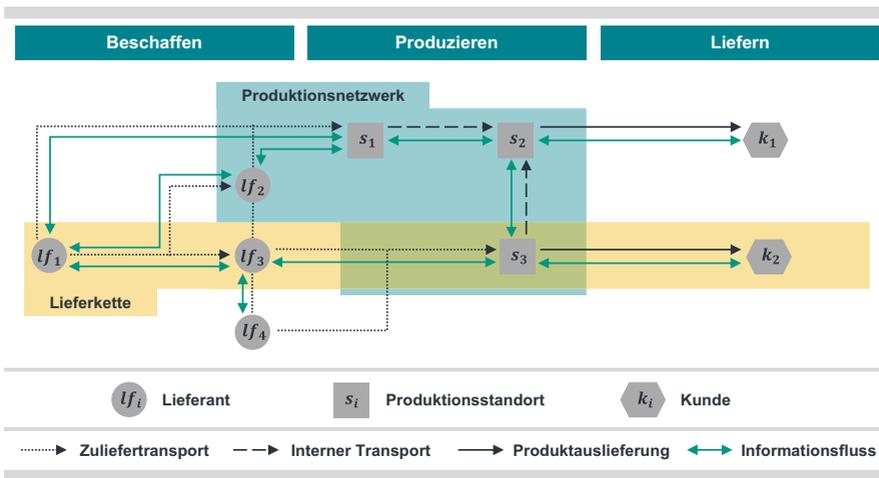


Abbildung 2-1: Produktionsnetzwerk und Abgrenzung der Lieferkette in Anlehnung an Treber (2020, S. 8)

Die vorliegende Arbeit fokussiert unternehmensinterne Produktionsnetzwerke, deren Produktionsstandorte global verteilt sind. Beschaffungs- und Absatzmärkte werden als endogen bzw. nicht beeinflussbar und gegeben angesehen und nicht weiter fokussiert. Die Begriffe globales Produktionsnetzwerk sowie Produktionsnetzwerk werden im Folgenden synonym verwendet. Ebenso werden die Begriffe Fabrik, Werk, Standort und Produktionsstandort als Synonym verwendet. (Rittstieg 2018, S. 12 f.)

## **2.1.2 Strategie und Koordination in Produktionsnetzwerken**

### **2.1.2.1 Planungsaufgaben in Produktionsnetzwerken**

Die beschriebene Struktur, die Entwicklung und die Dynamik globaler Produktionsnetzwerke machen ihr Management zu einem entscheidenden Faktor für Unternehmen (Shi & Gregory 1998, S. 196; Cheng, Farooq & Johansen 2011, S. 1324 f.; Thomas et al. 2015, S. 1728). Folglich sind Vorgehensweisen und Modelle zur Analyse und Gestaltung von Produktionsnetzwerken wesentlich, welche in ein holistisches Managementframework eingebettet sind (Friedli & Schuh 2012, S. 189 ff.). Diese werden in die Planungsaufgaben der Produktionsnetzwerke integriert. In der Disziplin der Betriebswirtschaftslehre lassen sich die Planungsaufgaben von Produktionsnetzwerken in einem Framework mit den drei Ebenen Strategie, Konfiguration und Koordination zusammenfassen. (Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 45 f.) Eine erfolgreiche Abstimmung bzw. ein guter Fit dieser drei Ebenen der globalen Produktion führt zu Wettbewerbsvorteilen des fokalen Unternehmens (Colotla, Shi & Gregory 2003, S. 1191 f.).

Die Strategieebene beschreibt die Produktions- sowie die Netzwerkstrategie anhand der inhärenten Differenzierungsfaktoren, welche zentral für den Erfolg von Unternehmen sind. Standort- als auch Netzwerkfähigkeiten sind für die Erfüllung der Strategien vonnöten. (Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 45) Die Konfigurationsebene beschreibt strukturelle Entscheidungen des Produktionsnetzwerkes wie z.B. Netzwerkstruktur, Ressourcen, Spezialisierung von Standorten und dem Netzwerk sowie die interne Lieferkette (Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 45 f.). Auf der Koordinationsebene werden Aufgaben der Organisation und des Managements der globalen Wertschöpfungsaktivitäten beschrieben. Hierunter werden beispielhaft Aufgaben und Entscheidungen über die Autonomie von Standorten, den Informationsaustausch, die Organisationsstruktur oder die Ressourcenallokation integriert betrachtet. (Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 46)

In der wissenschaftlichen Disziplin der Produktionstechnik wurde diese Struktur für die Beschreibung globaler Produktionsnetzwerke adaptiert und in die Ebenen Produktionsstrategie, Netzwerk-Footprint (Konfiguration) und Netzwerk-Management (Koordination) überführt (vgl. Abbildung 2-2) (Lanza et al. 2019, S. 825). Von Relevanz für die Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken sind die

Ebenen Strategie und Koordination, da diese nicht in die infrastrukturellen Gegebenheiten (Footprint) des Netzwerks eingreifen. Diese werden im Folgenden detailliert beschrieben.

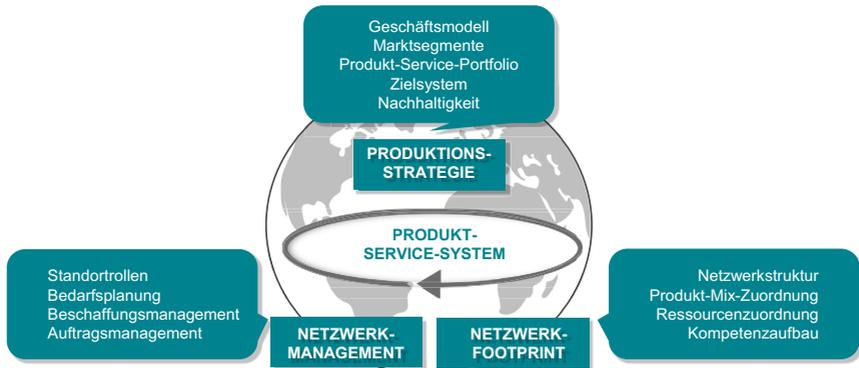


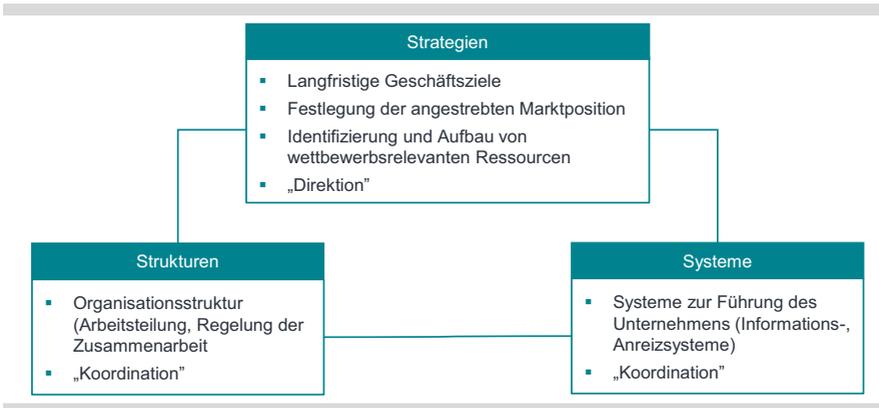
Abbildung 2-2: Planungsaufgaben der globalen Produktion in Anlehnung an Lanza et al. (2019, S. 825)

### 2.1.2.2 Strategien in Produktionsnetzwerken

Der Begriff „Strategie“ lässt sich etymologisch auf das griechische Wort „strategos“, welches die Kunst der Heeresführung darstellt, zurückführen (Hungenberg 2014, S. 5). Im Sinne der Betriebswirtschaft ist eine Strategie eine systematische Kombination von Entscheidungen und Maßnahmen zur Realisierung von Wettbewerbsvorteilen und Zielen (Skinner 1969, S. 139; Chandler 2003, S. 21 f.). Als strategische Entscheidungen gelten solche, die die Richtung der Unternehmensentwicklung forcieren. Ziel dieser Entscheidungen ist es, den langfristigen Erfolg des Unternehmens sicherzustellen. (Hungenberg 2014, S. 4). Diese Entscheidungen sehen sich einer Vielzahl von Einflussfaktoren ausgesetzt (Hungenberg 2014, S. 6).

Das strategische Management bündelt die Gesamtheit strategischer Entscheidungen. Die Fokusbereiche dieser Entscheidungen sind die Positionierung am Markt und die Ausgestaltung der Ressourcen des Unternehmens. Es sind drei Themen des strategischen Managements zu unterscheiden: Strategien, Strukturen und Systeme (vgl. Abbildung 2-3). Strategien sind der Ausgangspunkt des strategischen Managements. Sie

geben die Ziele bzw. Direktion, die Marktpositionierung und die Identifizierung relevanter Ressourcen vor. Strukturen regeln die Art der Arbeitsteilung der Mitarbeiter des Unternehmens und determinieren, wie diese bei der Arbeitsteilung koordiniert werden. Systeme kennzeichnen Instrumente, welche benötigt werden, um die Mitarbeiter sowie weitere Ressourcen und schließlich das Unternehmen zu führen bzw. zu koordinieren. (Hungenberg 2014, S. 7 f.)



*Abbildung 2-3: Zusammenspiel von Strategien, Strukturen und Systemen in Anlehnung an Hungenberg (2014, S. 8)*

Ebenso kann das strategische Management prozedural aufgeteilt werden. Es wird zwischen der strategischen Analyse, der Strategieformulierung und -auswahl sowie der Strategieimplementierung unterschieden. Während der strategischen Analyse wird die Informationsbasis über die aktuelle und zukünftige Positionierung des Unternehmens, sowohl intern als auch extern, erarbeitet. In der Phase der Strategieformulierung und -auswahl werden darauf aufbauend idealerweise mehrere Strategien entwickelt, die die Unternehmen anstreben zu erreichen. Eine passende Strategie wird ausgewählt. In der letzten Phase, der Strategieimplementierung, wird die Umsetzung der Strategie in den Strukturen und Systemen des Unternehmens durchgeführt. (Hungenberg 2014, S. 9 f.) Diese Abhängigkeit der Struktur von der Strategie wird auch als „structure follows strategy“ zusammengefasst (Chandler 2003, S. 14 f.).

Im Rahmen der Produktion wirkt die Produktionsstrategie als strategische Direktion für einzelne Produktionsstandorte (Moser 2017, S. 9). Diese wird als Funktionalstrategie in der Systematik der betrieblichen Strategien eingeordnet (Bea & Haas 2019, S. 186

ff.). Die Produktionsstrategie transferiert die Ziele der Strategie auf die Produktion und fungiert so als Leitbild für Produktionsentscheidungen zur Unterstützung der Wettbewerbsstrategie und zur Realisierung von Wettbewerbsvorteilen durch Umsetzung strategischer Schwerpunkte. Produktionsentscheidungen können hierbei z.B. die Allokation von Produkten, Standortentscheidungen oder die Kapazitätsplanung umfassen. (Blecker & Kaluza 2003, S. 3; Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 71 f.). Bei der Ausgestaltung der Produktionsstrategie sind Differenzierungsfaktoren zu berücksichtigen (Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 71 f.). Diese bilden die Zielgrößen der Produktion. In der Literatur liegen teils divergierende Auffassungen über die Differenzierungsfaktoren der Produktionsstrategie vor. Diese sind grundsätzlich Kosten, Qualität, Lieferfähigkeit, Flexibilität, Innovation und Service mitsamt vielfältigen, detaillierteren Faktoren. (Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 72) Ein Unternehmen kann nicht alle Differenzierungsfaktoren gleichermaßen priorisieren und erfüllen, da ein Zielkonflikt vorliegt, z.B. zwischen den Zielen Liefergeschwindigkeit und Preis. (Slack & Lewis 2011, S. 47; Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 72). Eine Produktionsstrategie kombiniert mehrere Faktoren und priorisiert diese unterschiedlich, wodurch die Zielorientierung der Produktion vorgegeben wird (Deflorin 2007, S. 224 ff.; Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 72). Der Erfolg der Produktionsstrategieumsetzung wird mit Hilfe der Leistungsfähigkeit (engl. competitive priorities) gemessen (Rosenzweig & Easton 2010, S. 128 ff.).

Die Produktionsstrategie eines Produktionsnetzwerkes, auch Netzwerkstrategie genannt, wird in der Literatur unterschiedlich definiert (Moser 2017, S. 11) und liegt häufig immanent im Unternehmen vor, ohne dass es eine explizite Formulierung gäbe (Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 79). Einerseits wird diese als Erweiterung der Produktionsstrategie gesehen (Shi 2003, S. 358). Andererseits wird sie als Systematik der Fähigkeiten des Netzwerkes als auch der Ziele und Fähigkeiten von Produktionsstandorten verstanden (Vereecke, van Dierdonck & Meyer 2006, S. 1737 f.). Dementsprechend sind Fähigkeiten des Produktionsnetzwerkes zu definieren, welche die Strategie auf Netzwerkebene abbilden (Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 79). Konfigurationsorientierte Fähigkeiten sind der Zugang zu Märkten und Ressourcen (Ferdows 1997, S. 77; Shi & Gregory 1998, S. 209; Vereecke & van Dierdonck 2002, S. 501; Thomas 2013, S. 56). Demgegenüber sind Effizienz durch Skalen- und Verbundeffekte, Mobilität von Ressourcen und Aufträgen sowie das interne und externe Lernen koordinationsorientierte Netzwerkfähigkeiten (Shi & Gregory 1998, S. 209; Thomas 2013, S. 56). Diese werden in (Thomas 2013, S. 56) weiter detailliert. Generell sollten Strategien, wie z.B.

die Produktions- und Netzwerkstrategie, aufeinander abgestimmt sein (Hungenberg 2014, S. 277; Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 61 f.). Der Erfolg der Netzwerkstrategieumsetzung wird durch die Netzwerkfähigkeiten (engl. network capabilities) gemessen (Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 75 f.).

### **2.1.2.3 Koordination in Produktionsnetzwerken**

Unter Koordination wird häufig das eigentliche Management globaler Produktionsnetzwerke verstanden (Hayes et al. 2005, S. 150 ff.; Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 56; Lanza et al. 2019, S. 825). Die Koordination in Produktionsnetzwerken lässt sich in zwei Sichtweisen unterteilen: die Beziehungs- und Organisationssichtweise (Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 56). Die Beziehungssichtweise, auch Coopetition genannt, erläutert die Beziehungen zwischen den einzelnen Standorten des Netzwerkes in Form von Wissen, Informationen, Gütern und Ressourcen (Ferdows 2006, S. 1 ff.; Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 56). Ebenso werden Anreizsysteme betrachtet. Aus der Organisations-sichtweise werden die Ausgestaltung einer Organisations- bzw. Führungsstruktur, die Center-Organisation, die Standardisierung und die Verteilung von Verantwortlichkeiten bzw. die Zentralisierung betrachtet. (Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 56 f.) Die Verwirklichung gemeinsamer Ziele, welche als individuelle Akteure nicht erreicht werden können, bildet den Zweck der Koordination ab (Kaipia 2007, S. 8).

## **2.1.3 Entscheidungen und (De-)Zentralisierung**

### **2.1.3.1 Entscheidungsautonomie in Produktionsnetzwerken**

Im Allgemeinen stellt eine Entscheidung eine bewusste Wahl mit besonderer Bedeutung dar, deren Ausgang Relevanz hat. Im Sinne der wirtschaftlichen Betrachtungsweise bezeichnet eine Entscheidung die bewusste bzw. unbewusste Auswahl aus mehreren Handlungsalternativen. (Laux, Gillenkirch & Schenk-Mathes 2018, S. 3) Eine jede Handlung wird durch eine Entscheidung eingeleitet (Sommerhäuser 2003, S. 14). Fasst man unter den Begriff der Entscheidung nicht nur den Entschluss, sondern auch die Vorbereitung dessen, so kann man die Entscheidung als Prozess mit zeitlichem Ablauf betrachten. Dieser Prozess besteht aus der Problemformulierung, der Präzisierung des Zielsystems, der Erforschung möglicher Handlungsalternativen, der Auswahl einer Alternative und der Entscheidung in der Umsetzungsphase. (Laux, Gillenkirch & Schenk-Mathes 2018, S. 12) Der Entscheidungsprozess ist in den Geschäftsprozess eingebettet (Sommerhäuser 2003, S. 14).

Entscheidungen werden unter gegebenen Randbedingungen gefällt. Diese Randbedingungen haben einen nennenswerten Einfluss auf den Entscheidungsprozess, auf die Entscheidung und auf den Ausgang einer Entscheidung, den Entschluss. Bei der Betrachtung der Randbedingungen von Entscheidungen lassen sich vielfältige Unterscheidungsmerkmale differenzieren. Diese beziehen sich auf das Problem inklusive der Ziele des Unternehmens, den Entscheidungsprozess inklusive beteiligter Personen und die Lösung inklusive der verknüpften Folgen. (Sommerhäuser 2003, S. 15) Die vorliegende Arbeit fokussiert alle drei Unterscheidungsmerkmale. Im Bereich des Problems werden vor allem die Merkmale Komplexität (Dörner & Bick 1983, S. 19 ff.) und Dynamik (Dörner & Bick 1983, S. 20 f.) des Entscheidungsproblems fokussiert. Für den Entscheidungsprozess wird die Zahl und Ausprägung der zu berücksichtigenden Ziele betrachtet (Dörner & Bick 1983, S. 20 f.). Für den Lösungsbereich ist vor allem der Geltungsbereich der Entscheidung mit den Ausprägungen „kollektiv“ und „individual“ relevant, wodurch beschrieben wird, ob eine Entscheidung für ein Kollektiv oder einen einzelnen Geltungsbereich gilt (Sommerhäuser 2003, S. 56).

Entscheidungen können in mehrere Teilentscheidungen zerlegt werden, um die Komplexität der einzelnen Entscheidungen zu senken und bessere Entscheidungen zu ermöglichen. So werden geringere Anforderungen an die Teilentscheidungen gestellt. Gleichzeitig erhöht sich der Koordinationsaufwand der verschiedenen Teilentscheidungen. (Laux, Gillenkirch & Schenk-Mathes 2018, S. 11) Entscheidungen können dementsprechend autonom von einzelnen Entitäten, Personen, Organisationen oder Produktionsstandorten im Produktionsnetzwerk getroffen werden.

Es werden verschiedene Entscheidungen bzw. Entscheidungskategorien in der globalen Produktion unterschieden. Infrastrukturelle und strukturelle Entscheidungskategorien bilden eine geläufige Einteilung. (Dangayach & Deshmukh 2001, S. 907) Strukturelle Entscheidungen benötigen ein hohes Investment, wohingegen infrastrukturelle Entscheidungen tendenziell auf Personen oder Systeme ausgelegt sind und kostengünstiger umzusetzen sind (Barnes 2008, S. 105 ff.; Slack & Lewis 2011, S. 22 ff.). Folgende strukturelle Entscheidungskategorien werden prinzipiell unterschieden (Barnes 2008, S. 105 ff.; Mengel 2017, S. 17):

- **Kapazität:** Entscheidungen bzgl. der Art, der Menge und dem Zeitpunkt der Kapazität sowie der Planung dieser.
- **Standort:** Entscheidungen bzgl. des Ortes, der Größe und der Spezialisierung von Produktionsstandorten.

- **Technologie:** Entscheidungen bzgl. der verwendeten Technologien in der Produktion, der Automatisierung, der Fertigungsverfahren usw.
- **Vertikale Integration:** Entscheidungen mit Bezug zu den Lieferanten und den Kunden, wie z.B. die Lieferantenauswahl oder Distributionsentscheidungen.

Folgende infrastrukturelle Entscheidungskategorien werden ebenso unterschieden (Barnes 2008, S. 233 ff.; Mengel 2017, S. 17):

- **Qualität:** Entscheidungen mit Bezug zum Qualitätslevel der Produkte oder dem Management von Qualität in der Produktion, wie z.B. kontinuierliche Verbesserungsprozesse.
- **Produktionsplanung und –steuerung:** Entscheidungen mit Bezug zur Planung und Steuerung der Produktion sowie relevanter Systeme.
- **Organisation:** Entscheidungen bzgl. der Organisationsstruktur an einzelnen Produktionsstandorten sowie der Ablauforganisation.
- **Mitarbeiter:** Entscheidungen bzgl. den Fähigkeiten einzelner Mitarbeiter, dem Gehalt sowie der Weiterbildung und Auswahl von Mitarbeitern.
- **Produktentwicklung:** Entscheidungen mit Bezug zu Prozessen und Systemen, die für die Entwicklung neuer Produkte relevant sind.
- **Leistungsmessung:** Entscheidungen bzgl. der operativen, strategischen und finanziellen Messung der Leistungsfähigkeit.

Entscheidungen in diesen Kategorien können entweder zentral für das gesamte Netzwerk oder von einzelnen Standorten autonom getroffen werden (Lohmer, Kossmann & Lasch 2021, S. 3 f.). Autonomie bezeichnet im Allgemeinen das Recht zur Regelung der eigenen Verhältnisse und wird häufig synonym mit Unabhängigkeit oder Selbstständigkeit verwendet (A\_Bazlen 2019, S. 47). Wird diese Autonomie über elementare Entscheidungen erlangt, so wird von Entscheidungsautonomie gesprochen. Im Kontext produzierender Unternehmen wird der Begriff der Entscheidungsautonomie unterschiedlich definiert (Young & Tavares 2004, S. 228; Vereecke, van Dierdonck & Meyer 2006, S. 1744; Gammelgaard et al. 2012, S. 1162; Kawai & Strange 2014, S. 505). Die vorliegende Arbeit folgt dem Verständnis von Maritan, Brush & Karnani (2004, S. 490), wonach Entscheidungsautonomie die Kontrolle eines Produktionsstandortes über wesentliche Entscheidungen beschreibt (A\_Bazlen 2019, S. 47).

### 2.1.3.2 (De-)Zentralisierung in Produktionsnetzwerken

Eng verbunden mit dem Begriff der Entscheidungsautonomie ist die Dezentralisierung in Produktionsnetzwerken (Maritan, Brush & Karnani 2004, S. 490). Dezentralisierung kann auf der Mikro-, Meso- und Makroebene durchgeführt werden. Die Mikroebene beschreibt Konzepte der Arbeitsplatzgestaltung. Die Mesoebene thematisiert die funktions- und abteilungsübergreifende Dezentralisierung. Die Makroebene fokussiert die Unternehmensebene wie beispielsweise einzelne Gesellschaften, strategische Geschäftseinheiten oder Verantwortungszentren. (Roth & Behme 1997, S. 21) Produktionsstandorte können dementsprechend sowohl ein Objekt der Meso- als auch der Makroebene darstellen. Die Charakteristika einer Dezentralisierung sind die Erhöhung der Flexibilität, die Anpassung an Marktspezifika, die Beherrschung von Komplexität und die Förderung von Innovation und Motivation im Unternehmen. Demgegenüber stehen der steigende Bedarf nach Steuerungs- und Koordinationsmechanismen sowie sinkende Skaleneffekte und Effizienz dieser dezentralen Einheiten. Das Unternehmen bzw. Produktionsnetzwerk sieht sich der Herausforderung ausgesetzt, die dezentralen Einheiten in ein stabiles Gleichgewicht aus Zentralisierung und Dezentralisierung zu bringen. (Roth & Behme 1997, S. 20) Da die Dezentralisierung die Verlagerung von Autorität an eine dezentrale Stelle beschreibt, wird die Dezentralisierung von Entscheidungen in dieser Arbeit synonym mit der Entscheidungsautonomie verwendet (Maritan, Brush & Karnani 2004, S. 490).

Bei zentralistisch geprägten Unternehmen werden Aufgaben und Entscheidungen primär von der Zentrale bzw. der Muttergesellschaft ausgeübt, wohingegen bei dezentral orientierten Unternehmen diese an die einzelnen Tochtergesellschaften bzw. Standorte delegiert werden (Roth & Behme 1997, S. 96). Zur Beschreibung des Niveaus an Dezentralisierung, hat sich der Begriff des Dezentralisierungsgrades gebildet. Dieser beschreibt den Umfang der Übertragung von Führungsaufgaben an Tochtergesellschaften. Es liegt aktuell keine Beschreibung oder Berechnung für die Anzahl diskreter Dezentralisierungsgrade vor. Vielmehr liegen unendlich viele Grade zwischen den beiden dichotomen Polen, der vollkommen Zentralisierung bzw. Dezentralisierung, vor. Neben der Dezentralisierung hinsichtlich Aufgaben und Entscheidungen, können ebenso zeitliche, sachliche oder die persönliche Dezentralisierung unterschieden werden. (Roth & Behme 1997, S. 97)

Ferner sind die Ziele der beiden Extrema vielfältig, teilweise konträr und teilweise auch überschneidend. So verfolgt die Zentralisierung Ziele der Vereinheitlichung der Unternehmensausrichtung, der Verringerung des Koordinationsaufwands, der Verringerung von Kosten, der Sicherstellung neutraler Entscheidungsfindung und der Nutzung von Synergien. Die Dezentralisierung ermöglicht mehr Flexibilität, eine Entlastung des Managements, verkürzte Entscheidungswege, steigende Motivation und Entscheidungsqualität sowie die Vermeidung von Durchsetzungswiderständen (vgl. Abbildung 2-4). (Hungenberg 1995, S. 103)



*Abbildung 2-4: Ziele der Zentralisierung bzw. Dezentralisierung in Anlehnung an Hungenberg (1995, S. 103)*

Die Einflussgrößen der (De-)Zentralisierung von z.B. Entscheidungen sind vielfältig und mit unterschiedlich starken Einflussgraden behaftet. Externe Einflussfaktoren wie Märkte und Lieferanten beeinflussen die Dezentralisierung ebenso wie interne Faktoren wie z.B. Produktionsprogramme, Strategien oder Eigentumsverhältnisse. (Roth & Behme 1997, S. 104 f.) Diese Faktoren können unter dem Begriff „Komplexität“ vereint werden. Nachfolgend erfolgt eine Beschreibung der Komplexität in Produktionsnetzwerken für ein tiefergehendes Verständnis relevanter Einflussgrößen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen.

## 2.2 Komplexität in Produktionsnetzwerken

In diesem Kapitel werden die notwendigen Grundlagen der Komplexitätsbetrachtung in globalen Produktionsnetzwerken eingeführt. Es werden die Systemtheorie sowie die Komplexität im Allgemeinen erläutert. Diese Konzepte werden auf Produktionssysteme übertragen und in das Komplexitätsmanagement eingeordnet.

## 2.2.1 Systeme und Komplexität

### 2.2.1.1 Grundlagen der Systeme und der Systemtheorie

Der Begriff des Systems bildet die Grundlage für das ganzheitliche und vernetzte Denken (Budde 2015, S. 23). Im Alltag werden unterschiedliche Dinge durch den Systembegriff beschrieben, wie z.B. das Periodensystem, das Axiomensystem oder das Koordinatensystem. Den spezifischen Definitionen ist gemein, dass der Inhalt des Systems nicht genau beschrieben wird (Budde 2015, S. 23). Ferner liegt keine allgemeingültige Definition über alle Wissenschaftsgebiete des Begriffs vor. Eine Definition mit allgemeingültigem Charakter beschreibt ein System als eine Menge von Elemente, die durch eine Menge an Verbindungen bzw. Interdependenzen miteinander verbunden ist (Krallmann, Frank & Gronau 2002, S. 44; Göpfert 1998, S. 26). Ein System steht mit der Umwelt in Wechselwirkung und ist somit Teil eines größeren Systems (Budde 2015, S. 24). Die Systemgrenze umgibt das System und grenzt dieses von der Umwelt ab (Krallmann, Frank & Gronau 2002, S. 44; Westphal 2001). Gleichzeitig ist sie die Verbindung von System und Umwelt (Krallmann, Frank & Gronau 2002, S. 44; Göpfert 1998, S. 13 f.). Umwelt und System können nicht unabhängig voneinander existieren (Göpfert 1998, S. 13) (vgl. Abbildung 2-5).



Abbildung 2-5: System-Umwelt-Beziehung in Anlehnung an Göpfert (1998, S. 13)

Es können offene und geschlossene Systeme unterschieden werden. Geschlossene Systeme ändern sich nicht durch externe Einflüsse aus der Umwelt. Diese Systeme sind rein theoretischer Natur und finden z.B. in der Thermodynamik Anwendung. In der Realität existieren keine geschlossenen Systeme. Offene Systeme stehen in Wechselwirkung mit der Umgebung und tauschen Informationen, Wissen, Energie oder Materie aus (Göpfert 1998, S. 14 f.). Diese Systeme ermöglichen die Erklärung des Systemverhaltens, welches aus der Interaktion mit der Umwelt resultiert (Göpfert 1998, S. 14 ff.; Krallmann, Frank & Gronau 2002, S. 44 f.). (Hoeschen 2015, S. 34)

Bestrebungen zur Vereinheitlichung des Verständnisses von Systemen gehen auf die allgemeine Systemtheorie von Ludwig von Bertalanffy zurück (Bertalanffy 1968, S. 30 ff.). Die Systemtheorie gibt einen Bezugsrahmen über Formen von Systemen vor. Die Kybernetik bzw. Systemtechnik fokussiert hingegen die Steuerung oder Beherrschung von Systemen (Bertalanffy 1968, S. 21). Abhängig von der Charakterisierung der einzelnen Elemente und Beziehungen der Elemente kann ein System unterschiedlich komplex sein (Budde 2015, S. 26). Dementsprechend bildet die Systemtechnik eine grundlegende Basis für die Komplexitätswissenschaft (Kaufmann 2007, S. 54 f.; Hoeschen 2015, S. 32). Für ein besseres Verständnis folgt nun die Beschreibung der Komplexität und komplexer Systeme.

### **2.2.1.2 Komplexität und komplexe Systeme**

Es existieren zahlreiche Definitionen von Komplexität in der Literatur (Hoeschen 2015, S. 41). Diese unterscheiden sich abhängig von der jeweiligen Wissenschaftsdisziplin (Kirchhof 2003, S. 11 f.). Der Definition von Ulrich & Probst (1995) folgend, wird Komplexität im Zusammenhang mit dem Systembegriff verwendet. Hierzu ist eine Unterscheidung zwischen Kompliziertheit und Komplexität vonnöten. Komplex ist ein System, wenn es nicht nur in seiner Beschaffenheit kompliziert ist, sondern auch in der Änderungsrate. (Ulrich & Probst 1995, S. 57 f.; Budde 2015, S. 26)

Auf Basis dessen wurden Systeme anhand der Dimensionen Dynamik und Vielzahl bzw. Vielfalt der Elemente klassifiziert (vgl. Abbildung 2-6) (Ulrich & Probst 1995, S. 108 f.; Schuh & Riesener 2017, S. 9 f.). Systeme mit einer geringen Anzahl an Elementen und wenig Veränderlichkeit werden als einfache Systeme klassifiziert. Komplizierte Systeme besitzen viele Elemente mit wenig Dynamik. Relativ komplexe Systeme beinhalten wenige Elemente mit einer hohen Dynamik und äußerst komplexe Systeme vereinen eine hohe Elementvielfalt mit hoher Dynamik. (Schuh & Riesener 2017, S. 9 f.)

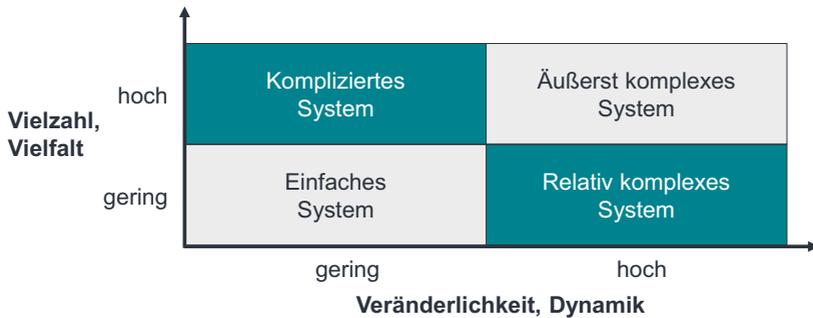


Abbildung 2-6: Systemkomplexität in Anlehnung an Schuh & Riesener (2017, S. 11)

Die Beschreibungsdimensionen der Komplexität sind ebenso vielfältig wie der Komplexitätsbegriff selbst. Gemeinhin werden, wie in der Definition komplexer Systeme, die Dimensionen Vielzahl und Vielfalt sowie Dynamik verwendet. Ferner wird die Vieldeutigkeit in weiteren Ansätzen inkludiert. Diese Dimensionen haben einen unterschiedlichen Komplexitätsbezug hinsichtlich Elementen und Relationen. Die folgende Abbildung 2-7 fasst die wichtigsten Komplexitätsbegriffe zusammen. (Kirchhof 2003, S. 17; Varandani 2014, S. 36)



Abbildung 2-7: Charakterisierung der Komplexität in Anlehnung an Kirchhof (2003, S. 17)

Die Vielzahl wird durch die Menge von Elementen und den Kopplungsgrad beschrieben. Die Vielfalt wird durch Diversität und Divergenz erklärt, wobei die Diversität den Grad der Unterschiedlichkeit und die Divergenz das Auseinanderströmen beschreiben.

Die Veränderlichkeit wird durch die Dynamik und das Chaos beschrieben. Dynamik beschreibt wiederkehrende Wachstums- bzw. Schrumpfungsmuster, wobei Chaos also dynamische Unordnung durch Wechselwirkungen mehrere Relationen im System entstehen kann. Die Vieldeutigkeit kann durch unterschiedliche Freiheitsgrade der Elemente oder durch Unschärfe bzw. Intransparenz der Relationen dargestellt werden. (Kirchhof 2003, S. 17 f.; Varandani 2014, S. 36 f.)

## **2.2.2 Komplexitätstheorie in Produktionssystemen**

### **2.2.2.1 Komplexität in Produktionssystemen**

Den dargestellten Charakteristika komplexer Systeme folgend, kann ein Unternehmen aufgrund der zahlreichen externen Einflüsse und aufgrund interner Elemente und Abhängigkeiten als komplexes, offenes System charakterisiert werden (Thommen et al. 2017, S. 8; Ulrich & Probst 1995, S. 52 f.). Zwischen einem Unternehmen und der Umwelt, sprich z.B. den Kunden, den Lieferanten oder den Wettbewerbern, liegen vielfältige Beziehungen vor. Unternehmen verfolgen dabei Ziele, um die Wettbewerbsposition zu sichern, eine Reduktion externer Störungen herbeizuführen und versuchen entsprechend zu handeln. (Ulrich & Probst 1995, S. 52 ff.) Im Fokus dieser Arbeit stehen Handlungsfelder aus dem Bereich Produktion. Die Handlungsfelder unterteilen sich in die interne und externe Komplexität (Wildemann 1999, S. 38 ff.).

### **2.2.2.2 Komplexitätstreiber von Produktionssystemen und -netzwerken**

Die Komplexität in Produktionssystemen und -netzwerken wird durch unterschiedliche Komplexitätstreiber je nach systematischer Betrachtungsweise hervorgerufen (Luczak & Fricker 1997, S. 317 f.; Budde 2015, S. 34). Auf der Netzwerkebene kann die Komplexität durch diverse Kundenanforderungen oder Marktanpassungen entstehen. Die Komplexität der Standorte zeichnet sich durch die Anzahl verschiedener Produkte oder einer Vielzahl vernetzter Prozesse aus (Wildemann 1999, S. 39 ff.; Budde 2015, S. 34).

Die Ursachen der Komplexität liegen in den internen und externen Komplexitätstreibern. Externe, oder auch exogene Komplexitätstreiber, wirken von außen auf das Unternehmen bzw. das Produktionsnetzwerk und sind nur bedingt durch das Unternehmen beeinflussbar. (Wildemann 1999, S. 38 ff.; Bliss 2000, S. 4 f.) Interne, oder auch endogene Komplexitätstreiber, resultieren aus der externen Komplexität und bilden die Komplexität innerhalb des Machtbereiches des Unternehmens ab. Die Marktbedürf-

nisse der Kunden werden in die Marktleistung des Unternehmens übertragen. Unternehmen gelten als besonders erfolgreich, wenn sie eine hohe externe Komplexität in eine niedrige interne Komplexität überführen können (vgl. Abbildung 2-8). (Schuh & Riesener 2017, S. 17 ff.)

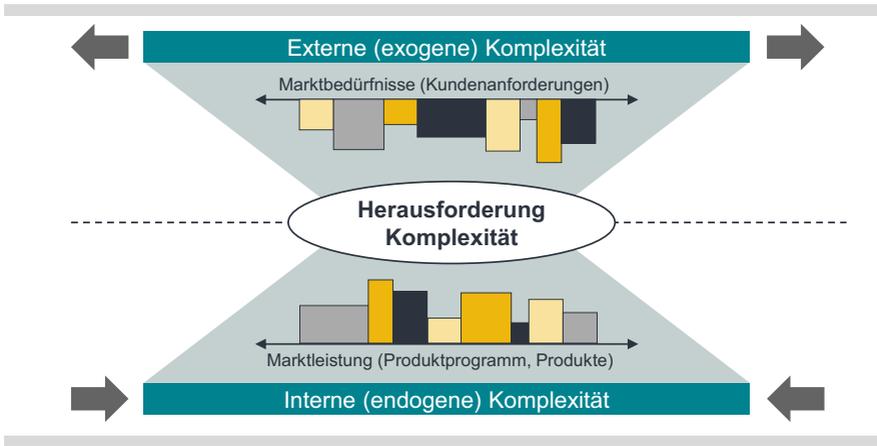


Abbildung 2-8: Zusammenspiel von externer und interner Komplexität in Anlehnung an Kaiser (1995, S. 101)

Die externe Komplexität ist das Ergebnis des Marktes, der Lieferanten und der Wettbewerber. Andere Dimensionen wie soziokulturelle, rechtliche oder politische Einflüsse, die nicht unternehmensspezifisch sind, werden in dieser Arbeit nicht betrachtet. Die Markt- bzw. Nachfragekomplexität beschreibt die steigende Nachfrage nach individuellen Produkten sowie die Fragmentierung der Märkte (Bliss 2000, S. 5). Unter Lieferantenkomplexität wird die Vielzahl unterschiedlicher Lieferanten sowie die Zuverlässigkeit der Lieferanten verstanden (Gerschberger, Manuj & Freinberger 2017, S. 691 f.). Die Wettbewerberkomplexität beschreibt den Druck, welchen Wettbewerber in Form von Zeit, Kosten und Qualität auf das fokale Unternehmen ausüben (Schuh & Riesener 2017, S. 48 f.).

Die interne Komplexität wird ebenso durch differenzierte Faktoren beschrieben. Zu betrachtende Faktoren sind die Produktprogrammkomplexität, die Produktkomplexität, die Organisationskomplexität und die Zielkomplexität. Die Produktprogrammkomplexität beschreibt die Anzahl und Vielfalt der produzierten Produkte. Die Produktkomplexität

charakterisiert die Anzahl an Modulen und Komponenten zur Herstellung eines Produktes. Die Organisationskomplexität beschreibt die Strukturen im Unternehmen, deren Schnittstellen und Abhängigkeiten. (Bliss 2000, S. 6) Die Zielkomplexität charakterisiert die Anzahl und Vielfalt von Systemzielen sowie Beziehungen zwischen Zielen (Bliss 2000, S. 7). Im Fokus der Arbeit stehen die Ziele des Produktionsnetzwerkes und einzelner Produktionsstandorte (vgl. Kapitel 2.1.2.2). Eine ausführliche Darstellung und Analyse der Komplexitätstreiber von Produktionssystemen kann Wildemann & Voigt (2011, S. 70 f.) entnommen werden.

### **2.2.2.3 Komplexitätsmanagement in Produktionsnetzwerken**

Die beschriebenen Eigenschaften der Komplexität in Produktionsstandorten und -netzwerken führt dazu, dass das Management von Komplexität nicht isoliert, sondern ganzheitlich betrachtet werden muss (Gießmann & Lasch 2010, S. 49; Schuh & Riesener 2017, S. 18; Budde 2015, S. 57). Komplexitätsmanagement kann als Komplexitätsbewältigung verstanden werden. Das Komplexitätsmanagement verfolgt drei elementare Ziele: die Vermeidung, die reaktive Beeinflussung und die Beherrschung von Komplexität. (Schoeneberg 2014, S. 315; Schuh & Riesener 2017, S. 15) Diese Arbeit fokussiert die Beherrschung von Komplexität. Die Komplexitätsbeherrschung weist reaktive Komponenten auf (Schoeneberg 2014, S. 316). Das Ziel ist es, die durch exogene Faktoren gegebene Komplexität effizient in interne Strukturen und Prozesse zu überführen. Ein Ansatzpunkt ist hierbei die Harmonisierung von Organisationsstrukturen oder die Umsetzung von Baukastensystemen in der Produktgestaltung (Schoeneberg 2014, S. 316).

### **2.2.2.4 Zusammenfassung**

Komplexe Systeme, wie Produktionsnetzwerke es sind, benötigen ein ganzheitliches und vernetztes Systemdenken (Thommen et al. 2017, S. 8; Ulrich & Probst 1995, S. 5 ff.), um der Vielzahl an Faktoren hinsichtlich der Gestaltung der Entscheidungsautonomie in Produktionsnetzwerken gerecht zu werden. Dementsprechend werden im Folgenden die methodischen Grundlagen des vernetzten Denkens sowie statistischer Analysemethoden aufgezeigt.

## 2.3 Methodische Grundlagen

Dieses Kapitel legt die methodischen Grundlagen für eine Methodik zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken dar. Als holistischer Ansatz zur Analyse komplexer Systeme wird die Methodik des vernetzten Denkens beschrieben. Darüber hinaus werden theoretische Grundlagen zur statistischen Analyse empirischer Daten vorgestellt.

### 2.3.1 Methode des vernetzten Denkens

Die Methode des vernetzten Denkens kann in die Systemtechnik eingeordnet werden (siehe Anhang A1). Diese fokussiert die Regelung technischer Systeme, worunter auch globale Produktionsnetzwerke gefasst werden.

Ein maßgebliches Problem bei der strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken ist die schiere Anzahl und Vernetzung relevanter Einflussfaktoren (Hungenberg 1995, S. 123). Die Methode des vernetzten Denkens setzt hier an und ermöglicht das Management komplexer Systeme durch ein Denken in einfacheren Zusammenhängen. Dieses wird durch ein integratives Denken charakterisiert, wodurch die einfacheren Zusammenhänge zu einem großen Ganzen kombiniert werden. (Probst & Gomez 1991, S. 5; Vester 2001, S. 16) Bei der Methode des vernetzten Denkens ist im Besonderen die Fokussierung auf greifbare Faktoren vonnöten, wobei gleichzeitig alle nicht messbaren sowie nicht relevanten Faktoren vernachlässigt werden sollen. Damit wird eine Ursachenbehandlung erreicht, welche dem Charakter komplexer Systeme gerecht wird. Ein zusätzlicher Fokus soll auf die vollständige Darstellung von Wirkzusammenhängen gelegt werden, auch wenn eine exakt mathematische Beschreibung nicht möglich ist. (Vester 2001, S. 16; Maue 2015, S. 106)

Die Methode des vernetzten Denkens setzt sich aus sechs Schritten zusammen (vgl. Abbildung 2-9), welche nachfolgend konsekutiv erklärt werden, in der Anwendung allerdings einen iterativen und vernetzten Charakter aufweisen (Probst & Gomez 1991, S. 9). Der erste Schritt besteht aus der Bestimmung der Ziele und der Modellierung der Problemsituation. Die Ziele einer Situation geben hierbei einen Orientierungsrahmen vor. Diese Ziele können in komplexen Situationen meist multipler und kontradiktorischer Art sein. Die Problemsituation wird unter den Prämissen der Ziele als Basis der weiteren Methode verwendet. (Probst & Gomez 1991, S. 9 ff.) Der zweite Schritt beschreibt die

Analyse von Wirkzusammenhängen zwischen den Elementen des betrachteten Systems. Es werden die Interaktionen der Systemelemente hinsichtlich ihrer Wirkungsrichtung, den Zeitaspekten und der Intensität erfasst. (Probst & Gomez 1991, S. 11)

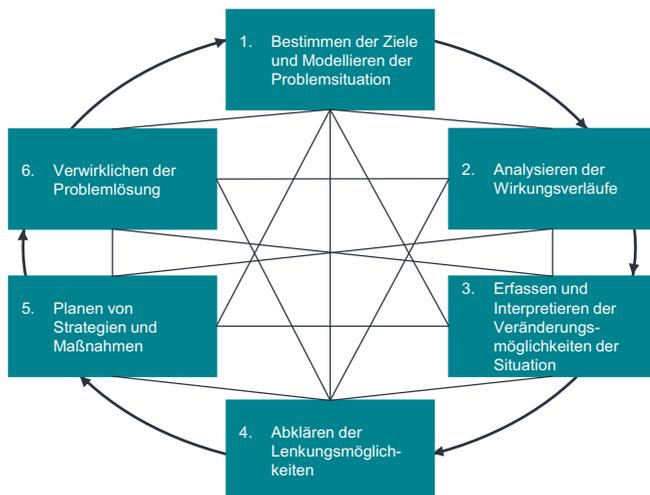


Abbildung 2-9: Schritte der Methode des vernetzten Denkens in Anlehnung an Probst & Gomez (1991, S. 8)

Eine Quantifizierung der Intensität und Wirkungsrichtung der Wirkzusammenhänge ist oftmals nur qualitativ möglich. Es eignet sich die Einflussmatrix (vgl. Abbildung 2-10) als Methode zur Quantifizierung dieser Zusammenhänge, wobei die einzelnen Systemelemente hinsichtlich ihrer Wirkungsrichtung und Intensität direkt miteinander verglichen werden. Das Ausfüllen der Einflussmatrix wird durch Experten der Problemsituation vollzogen. Eine Visualisierung in Form einer Intensitätsmatrix ist möglich, um eine Hierarchisierung der Systemelemente vollziehen zu können. (Probst & Gomez 1991, S. 13 f.) Der dritte Schritt beschreibt die Erfassung und die Interpretation der Veränderungsmöglichkeiten des betrachteten Systems. Veränderungsmöglichkeiten des Systems sollten möglichst ganzheitlich betrachtet werden, um eine zu eindimensionale Sichtweise zu vermeiden. Verschiedene Szenarien der einzelnen Systemelemente werden gedanklich simuliert und die entstehenden Auswirkungen auf andere Systemelemente betrachtet. (Probst & Gomez 1991, S. 14 f.)

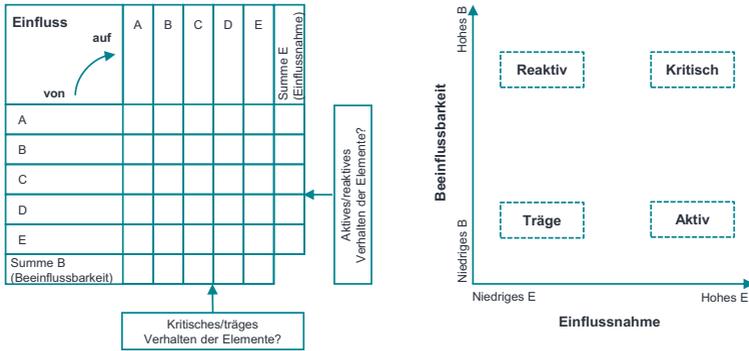


Abbildung 2-10: Einfluss- und Intensitätsmatrix in Anlehnung an Probst & Gomez (1991, S. 13 f.)

Der vierte Schritt thematisiert die Abklärung der Lenkungsmöglichkeiten. Systemelemente, die verändert werden können, bzw. im Machtbereich des Betrachters liegen, werden hierbei analysiert. Ebenso wird eine Lenkungsebene charakterisiert, welche den Bereich beschreibt, in dem ein Lenker die ihm gegebene Macht innehat. (Probst & Gomez 1991, S. 17) Im fünften Schritt folgt das Planen von Strategien und Maßnahmen. Es wird die Art und Weise des Systemeingriffs entworfen und simuliert, wobei verschiedene potentielle Eingriffsstrategien berücksichtigt werden. (Probst & Gomez 1991, S. 17 f.) Der finale sechste Schritt beschreibt die Verwirklichung der Problemlösung. Die definierten Strategien und Maßnahmen müssen folglich umgesetzt werden, um in der Praxis eine Verbesserung der Problemsituation herbeizuführen. Die Problemlösung wird dynamisch verstanden, sodass durch diesen letzten Schritt auch eine Anpassung der Maßnahmen an sich ändernde Problemsituationen erreicht werden kann. Eine Iteration wird so erreicht. (Probst & Gomez 1991, S. 18)

### 2.3.2 Multivariate Analysemethoden

Im Folgenden werden die Grundlagen der empirisch quantitativen Forschung sowie multivariater Analysemethoden dargelegt. Zuerst erfolgt eine Einführung in die empirisch quantitative Forschung. Anschließend wird die generelle Strukturierung multivariater Analysemethoden aufgezeigt. Zuletzt werden ausgewählte Methoden detailliert.

### **2.3.2.1 Grundlagen empirisch quantitativer Forschung**

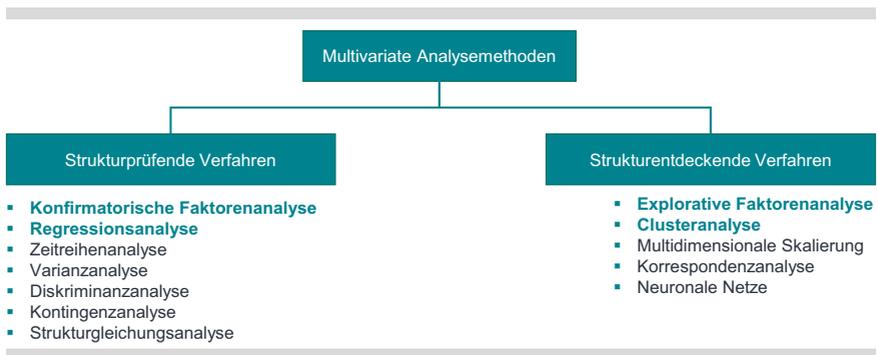
Empirisch quantitative Forschung wird basierend auf Primär- oder Sekundärdaten durchgeführt. Primärdaten werden explizit für die Auswertung erhoben, wohingegen Sekundärdaten anderen Quellen wie z.B. älteren Umfragen, öffentlichen Statistiken, Beobachtungen oder Datenbanken entstammen. Umfragen können mittels Fragebögen oder Interviews erhoben werden. Fragebögen bieten den Vorteil der einfacheren statistischen Auswertung durch multivariate Analysemethoden. (Riesenhuber 2009, S. 12)

Einzelne Fragebogenrückläufer werden als Fall bzw. Objekt bezeichnet. Fragen innerhalb des Fragebogens werden Items oder Indikatoren genannt. Fragen innerhalb eines Fragebogens können durch unterschiedliche Skalenniveaus erfasst werden (siehe Anhang A2). Einzelne Ausprägungen einer Frage werden als Merkmale verstanden. Items können zusammengefasst werden, um einen übergeordneten Zusammenhang abzubilden. Diese Zusammenfassung wird Konstrukt genannt. Ein Konstrukt bildet demnach einen übergeordneten Indikator einer zu beschreibenden, oftmals schwer greifbaren bzw. beschreibbaren, latenten Variable dar. (Heiss & Matthes 2018, S. 4)

Um den Aussagegehalt und den Messvorgang in der empirisch quantitativen Forschung abzusichern, haben sich verschiedene Gütekriterien etabliert. Diese sind die Objektivität, die Reliabilität und die Validität (siehe Anhang A3).

### **2.3.2.2 Strukturierung multivariater Analysemethoden**

Multivariate Analysemethoden analysieren die Zusammenhänge mehrerer Variablen auf quantitative Weise. Sie eignen sich zur Analyse großer Datenmengen und sind daher ein elementarer Bestandteil der empirischen Forschung (Backhaus et al. 2016, S. 8). Multivariate Analysemethoden lassen sich in Methoden zur Analyse einer abhängigen Variablen (Dependenzanalyse) und keiner abhängigen Variablen (Interdependenzanalyse) unterteilen. Ebenso ist eine Unterteilung nach dem Anwendungsbezug der Methoden in primär strukturprüfend und primär strukturentdeckend verbreitet (Backhaus et al. 2016, S. 15) (siehe Abbildung 2-11).



*Abbildung 2-11: Strukturierung multivariater Analysemethoden in Anlehnung an (Backhaus et al. 2016, S. 15)*

Strukturprüfende Verfahren haben das primäre Ziel, Zusammenhänge zwischen Variablen zu überprüfen. Kausale Abhängigkeiten einer interessierenden Variablen von einer oder mehreren unabhängigen Variablen, auch Einflussfaktoren genannt, werden geprüft. Inhaltliche Validität wird durch das theoretische Vorverständnis des Anwenders und der Aufstellung der theoretischen Abhängigkeiten sichergestellt. Elementare strukturprüfende Verfahren sind die Regressionsanalyse, die Zeitreihenanalyse, die Varianzanalyse, die Diskriminanzanalyse, Kontingenzanalyse, die logistische Regression, die Strukturgleichungsanalyse und die Conjoint-Analyse. (Backhaus et al. 2016, S. 15)

Strukturentdeckende Verfahren zielen auf das Finden von Zusammenhängen zwischen Variablen ab. Der Anwender muss hier nicht zwingend ein theoretisches Vorverständnis über die Beziehungen zwischen den Variablen haben. Elementare strukturentdeckende Verfahren sind die Faktorenanalyse, die Clusteranalyse, die multidimensionale Skalierung, die Korrespondenzanalyse und Neuronale Netze. (Backhaus et al. 2016, S. 15) Im Folgenden werden die Faktorenanalyse, die Clusteranalyse und die Regressionsanalyse vorgestellt.

### 2.3.2.3 Faktorenanalysen

Mittels der Faktorenanalyse wird aus einer größeren Anzahl Variablen aufgrund von Korrelationen eine kleinere Anzahl voneinander unabhängiger Variablengruppen, oder Konstrukte, die auch Faktoren genannt werden, extrahiert. Relevant ist die Frage, ob sich eine Vielzahl an Merkmalen, die zu einem Sachverhalt oder einer Fragestellung erhoben wurden, auf einige wenige zentrale Faktoren zurückführen lassen. (Backhaus

et al. 2016, S. 21) Generell wird zwischen der explorativen (strukturentdeckenden) und konfirmatorischen (strukturprüfenden) Faktorenanalyse unterschieden (Eisend & Kuß 2021, S. 190).

Bei der explorativen Faktorenanalyse werden Strukturen in einer Vielzahl von Variablen ermittelt. Diese Strukturen werden Faktoren genannt. Diese Faktoren werden latent wahrgenommen und über die Korrelationen der einzelnen Items mittels Algorithmen ermittelt. Zur Bestimmung aussagekräftiger Faktoren sollten die zugeordneten einzelnen Items miteinander korrelieren. Diese Items korrelieren dann auch stark mit einem einzelnen Faktor, welcher folglich extrahiert werden kann. (Eisend & Kuß 2021, S. 190)

Bei der konfirmatorischen Faktorenanalyse besitzt der Anwender ein theoretisches Vorverständnis und prüft, ob eine Vielzahl an Variablen durch eine zuvor festgelegte Anzahl an Faktoren valide abgebildet werden kann. Bei der konfirmatorischen Faktorenanalyse wird auch von einem Messmodell gesprochen, welches durch empirische Daten geprüft werden soll. (Backhaus et al. 2016, S. 567 ff.) Erfüllen einzelne Items bestimmte Gütekriterien der konfirmatorischen Faktorenanalyse nicht, werden diese aus der Analyse entfernt, sodass lediglich die relevanten Items zur Bestimmung der Faktoren herangezogen werden. (Eisend & Kuß 2021, S. 190)

Generell werden die ermittelten Items durch die Bildung eines Durchschnittswertes der einzelnen Itemwerte zu einem Faktor vereint. Ebenso ist die Bildung eines gewichteten Durchschnitts möglich. Diesem Faktor kann somit ein messbarer Wert zugewiesen werden. (Hair et al. 2014, S. 122) Die Faktorenanalyse dient der Bestimmung der Güte eines Konstruktes. Die Güte wird durch die Reliabilität und die Validität bestimmt. Die Reliabilität wird dabei durch das Cronbachs Alpha ( $\alpha$ ) gemessen. Mit dem Cronbachs Alpha wird die interne Konsistenz eines Konstruktes gemessen, es wird also ausgesagt wie gut eine Variablengruppe ein unidimensionales, latentes Konstrukt misst. Zur Bestätigung der Reliabilität sollte das Cronbachs Alpha bei der konfirmatorischen Faktorenanalyse größer als 0,7 sein. Bei der explorativen Faktorenanalyse genügt ein Wert größer als 0,6. (Hair et al. 2014, S. 123) Bei der Messung der Validität wird zwischen den Arten der Faktorenanalyse unterschieden. Da in der vorliegenden Arbeit die konfirmatorische Faktorenanalyse angewendet wird, wird auch die zugehörige Validität beschrieben. Es werden die Konvergenz- und die Diskriminanzvalidität unterschieden (siehe Anhang A4).

### 2.3.2.4 Clusteranalysen

Während die Faktorenanalyse eine Bündelung von Variablen anstrebt, zielt die Clusteranalyse auf eine Bündelung von Objekten, also den Studienrückläufern, anhand von Ähnlichkeiten ab (Backhaus et al. 2016, S. 21). Ziel der Clusteranalyse ist es, die Objekte bzgl. bestimmter Merkmale in möglichst homogenen Gruppen zusammenzufassen. Die entstehenden Gruppen sollten dabei untereinander möglichst heterogen und in sich möglichst homogen sein. (Backhaus et al. 2016, S. 455) Generell können durch die Clusterung natürliche Gruppen innerhalb von Objekten identifiziert werden. Dadurch ist es möglich, Beziehungen zwischen den Objekten aufzuzeigen, was durch Einzelbeobachtungen nicht möglich wäre. (Hair et al. 2014, S. 428)

Es lassen sich unterschiedliche Verfahren zur Gruppenbildung unter dem Begriff der Clusteranalyse zusammenfassen. Diese Verfahren unterscheiden sich primär bzgl. der folgenden zwei Merkmale (Backhaus et al. 2016, S. 455):

1. Proximitätsmaß: Statistisches Maß, das die Ähnlichkeit bzw. Unähnlichkeit zwischen Objekten misst. (Backhaus et al. 2016, S. 455)
2. Gruppierungsverfahren: Vorgehensweise, anhand derer die Gruppierung von Objekten zu Gruppen (Hierarchische Algorithmen bzw. Fusionierungsalgorithmen) oder die Zerlegung einer Grundgesamtheit in Gruppen (Partitionierungsalgorithmen) erfolgt. (Backhaus et al. 2016, S. 455)

Generell werden hierarchische und partitionierende Verfahren der Clusteranalyse unterschieden. Ein häufig genutztes partitionierendes Verfahren der Clusteranalyse ist die k-Means-Clusteranalyse (Olhager & Feldmann 2018, S. 698 f.). Für die Anwendung dieses Verfahrens ist die Vorgabe einer festen Anzahl an Clustern notwendig. Dementsprechend wird ein theoretisches Vorverständnis der Objekte bzw. die Prüfung einer Theorie vorausgesetzt. Anhand dieser Vorgabe (Startpartition) kann eine Clusterung der Objekte durchgeführt werden. Aufbauend darauf werden die Objekte den Clustern iterativ zugeordnet, mit den Zielen der Minimierung des Abstandes der Objekte innerhalb eines Clusters und der Maximierung des Abstandes zwischen den Clustern (Hair et al. 2014, S. 444). Das Proximitätsmaß zur Berechnung dieser Abstände ist bei der k-Means-Clusteranalyse die euklidische Distanz. Der Algorithmus der k-Means-Clusteranalyse terminiert, sobald das verwendete Varianzkriterium erreicht ist (z.B. es kann keine geringere Varianz innerhalb eines Clusters erreicht werden). Dieses Kriterium misst die Varianz innerhalb der bestehenden Cluster, sprich aufsummiert den Abstand

der Objekte zum Clustermittelpunkt. So sorgt der Algorithmus für möglichst homogene Gruppen. (Backhaus et al. 2016, S. 484)

Im Gegensatz zu den partitionierenden Verfahren benötigen hierarchische Verfahren keine Startpartition. Hierarchische Verfahren gruppieren möglichst gleiche Objektpaare und –gruppen miteinander. Diese Paare bzw. Gruppen werden im Clusterungsprozess nicht wieder aufgelöst. Demnach ist eine Zuordnung von Objekten zueinander, sobald diese einmal durchgeführt wurde, final. Partitionierende Verfahren haben hier den Vorteil, dass Objekte zwischen Clustern ausgetauscht werden können, sollten sich die Clustermittelpunkte verschieben. (Backhaus et al. 2016, S. 476) Hierarchische Verfahren bilden dementsprechend weniger starke Clusterunterschiede als partitionierende Verfahren (Hair et al. 2014, S. 465). Die Güte der Clusteranalyse wird durch die Kriteriumsvalidität sichergestellt (siehe Anhang A5).

### **2.3.2.5 Regressionsanalysen**

Die Regressionsanalyse ist ein strukturprüfendes Verfahren zur Identifizierung von Kausalbeziehungen (Ursache-Wirkungs-Beziehungen oder Wirkzusammenhänge) zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen. Ebenso liegt ein Anwendungsbereich der Regressionsanalyse in der Bildung von Prognosen. Die Regressionsanalyse ist das am häufigsten verwendete multivariate Analyseverfahren. (Backhaus et al. 2016, S. 16)

Mit Hilfe der Regressionsanalyse lassen sich demnach Wirkzusammenhänge zwischen Variablen quantifizieren und damit relativ exakt darstellen. Darüber hinaus eignet sich die Regressionsanalyse zur Überprüfung von Hypothesen und theoretisch formulierten Wirkzusammenhängen. Die Anzahl an unabhängigen und abhängigen Variablen bestimmt, ob eine einfache oder eine multiple Regression durchgeführt werden muss. (Backhaus et al. 2016, S. 16) Generell wird eine Regressionsanalyse in fünf Schritten durchgeführt (vgl. Abbildung 2-12) (Backhaus et al. 2016, S. 69). Diese werden im Folgenden detailliert.



Abbildung 2-12: Ablaufschritte der Regressionsanalyse in Anlehnung an Backhaus et al. (2016, S. 69)

Für die **Modellformulierung** ist es vonnöten, Hypothesen über die Wirkzusammenhänge aufzustellen (Backhaus et al. 2016, S. 69). Dafür muss der Anwender entscheiden, welche Variable die abhängige und welche die unabhängige Variable ist (Urban & Mayerl 2018, S. 26). Darüber hinaus wird die Art des Wirkzusammenhangs durch die **Schätzung der Regressionsfunktion** vermutet. Es wird also dargestellt, ob ein positiver oder negativer Wirkzusammenhang vorliegt (Backhaus et al. 2016, S. 73). Hierfür wird stellvertretend eine lineare Regressionsgerade in der folgenden Form beschrieben (vgl. Formel 2-1). Für die exakte Berechnung des mathematischen Zusammenhangs müssen die Parameter  $b_0$  und  $b_1$  definiert werden.

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 x_1 \quad 2-1$$

$b_0$  beschreibt den Schnittpunkt mit der Y-Achse.  $b_1$  gibt die Steigung der Regressionsgeraden (Regressionskoeffizient) wieder und beschreibt damit, wie sich die abhängige Variable ( $\hat{Y}$ ) bei einer Veränderung der unabhängigen Variablen ( $x_1$ ) verhält. (Backhaus et al. 2016, S. 70) Da Regressionsgeraden nie perfekt durch alle Punkte eines Datensatzes verlaufen, liegen Abweichungen zwischen der Regressionsgeraden und den ursprünglichen Datenpunkten vor. Es wird von Residuen gesprochen. Residuen ( $e_k$ ) geben den Abstand zwischen dem tatsächlichen Wert der abhängigen Variablen ( $y_k$ ) und der Regressionsgeraden wieder. Die Abstände bzw. die Residuen gilt es zu minimieren, um eine möglichst originalgetreue Regressionsgerade zu erhalten. Hierfür eignet sich das Kleinst-Quadrate-Kriterium (vgl. Formel 2-2). (Backhaus et al. 2016, S. 75 ff.)

$$\sum_{k=1}^K e_k^2 = \sum_{k=1}^K [y_k - (b_0 + b_1 x_1)]^2 \rightarrow \min! \quad 2-2$$

Im Rahmen der **Prüfung der Regressionsfunktion** wird die Güte der Regressionsfunktion überprüft. Es erfolgt also eine Prüfung, inwieweit die Regressionsfunktion die Realität darstellt. Diese Prüfung lässt sich in eine globale und lokale Prüfung unterteilen. Global wird überprüft, ob die abhängige Variable durch die Regressionsfunktion erklärt wird. Lokal wird geprüft, ob einzelne Variablen der Regressionsfunktion zur Erklärung der abhängigen Variablen beitragen. (Backhaus et al. 2016, S. 81) Neben den zu untersuchenden unabhängigen Variablen werden Kontrollvariablen in die Regressionsfunktion integriert, um externe Effekte zu bereinigen (Klarmann & Feurer 2018, S. 26 f.). Diese werden ebenso wie die unabhängigen Variablen in die Regressionsfunktion integriert. Die Auswahl der Kontrollvariablen liegt beim Anwender und sollte an den gegebenen Fall angepasst werden (Backhaus et al. 2016, S. 101 f.). Zur Prüfung der globalen Güte werden das Bestimmtheitsmaß und die F-Statistik herangezogen. Das Bestimmtheitsmaß zeigt, wie groß der Anteil der Gesamtstreuung der abhängigen Variablen durch die Regressionsfunktion erklärt wird (Backhaus et al. 2016, S. 84). Die F-Statistik integriert darüber hinaus die Stichprobengröße und die Regressorenanzahl (d.h. die Anzahl unabhängiger Variablen). Die Nullhypothese lautet klassischerweise, dass alle Regressionskoeffizienten null sind und somit keinen Einfluss auf die abhängige Variable haben. Diese Nullhypothese wird verworfen, sofern die Signifikanzgrenze unterschritten wird. Üblicherweise liegt diese bei 5 % (Backhaus et al. 2016, S. 88), gängig ist jedoch auch eine Grenze von 10 % bei neu aufgestellten Regressionsfunktionen und -modellen (Andersen 2004, S. 1285 ff.; Kawai & Strange 2014, S. 510 ff.; Wiech et al. 2020, S. 7 ff.). Der Signifikanzwert wird auch p-Wert (engl. prob value) genannt (Backhaus et al. 2016, S. 90). Zur **Prüfung der Regressionskoeffizienten** wird die lokale Güte bewertet. Zur Bewertung der lokalen Güte einzelner unabhängiger Variablen wird die t-Statistik herangezogen. Diese setzt die Regressionskoeffizienten in Bezug zum jeweiligen Standardfehler. Die Signifikanzgrenzen und die Nullhypothese gelten hier gleichermaßen wie in der F-Statistik. (Backhaus et al. 2016, S. 90 f.; A\_Weil 2021, S. 58) Nach der Prüfung der Regressionsfunktion und -koeffizienten ist eine **Prüfung der Modellprämissen** notwendig. Die zugehörigen Modellprämissen finden sich im Anhang A6.

### 3 Stand der Forschung

Basierend auf den forschungsleitenden Fragestellungen, der abgeleiteten Zielsetzung sowie den aufgeführten Grundlagen werden nachfolgende Anforderungen an eine Methodik zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken hergeleitet. Durch die aufgestellten Anforderungen wird eine Vielzahl von aktuellen Ansätzen auf die hinreichenden Ansätze im Themenfeld der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken eingegrenzt. Diese Ansätze werden im Anschluss vorgestellt und diskutiert, um den Erfüllungsgrad hinsichtlich der aufgestellten Anforderungen zu bewerten. Das Kapitel endet mit der Herleitung des offenen Theoriedefizits zur (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken.

Die dargelegten Ansätze erheben keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit. Für weiterführende Literatur im Themenfeld wird auf die Arbeiten von Olhager & Feldmann (2021), Olhager & Feldmann (2018) und Young & Tavares (2004) verwiesen.

#### 3.1 Anforderungen an die Methodik

Die Forschungsfragen und die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit (vgl. Kapitel 1.2) bilden den Ausgangspunkt für die Anforderungen an einen Lösungsansatz zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken. Diese Anforderungen lassen sich in die folgenden Bereiche einteilen:

- (1) **Strategien in globalen Produktionsnetzwerken:** Zur hinreichenden Abbildung der relevanten Strategien in Produktionsnetzwerken ist eine detaillierte Betrachtung der Netzwerk- und Produktionsstrategie vonnöten. Die Produktionsstrategie leitet sich aus der Unternehmensstrategie als Funktionalstrategie ab. Die Netzwerkstrategie fungiert als Wegweiser für die langfristige Gestaltung von Produktionsnetzwerken (Anforderungen: Produktionsstrategie, Netzwerkstrategie).
- (2) **(De-)Zentralisierung und Entscheidungsautonomie:** Die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken stellt das Kernelement der vorliegenden Arbeit dar. Dementsprechend ist eine detaillierte Betrachtung von Zentralisierungsaspekten in Produktionsnetzwerken für Lösungsansätze zu gewährleisten (Anforderung: (De-)Zentralisierung von Entscheidungen). Die Ver-

teilung von Entscheidungsautonomie stellt das wesentliche Element der Zentralisierung dar. Lösungsansätze müssen die Entscheidungsautonomie sowie deren Wirkung auf die Leistungsfähigkeit abbilden (Anforderung: Einfluss der Entscheidungsautonomie).

- (3) **Ermittlung von Wirkzusammenhängen:** Zur Ableitung einer idealen Verteilung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken ist die Betrachtung von Wirkzusammenhängen zwischen den Dimensionen Strategie, Komplexität und Entscheidungsautonomie zu gewährleisten. Es sollten die folgenden Wirkzusammenhänge betrachtet werden (Notation Wirkung „von ... auf ...“): (Anforderung: Produktionsstrategie auf Entscheidungsautonomie), (Anforderung: Netzwerkstrategie auf Entscheidungsautonomie), (Anforderung Komplexität auf Entscheidungsautonomie) und (Anforderung: Komplexität auf Strategie). Da Produktionsnetzwerke ein komplexes, gesellschaftliches System sind (vgl. Kapitel 2.2.2), ist eine Betrachtung von empirischen Wirkzusammenhängen zur Abbildung und Analyse der vielfältigen Einflussfaktoren vonnöten (Anforderung: Empirische Datenerhebung).
- (4) **Zielzustand und Handlungsempfehlungen:** Für eine strategie- und komplexitätsorientierte Gestaltung der Entscheidungsautonomie muss ein Zielzustand der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen abgeleitet werden (Anforderung: Zielzustand der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen). Maßnahmen zur Erreichung dieses Zielzustandes können aus verschiedenen Gestaltungsebenen des Produktionsnetzwerkes unterstützen. Mögliche Gestaltungsebenen sind die Aufbau- und Ablauforganisation oder die Digitalisierung (Anforderung: Gestaltungsebenen eines Unternehmens). Die Umsetzung dieser Gestaltungsmaßnahmen ist bzgl. verschiedener Kriterien, wie z.B. monetärer Aufwände oder kultureller Hindernisse, zu bewerten. Ebenso muss ein Lösungsansatz zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie Handlungsempfehlungen für die Realisierung verschiedener Arten der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen ableiten können (Anforderung: Ableitung von Handlungsempfehlungen).

Die nun folgenden Ansätze werden in Kapitel 3.6 auf die Erfüllung der dargelegten Anforderungen hin überprüft, wodurch das bestehende Forschungsdefizit abgeleitet wird.

### **3.2 Ansätze zur Strategie und zu Standortrollen in Produktionsnetzwerken**

Ferdows (1997) unterscheidet sechs elementare Standortrollen bezüglich der strategischen Zielsetzung und der Kompetenz eines Produktionsstandorts. Diese Standortrollen sind: Offshore, Source, Outpost, Lead, Server und Contributor. Die strategischen Zielsetzungen sind Zugang zu niedrigen Kosten, Zugang zu Fähigkeiten und Wissen sowie die Marktnähe. Die Kompetenzen beschreiben die Fähigkeiten eines Standortes entlang seines Wertschöpfungsprozesses. Die Standortrollen Source und Offshore verfolgen die kostengünstige Produktion von Gütern. Ein Source Standort hat darüber hinaus die Fähigkeit, Prozesse weiterzuentwickeln und das Lieferantennetzwerk zu managen. Lead und Outpost Standorte verfolgen den Zugang zu Fähigkeiten und Wissen. In Outpost Standorten besteht die Hauptaufgabe darin, Wissen und Informationen zu Lieferanten, Kunden und Marktbegleitern zu sammeln. Lead Standorte hingegen entwickeln neue Produkte, Prozesse und Technologien für das gesamte Produktionsnetzwerk. Server und Contributor Standorte zielen auf die Marktnähe ab, wobei der Contributor Standort eine höhere Kompetenz aufweist. (Ferdows 1997)

Meijboom & Vos (2004) bauen auf Ferdows' Standortrollenmodell auf und differenzieren die Standortkompetenzen feingliederiger. Durch mehrere Fallstudien werden die Standortkompetenzen einzelnen Produktionsstandorten niederländischer Unternehmen in Osteuropa zugeordnet. Die Autoren unterscheiden zwischen simplen Produktionsaufgaben wie die Produktionssteuerung, die Verantwortung für den lokalen Einkauf und die Distribution bis hin zur Entwicklung von komplexen Produkten und Prozessen für den einzelnen Standort und das Produktionsnetzwerk. (Meijboom & Vos 2004)

Cheng & Farooq (2018) nutzen die Daten der sechsten International Manufacturing Strategy Survey (IMSS), um die Ferdowsschen Standortrollen auf Basis der Empirie zu detaillieren. Durch die Verwendung einer Clusteranalyse werden Standortrollen hinsichtlich der Dimensionen Standortvorteile und Standortkompetenzen identifiziert. Diese identifizierten Standortrollen sind Star Plants, Old School Plants, Expert Plants und Replaceable Plants. Weiterhin wird eine einfaktorielle Varianzanalyse durchgeführt, um Unterschiede zwischen den Standortrollen aufzuzeigen. Die Autoren finden heraus, dass Standorte nicht nur einen Standortvorteil haben können, sondern mehrere. So haben Star Plants einen Zugang zu niedrigen Kosten, Ressourcen, Märkten sowie Wissen. Demnach werden hier zwei Motive von Ferdows (1997) miteinander

kombiniert. Es wird die Aussage bestätigt, dass ein Standort nach Ferdows mehr als eine seiner klassischen Standortrollen besitzen kann. Weiterhin halten die Autoren fest, dass die identifizierten Standortrollen hinsichtlich Managementpraktiken unterschiedlich sind. Unterschiede werden hier in den Dimensionen Entscheidungsautonomie, Koordination zwischen einzelnen Standorten, Integration des Einkaufs und der Entwicklung sowie Integration von Zulieferern und Kunden aufgezeigt. In der Dimension Entscheidungsautonomie weisen Old School Plants, also besonders langjährig aktive Standorte, die höchste Ausprägung auf. Diese Standorte weisen keine hohe Koordination mit anderen Standorten im Produktionsnetzwerk auf, was darauf zurückzuführen ist, dass eine Konzentration auf interne Produktionsprozesse vorliegt. (Cheng & Farooq 2018)

Vereecke, van Dierdonck & Meyer (2006) nutzen die Netzwerkanalyse, um eine auf Empirie basierende Typologie für Produktionsstandorte zu entwickeln. Die Datengrundlage setzt sich aus acht europäischen Unternehmen zusammen. Durch eine Clusteranalyse identifizieren die Autoren isolierte Werke, Empfängerwerke, Leitwerke und aktive Netzwerkakteure. Besonderer Fokus wird auf den Wissenstransfer und die Autonomie im Produktionsnetzwerk gelegt. Die Autonomie wird in den Dimensionen Logistik, Forschung und Entwicklung, Produktion und Produktionsänderungen gemessen, wobei die Unterschiede in den ersten drei Dimensionen nicht signifikant sind. Lediglich in den Produktionsänderungen nimmt die Autonomie über die Aufzählung der Standortrollen hinweg zu. Ferner wird festgehalten, dass eingebettete Standorte im Produktionsnetzwerk stabiler und robuster in der Zukunft sein werden, gegenüber Standorten, die völlig isoliert sind. (Vereecke, van Dierdonck & Meyer 2006)

Feldmann & Olhager (2013) analysieren 103 schwedische Produktionsstandorte zur Bestimmung von Standortrollen in Abhängigkeit von Kompetenzbündeln. Die empirische Studie deutet darauf hin, dass es drei verschiedene Kompetenzbündel zu unterscheiden gilt. Das elementarste Bündel ist produktionsbezogen, gefolgt von supply-chain-bezogenen und entwicklungsorientierten Kompetenzen. Diese Kompetenzbündel finden sich in aufsteigender Reihenfolge bei Produktionsstandorten wieder. (Feldmann & Olhager 2013)

Bezüglich der Ansätze zur Strategie und zu Standortrollen in Produktionsnetzwerken lässt sich schlussfolgern, dass diese zwar als Vorarbeiten für eine Betrachtung der Entscheidungsautonomie in Produktionsnetzwerken angesehen werden können, jedoch keinen Fokus auf die Netzwerkstrategie per se sowie den Einfluss der Komplexität auf

die Strategie und die Entscheidungsautonomie legen. Darüber hinaus wird keine ideale Verteilung der Entscheidungsautonomie abgeleitet.

### **3.3 Ansätze zur (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und Entscheidungsautonomie in Produktionsnetzwerken**

Schuh et al. (2021) entwickeln einen Gestaltungsrahmen zur Bestimmung eines Zentralisierungsgrades in globalen Produktionsnetzwerken unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeitssteigerung. Der Gestaltungsrahmen ist in eine Top-Down- sowie eine Bottom-Up-Perspektive unterteilt. In der Top-Down-Perspektive werden die Netzwerkstruktur, die Netzwerkstrategie sowie indirekte Funktionen des Produktionsnetzwerks analysiert und der höchst mögliche Zentralisierungsgrad qualitativ abgeleitet. In der Bottom-Up-Perspektive werden Faktoren wie z.B. die Digitalisierung oder die Transparenz zur Bestimmung der Zentralisierung analysiert. Darüber hinaus wird ein Workshop-Vorgehen beschrieben, wodurch der Gestaltungsrahmens erprobt werden soll. (Schuh et al. 2021)

Lohmer, Kossmann & Lasch (2021) untersuchen den Zusammenhang von Zentralisierung bzw. Dezentralisierung mit Netzwerkfähigkeiten und der Leistungsfähigkeit von Produktionsnetzwerken. Methodisch werden multiple Fallstudien durchgeführt. Die Autoren stellen heraus, dass die Netzwerkeffizienz als Netzwerkfähigkeit zu einer Reduzierung von Kosten führt. Darüber hinaus führen die Netzwerkfähigkeiten Mobilität und Flexibilität zu einer Verbesserung der Lieferfähigkeit. Generell wird herausgestellt, dass die Zentralisierung von Entscheidungen sich positiv auf die Netzwerkfähigkeiten auswirkt, welche wiederum einen positiven Einfluss auf die Leistungsfähigkeit haben. Es wird ein konzeptionelles Forschungsmodell entwickelt, das für zukünftige Forschungsvorhaben als Leitlinie fungieren soll. (Lohmer, Kossmann & Lasch 2021)

Hungenberg (1995) untersucht die Zentralisation bzw. Dezentralisation von strategischen Führungsentscheidungen in Konzernen. Als Datengrundlage für den Ansatz nutzt der Autor eine Expertenbefragung von insgesamt 15 Konzernen mit einem Fokus auf Großkonzerne mit dominierendem Entscheidungszentrum in Deutschland. Dementsprechend ist dieser Ansatz der explorativen empirischen Forschung zuzuordnen. Für die Zentralisation wird die Konzernführung angeführt. Für die Dezentralisation werden die einzelnen Konzernbereiche betrachtet. Der Autor differenziert verschiedene Entscheidungstypen. Die betrachteten Typen sind Entscheidungen über die Unternehmensphilosophie und -kultur, Funktional- und Regionalstrategien für Geschäftsfelder,

Geschäftsstrategien für Geschäftsfelder, Führungskräfte in den Konzernbereichen, Organisations- und Rechtsstruktur sowie das Führungssystem. Als übergeordnetes Ziel der Zentralisation bzw. Dezentralisation nutzt der Autor ein unternehmenswertorientiertes Zielkonzept. Die Verteilung der Entscheidungstypen soll damit den Unternehmenswert nachhaltig steigern bzw. zu dessen Sicherung beitragen. Aufbauend auf der Verteilung der Entscheidungen entwickelt der Autor führungsorganisatorische Maßnahmen zur Umsetzung differenzierter Formen der Entscheidungsverteilung. (Hungenberg 1995)

Olhager & Feldmann (2018) untersuchen die Entscheidungsstruktur im Produktionsnetzwerk unter Berücksichtigung der Produktionsumgebung. Mit einer Auswertung von 107 Fragebogenrückläufern und Strukturgleichungsmodellen testen die Autoren unterschiedliche Hypothesen zu den Zusammenhängen von Produkt- und Prozessfaktoren, der Verteilung von Entscheidungen und der operativen Performance. Die Autoren führen Clusteranalysen und Hypothesentests zur Überprüfung der postulierten Zusammenhänge durch. Die Ergebnisse zeigen, dass die Verteilung der Entscheidungen entweder zentralisiert, dezentralisiert oder als integriert beschrieben werden kann. Zudem wird aufgezeigt, dass ein hohes Produktvolumen zu Zentralisierung und ein niedriger Grad an Prozessorientierung der Standortspezialisierung zu Dezentralisierung führt. Die integrierte Verteilung von Entscheidungen zwischen Zentrale und Standorte steht in Verbindung mit niedrigen Produktvolumina und einer hohen Prozessorientierung. Außerdem halten die Autoren fest, dass die Wahl der richtigen Verteilung von Entscheidungen eine hohe operative Performance zur Folge hat. Die Ergebnisse zeigen, dass die richtige Verteilung von Entscheidungen mit der Produktionsumgebung (Komplexität) in Verbindung steht. (Olhager & Feldmann 2018)

Olhager & Feldmann (2021) bauen auf den Ergebnissen von Olhager & Feldmann (2018) auf und untersuchen Zusammenhänge zwischen den drei Entscheidungsautonomiestrukturen dezentral, integriert sowie zentral, den Standortrollen sowie der Leistungsfähigkeit. Die Autoren analysieren 102 Rückläufer einer empirischen Studie, wobei jeder Rückläufer einen Produktionsstandort darstellt. Es wird demnach die Standortperspektive betrachtet. Die Autoren stellen fest, dass Standorte mit hohen Kompetenzen in den Bereichen Produktion, Supply Chain sowie Forschung und Entwicklung eine hohe Autonomie aufweisen. Standorte mit wenig Autonomie haben lediglich niedrige Kompetenzen in der Produktion. Für integrierte Entscheidungsautonomiestrukturen

ren werden keine dedizierten Standortrollen identifiziert, sie finden sich in allen Standortrollen wieder. Unterschiede in der Leistungsfähigkeit konnten weder für die Standortrollen noch die Entscheidungsautonomiestrukturen herausgestellt werden. (Olhager & Feldmann 2021)

Maritan, Brush & Karnani (2004) gehen der Frage nach, inwieweit Produktionsstandorte mit unterschiedlichen Standortrollen eine unterschiedliche Entscheidungsautonomie besitzen. Hierbei werden die Standortrollen nach Ferdows (1997) betrachtet und Entscheidungen in den Bereichen Planung, Produktion und Steuerung analysiert. Durch die Auswertung von 196 Produktionsstandorten und die Formulierung sowie Überprüfung von 12 Hypothesen zu den unterschiedlichen Niveaus an Entscheidungsautonomie für verschiedene Standortrollen wird ein empirisches Vorgehen gewählt. Keine der 12 Hypothesen wird für wahr befunden. Es wird gezeigt, dass Lead Plants weniger Autonomie bzgl. Produktionsentscheidungen als Contributor Plants besitzen, was widersprüchlich scheint. Die Autoren führen diesen Zusammenhang darauf zurück, dass die Beziehungen zwischen Lead Plants und Autonomie komplexer sind, als sie mit dem Modell hätten erfasst werden können. Ebenso halten die Autoren fest, dass Lead Plants mehr mit koordinativen Aufgaben ausgelastet sind, als dass diese sich mit den eigenen operativen Entscheidungen beschäftigen können. (Maritan, Brush & Karnani 2004)

Young & Tavares (2004) geben einen Überblick über den Stand der Forschung im Bereich Autonomie multinationaler Unternehmen. Basierend auf einer Literaturanalyse zeigen die Autoren auf, dass die Autonomie von Produktionsstandorten einen positiven Effekt auf das Innovationspotential hat. Ferner wird festgehalten, dass Autonomie Ursache und Wirkung der Weiterentwicklung von Produktionsstandorten ist. Die Autoren vergleichen zudem die unterschiedlichen Notationen Autonomie, Autorität, Dezentralisierung, Macht und Einfluss in Bezug auf Produktionsstandorte und -netzwerke, wodurch ein einheitliches Begriffsverständnis geschaffen wird. Zusammenfassend wird festgehalten, dass eine Unterscheidung von Produktionsstandorten bzgl. deren Autonomie notwendig ist. (Young & Tavares 2004)

Szwejczewski, Sweeney & Cousens (2016) nutzen Ferdows' Standortrollenmodell und untersuchen die Autonomie einzelner Standortrollen. Konträr zu den Untersuchungen von Maritan, Brush & Karnani (2004) finden sie heraus, dass Server und Contributor Standorte keine Autonomie hinsichtlich der langfristigen Planung ihrer Produktion besitzen, da das betrachtete Produktionsnetzwerk hinsichtlich Kosten ausgerichtet wird

und so standortübergreifend Skaleneffekte erreicht werden können. (Szejczewski, Sweeney & Cousens 2016)

Gates & Egelhoff (1986) untersuchen mit Hilfe einer empirischen Studie mit 50 Unternehmen die Verteilung von Entscheidungsautonomie in den Bereichen Marketing, Produktion und Finanzen. Es werden in Summe 22 Entscheidungsdimensionen in diesen Bereichen betrachtet. Zentralisierung wird von den Autoren als Organisationslevel verstanden, welches eine Entscheidung genehmigen muss, bevor diese umgesetzt werden kann. Ebenso werden die Komplexitätsdimensionen Produktvielfalt, Produktänderungen zwischen Standorten und weitere finanzbezogene Dimensionen in der Studie analysiert. Die Autoren stellen hierbei fest, dass die Produktvielfalt und die Produktänderungsabweichungen zwischen Standorten negativ mit der Zentralisierung korrelieren. (Gates & Egelhoff 1986)

Taggart & Hood (1999) vergleichen die Autonomie von deutschen und japanischen Tochterunternehmen in England und Irland hinsichtlich der Dimensionen Markt- und Produktauswahl. Die Autoren finden keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den betrachteten Dimensionen und der Autonomie der Tochterunternehmen. Darüber hinaus werden mit Hilfe logistischer Regressionsmodelle die Autonomie von Tochterunternehmen abhängig vom Marktumfang, der F&E-Komplexität und dem Umsatz hinreichend genau geschätzt. Es wird konkludiert, dass Tochterunternehmen mit einer hohen Autonomie entscheidend für die ökonomische Entwicklung des Unternehmens sind. (Taggart & Hood 1999)

O'Donnell (2000) nutzt die Agententheorie und zeigt empirisch auf, dass ein Anstieg in der Autonomie von ausländischen Tochterunternehmen eine sinkende Überwachung und bürokratische Kontrolle des Headquartiers bewirkt. Als Datengrundlage verwendet der Autor 255 Paare von Headquartiers und Tochterunternehmen. (O'Donnell 2000)

Luo (2003) findet in seiner empirischen Studie heraus, dass die Standortautonomie bzw. -unabhängigkeit zu einer guten Übereinstimmung zwischen Unternehmensstrategie und lokalen Marktbedingungen führt. Der Autor betrachtet hierbei insbesondere Wettbewerber, Kunden und rechtliche Regularien als externe Faktoren bzw. lokale Marktbedingungen. (Luo 2003)

Claver-Cortés, Pertusa-Ortega & Molina-Azorín (2012) analysieren 164 spanische Unternehmen hinsichtlich des Einflusses von Entscheidungsautonomie auf verschiedene

strategische Differenzierungsfaktoren. Durch eine Regressionsanalyse stellen die Autoren fest, dass eine hohe Entscheidungsautonomie von Produktionsstandorten, bzw. eine starke Dezentralisierung, eine Marktdifferenzierung erleichtert. Zudem deuten die Ergebnisse ihrer Studie darauf hin, dass sowohl eine Kostenreduzierung durch schnelle Entscheidungen, als auch eine hohe Kundenorientierung mit Hilfe der Dezentralisierung von Entscheidungen erreicht werden kann. (Claver-Cortés, Pertusa-Ortega & Molina-Azorín 2012)

Die Autoren Keupp, Palmié & Gassmann (2011) analysieren 159 Unternehmen mit 923 ausländischen Tochtergesellschaften hinsichtlich der Auswirkungen strategischer und operativer Autonomie auf die Standortleistungsfähigkeit mit einem besonderen Fokus auf die Forschung und Entwicklung. Ergebnis der Analyse ist, dass eine hohe operative Autonomie zu einer hohen Standortleistungsfähigkeit führt. Zudem wird geschlussfolgert, dass eine hohe, generelle Autonomie von Produktionsstandorten zu steigenden Kontroll- und Koordinationskosten des Netzwerks führt und ultimativ das Risiko einer Standortisolation begünstigt. (Keupp, Palmié & Gassmann 2011)

Mourtzis, Doukas & Psarommatis (2012) nutzen eine ereignisorientierte Simulation für eine Untersuchung der Leistungsfähigkeit und Realisierbarkeit von zentralisierten bzw. dezentralisierten Produktionsnetzwerken in der Automobilindustrie unter Berücksichtigung hochindividualisierter Produkte. Die Unterscheidung zwischen einem zentralisierten und einem dezentralisierten Netzwerk wird dadurch geschaffen, dass Produkte im zentralisierten Netzwerk durch den Original Equipment Manufacturer (OEM) produziert werden, wohingegen bei einem dezentralisierten Netzwerk diese Tätigkeiten auch bei einem Zulieferer durchgeführt werden können. Im dezentralisierten Netzwerk ist die Leistungsfähigkeit in den Bereichen Kosten, Durchlaufzeit, Umwelteinfluss, Flexibilität und Produktivität höher als in einem zentralisierten Netzwerk. (Mourtzis, Doukas & Psarommatis 2012)

Feldmann et al. (2013) führen eine longitudinale Studie zur Entwicklung von fünf Produktionsstandorten in zwei Produktionsnetzwerken über einen Zeitraum von drei Jahren durch. Es wird analysiert, wie sich die Änderung einer Standortrolle auf das Netzwerk als auch auf andere Produktionsstandorte auswirkt. Die Autoren stellen fest, dass Entscheidungen zur Standortrolle zu einem hohen Grad auf Netzwerkebene getroffen werden. Darüber hinaus wird identifiziert, dass Netzwerk- und Standortentscheidungen zu einem hohen Maß voneinander abhängig sind. Ferner halten die Autoren fest, dass

Standortkompetenzen und Standortverantwortlichkeiten oder -autonomie nicht gleichzusetzen sind. Vielmehr muss eine gewisse Standortkompetenz vorliegen, sodass einem Produktionsstandort Autonomie übertragen werden kann. (Feldmann et al. 2013)

Mengel (2017) untersucht die Abstimmung von Strategie, Konfiguration und Koordination in globalen Produktionsnetzwerken mit Hilfe einer empirischen Benchmarkingstudie. Ein Fokus wird auf die Interaktion zwischen Netzwerkfokus, Netzwerkfähigkeiten und der Zentralisierung von Entscheidungen gelegt. Drei Fallstudien werden neben der Benchmarkingstudie durchgeführt, wodurch die Verteilung von Entscheidungen zwischen einer zentralen und einer dezentralen Einheit transparent wird. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Zentralisierung von Entscheidungen assoziiert ist mit den Netzwerkfähigkeiten Mobilität, Lernen und Sparsamkeit. Zudem wird die Standortspezialisierung durch Zentralität leistungsorientiert verbessert, da ein globales Optimum im Produktionsnetzwerk erreicht werden kann. Durch dezentralisierte Spezialisierung entsteht die Möglichkeit lokaler Optima. Die zentralisierte Auswahl von Produktionsprozessen und Technologien ermöglicht eine durchgängige Standardisierung und fördert damit Mobilität und Lernen im Produktionsnetzwerk. (Mengel 2017)

Scherrer-Rathje et al. (2014) überprüfen mittels empirischer Forschungsmethoden das Zusammenspiel von Autonomie und interner bzw. externer Integration von Produktionsstandorten. Demzufolge hat die Autonomie einen signifikant negativen Einfluss auf die operative Leistungsfähigkeit von Netzwerken. Interne und externe Integration, welche den Vernetzungsgrad von einem Produktionsstandort mit anderen Standorten beschreiben, haben einen signifikant positiven Zusammenhang mit der operativen Leistungsfähigkeit. Eine engmaschigere Kontrolle von Produktionsstandorten durch zentrale Einheiten wird von den Autoren empfohlen. (Scherrer-Rathje et al. 2014)

McDonald, Warhurst & Allen (2008) stellen fest, dass die operative Autonomie von Produktionsstandorten einen positiven Effekt auf die Leistungsfähigkeit hat, während der Einfluss einer strategischen Autonomie auf die Leistungsfähigkeit nicht signifikant ist. Unter operativer Autonomie wird dabei die Hoheit über Entscheidungen mit kurzem Zeithorizont verstanden. Strategische Autonomie wird als Hoheit über Produktentwicklung, Marketing, Produktionssystem und Forschung und Entwicklung verstanden. (McDonald, Warhurst & Allen 2008)

Kawai & Strange (2014) untersuchen den Zusammenhang von Autonomie, externer Unsicherheit, interner Koordination und Standortleistungsfähigkeit. Durch eine Studie

mit 88 Produktionsstandorten japanischer Unternehmen in Europa werden diese Zusammenhänge empirisch analysiert. Als Ergebnis halten die Autoren fest, dass positive Zusammenhänge zwischen Leistungsfähigkeit und Autonomie vorliegen, wenn die technologische Unsicherheit und die Beteiligung von ausländischen Mitarbeitern (Expats) hoch sind. (Kawai & Strange 2014)

Ambos, Andersson & Birkinshaw (2010) entwickeln ein Strukturgleichungsmodell, welches empirisch aufzeigt, dass vergangene Initiativen, von Produktionsstandorten wie z.B. die Entwicklung neuer Produkte oder größere Investitionen, mit einem Anstieg ihrer Autonomie einhergehen. Ebenso wird gezeigt, dass eine steigende Kontrolle durch das Headquarter mit einer Verringerung der Autonomie des Produktionsstandortes korreliert. (Ambos, Andersson & Birkinshaw 2010)

Aufbauend auf der Studie von Birkinshaw, Hood & Young (2005) erweitern die Autoren Gammelgaard et al. (2012) die Zusammenhänge von Autonomie, Netzwerkbeziehungen und Leistungsfähigkeit von Tochterunternehmen in Unternehmensnetzwerken von einzelnen Fallstudien auf eine empirische Datenbasis. Es wird festgestellt, dass eine Erhöhung der strategischen und operativen Autonomie von Tochterunternehmen, unter Berücksichtigung von Kontrollvariablen wie z.B. dem Land des Headquarters und des Standortes, mit einer Steigerung der Leistungsfähigkeit einhergeht. (Birkinshaw, Hood & Young 2005; Gammelgaard et al. 2012)

Insgesamt zeigt sich bei allen vorgestellten Ansätzen zur (De-)Zentralisierung von Entscheidungen sowie zur Entscheidungsautonomie in Produktionsnetzwerken, dass der Einfluss der Komplexität auf die Strategie nicht betrachtet wird. Ebenso werden von Olhager & Feldmann (2018) und Olhager & Feldmann (2021) die Einflüsse der Komplexität auf die Entscheidungsautonomie zwar betrachtet, allerdings werden sie auch hier lediglich auf einzelne Komplexitätsarten reduziert. Überdies entwickeln Schuh et al. (2021) einen vielversprechenden Gestaltungsrahmen sowie ein Vorgehensmodell zur Bestimmung eines Zentralisierungsgrades in Produktionsnetzwerken, sie vernachlässigen jedoch die Produktionsstrategie, die Komplexität sowie die empirische Datenerhebung.

### **3.4 Ansätze zu relevanten Wirkzusammenhängen**

Das von Budde (2015) vorgestellte Modell präsentiert eine Quantifizierung von Aufwand und Nutzen diverser Komplexitätsarten zur nachhaltigen Verbesserung der finan-

ziellen und operativen Leistungsfähigkeit von produzierenden Unternehmen. Ein besonderer Fokus wird auf die externe sowie die Produkt- und Prozesskomplexität in Unternehmen gelegt. Die Ergebnisse des Autors basieren auf empirischen Umfragen sowie einer Fallstudie zur Validierung des entwickelten Modells. Es werden 18 Wirkzusammenhänge zwischen verschiedenen Komplexitätstreibern durch eine Wirknetzmodellierung aufgestellt. Die identifizierten Komplexitätstreiber werden mit den betrachteten Dimensionen der Leistungsfähigkeit verknüpft. Exemplarisch zeigt der Autor die aufgestellten Zusammenhänge an den Daten der durchgeführten Umfrage als Bestätigung aus der Industrie auf. Anschließend stellt der Autor Komplexitätswertindizes auf, welche das entstehende Aufwand-Nutzen-Verhältnis der Komplexität beschreiben. Hierdurch können Komplexitätsdimensionen identifiziert werden, bei denen die Komplexität dem Unternehmen hinsichtlich Leistungsindikatoren hilft oder diese verschlechtert. In einem letzten Schritt wird diese Erkenntnis genutzt, um Potentiale im Unternehmen zu erkennen und Maßnahmenpläne zur Verbesserung aufzustellen. (Budde 2015)

Hoeschen (2015) betrachtet das Zusammenspiel von Komplexität und Instabilität in globalen Produktionssystemen. Zur Reduktion von Instabilität wird die Wertschöpfungsverteilung als Gestaltungsparameter interpretiert und mittels verschiedener Modellarten beschrieben und gestaltet. Im Detail betrachtet der Autor die Prozesse der Standortwahl und -strukturplanung, um die Wertschöpfungsverteilung und damit die Komplexität im Produktionsnetzwerk anzupassen. Einflussfaktoren sind hierbei die Varianz, die Durchlaufzeit und die Fremdheit von Prozessen und Produkten. (Hoeschen 2015)

Nell & Andersson (2012) vergleichen die Zusammenhänge zwischen Wertschöpfungsnetzwerkskomplexität und der Einbindung von Produktionsstandorten in Netzwerken. Die Wertschöpfungsnetzwerkskomplexität gibt den Einfluss nicht-fokaler Netzwerkakteure auf das fokale Unternehmen wieder. Die Autoren schlussfolgern, dass bei steigender Komplexität die relativen Vorteile von spezifischen Investitionen in eine enge Beziehung der Akteure durch hohe Opportunitätskosten und sinkende Flexibilität abgeschwächt werden. (Nell & Andersson 2012)

Lang et al. (2014) untersuchen mithilfe eines Simulationsmodells den Einfluss von Komplexität auf den Wissenstransfer im Produktionsnetzwerk. Die Autoren halten fest, dass bei einer niedrigen Produktkomplexität im Produktionsnetzwerk ein hoher, jedoch nicht maximaler, Wissenstransfer vorteilhaft für die Leistungsfähigkeit des Netzwerks ist. Produktionsnetzwerke mit mittel- und hochkomplexen Produkten profitieren nicht von

einem Wissenstransfer, da die Wissenstransferkosten die Adaptionkosten der einzelnen Produktionsstandorte überwiegen. (Lang et al. 2014)

Treber (2020) untersucht die Zusammenhänge zwischen dem Informationsaustausch, Störungen und der Leistungsfähigkeit von Produktionsnetzwerken. In seinem Ansatz ist der Informationsaustausch das Gestaltungselement bei Vorliegen unterschiedlicher Störungen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit. Ebenso entwickelt der Autor einen Maßnahmenkatalog zur Transparenzsteigerung in Produktionsnetzwerken. Im Maßnahmenkatalog wird der Fokus auf die Bereiche Informationsflussreichweite, Informationsart, Informationsmerkmale und Anwendungssysteme bzw. Infrastruktur gelegt, wodurch die organisatorische Vernetzung im Produktionsnetzwerk abgebildet werden kann. (Treber 2020)

Mourtzis & Doukas (2012) stellen in ihrem Ansatz verschiedene Arten der Kollaboration in Wertschöpfungsnetzwerken in Bezug auf die Dauer der Kollaboration und die Abhängigkeit der Kollaborationspartner vor. Für die Dimensionen Komplexität und Modularisierung, Interaktion, Skaleneffekte, Integration und Wandlungsfähigkeit werden Produktionskonzepte vorgeschlagen. Komplexe Produkte sollen demnach in dezentralisierten Mini-Fabriken gefertigt werden, welche sich dadurch kennzeichnen, dass sie skalierbar, modular und in Kundennähe geographisch verteilt sind. Für eine Realisierung von Skaleneffekten werden diese Fabriken ebenso empfohlen wie virtuelle Kooperationen mit anderen Unternehmen im Wertschöpfungsnetzwerk. (Mourtzis & Doukas 2012)

Arellano et al. (2020) analysieren in einer empirischen Studie den Wirkzusammenhang zwischen der Kultur und der Netzwerkimtegration von Standorten. Die Ergebnisse der Studie zeigen auf, dass Standorte in eher maskulin und langzeitorientierten Kulturen eine niedrigere Netzwerkimtegration besitzen. Maskuline Kulturen werden geprägt durch Konkurrenz und bestimmend agierende Menschen. Langzeitorientierte Kulturen legen einen hohen Wert auf Loyalität, Tradition und Verpflichtung. Typisch maskuline Kulturen sind in Japan und Deutschland anzutreffen. Eine langzeitorientierte Kultur ist in China anzutreffen. Ferner wird festgehalten, dass eine kollaborative Standortumgebung der Netzwerkimtegration dienlich ist. (Arellano et al. 2020)

Wie die obigen Beschreibungen zeigen, wird in den Ansätzen zu relevanten Wirkzusammenhängen zwar ein Fokus auf einzelne Wirkzusammenhänge gelegt, eine ganzheitliche Analyse der relevanten Dimensionen Strategie, Entscheidungsautonomie und

Komplexität wird jedoch vermisst. Ebenso wird die ideale Verteilung der Entscheidungsautonomie nicht umfassend betrachtet.

### **3.5 Ansätze zur Gestaltung in Produktionsnetzwerken**

Rittstieg (2018) entwickelt eine Methodik zur Auswahl und Analyse leistungsbestimmender Einflussfaktoren von Produktionsstandorten. Die Autorin leitet relevante Leistungsdimensionen von der Produktionsstrategie ab und verknüpft diese mit produktionsbezogenen Einflussfaktoren. Weiterhin werden Wirkzusammenhänge zwischen den Einflussfaktoren und der Leistungsfähigkeit eines Standortes abgeleitet. Basierend auf diesen Beziehungen werden Gestaltungsprinzipien für das Management von Produktionsnetzwerken identifiziert. Die Methodik wird allgemeingültig hergeleitet und an einem exemplarischen Produktionsnetzwerk angewendet. Empirische Daten zur Bestimmung der Wirkzusammenhänge werden nicht einbezogen. (Rittstieg 2018)

Die Autorin Varandani (2014) geht der Managementkomplexität als Gestaltungsgröße kostenoptimierter Produktionsnetzwerke nach. Die Managementkomplexität wird als Zusammenspiel von Elementen und Veränderungen eines Systems verstanden, mit welchen Manager konfrontiert werden. Einflussbereiche sind hierbei die Produkt-, Standort- und Netzwerkstruktur. Gestaltungsoptionen dieser Bereiche werden in der entwickelten Methodik mithilfe der Managementkomplexität identifiziert, um die Kommunikation im Produktionsnetzwerk zu verbessern. (Varandani 2014)

Mundt (2012) entwickelt ein Framework zur Operationalisierung der Koordinationsebene von Produktionsnetzwerken. Dieses dient als Werkzeug, um strategische Optionen für das Design von Koordination im Netzwerk zu gestalten. Ein entwickeltes Designelement ist die Verteilung von Entscheidungen im Netzwerk. Der Autor entwickelt eine Einordnung von elementaren Strategieentscheidungen, Systemen und Prozessen in die Dimensionen Zentralisierung und Standardisierung. Unternehmen werden hierdurch unterstützt, die aktuelle Verteilung dieser Dimensionen transparent darzustellen. Es wird zwischen zentralisierten, dezentralisierten und standardisierten, autonomen und standardisierten Netzwerken unterschieden. (Mundt 2012) Das entwickelte Modell wird in das Managementframework globaler Produktionsnetzwerke nach Thomas (2015) integriert. Dieser führt die Ebenen Koordination, Konfiguration und Strategie im Produktionsnetzwerk zu einem Managementframework zusammen. Gestaltungsmaßnahmen zur Anpassung in den drei elementaren Ebenen werden abgeleitet. (Thomas 2015)

Liebeck (2009) gestaltet eine Methodik zur markt- und ressourcenorientierten, strategischen Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke. In einem ersten Schritt wird die Produktionsleistung bezüglich der vom Kunden wahrgenommenen Produktfunktionen und -eigenschaften dargestellt. Ein angepasster Ansatz des Quality Function Deployment (QFD) dient folglich dazu, den Marktwert von diesen Produktfunktionen und -eigenschaften auf erforderliche Produktionsprozesse zu übertragen. Die so zu berechnenden Werte dienen als Grenze der zulässigen Kosten der jeweiligen Produktionsprozesse. Ein Prozess- und Logistikkostenmodell dient auf der ressourcenorientierten Seite der Berechnung von Herstellkosten. Es werden Szenarien gebildet, die die zukünftigen Erlöse und Kosten modellieren. Der Autor entwickelt neue Standorttypen, diese sind Produktlaunch-Fabriken sowie Produkt- und Prozessleitwerke. (Liebeck 2009)

Der Autor Schmauß (2011) entwickelt ein Optimierungsmodell zur Gestaltung von globalen Produktionsnetzwerken mit einem Fokus auf planerische Entscheidungen in den Bereichen Kapazitäten, Flächen sowie Produktallokationen. Es werden Szenarien entwickelt und kostenseitig miteinander verglichen, wodurch Gestaltungsoptionen für globale Produktionsnetzwerke abgeleitet werden können. (Schmauß 2011)

Insgesamt zeigt sich in den Ansätzen zur Gestaltung in Produktionsnetzwerken, dass zwar ein Fokus auf verschiedene Gestaltungsebenen und Maßnahmenableitungen im Produktionsnetzwerk gelegt wird, eine umfangreiche empirische Analyse der betrachteten Dimensionen wird jedoch nicht durchgeführt.

### **3.6 Forschungsdefizit**

Die dargelegten Ansätze verdeutlichen, dass eine große Breite an relevanten Beiträgen zum Thema der strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken vorliegt. Die Darstellung des Standes der Forschung in vier thematischen Teilen (Strategie und Standortrollen, (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und Entscheidungsautonomie, Relevante Wirkzusammenhänge, Gestaltung in Produktionsnetzwerken) zeigt allerdings, dass keiner der dargelegten Ansätze die Gesamtheit aller Anforderungen an einen Lösungsansatz zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken erfüllt (vgl. Tabelle 3-1). Im Besonderen fehlt es an einem Ansatz, welcher die Strategie, die Komplexität und die Entscheidungsautonomie inte-

griert in einem Produktionsnetzwerk betrachtet, die ideale Verteilung der Entscheidungsautonomie mittels relevanter Wirkzusammenhänge ableitet und Gestaltungsprinzipien zur Erreichung des Zielzustandes der Entscheidungsautonomie formuliert.

Existierende Ansätze mit einem Fokus auf die Strategie und auf Standortrollen lassen eine tiefergehende Analyse der Entscheidungsautonomie vermissen. Lediglich der Einfluss der Produktionsstrategie auf die Entscheidungsautonomie wird tangiert. Ansätze, die die Entscheidungsautonomie in den Mittelpunkt stellen, lassen eine weitreichende Analyse der internen und externen Komplexität außen vor. Lediglich der Ansatz von Mengel (2017) ist hervorzuheben, da er die Netzwerkfähigkeiten sowie die Leistungsfähigkeit integriert mit der Entscheidungsautonomie betrachtet. Allerdings mangelt es auch bei diesem Ansatz an einer Integration der Komplexität sowie der Produktionsstrategie in die Gestaltung der Entscheidungsautonomie in Produktionsnetzwerken. Ansätze zu relevanten Wirkzusammenhängen sind als Grundlage für einzelne Wirkzusammenhänge zwischen den Dimensionen Komplexität, Entscheidungsautonomie und Strategie anzusehen. Eine Integration der Produktionsstrategie sowie die Ableitung einer idealen Verteilung von Entscheidungsautonomie werden auch bei diesen Ansätzen nicht thematisiert. Ansätze zur Gestaltung in Produktionsnetzwerken leiten keine ideale Verteilung von Entscheidungsautonomie ab.

Zusammenfassend ist daher festzuhalten, dass es bislang keinen Ansatz gibt, der die abgeleiteten Anforderungen an eine Methodik zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken erfüllt. Tabelle 3-1 gibt eine Übersicht über die beschriebenen Ansätze und vergleicht die Erfüllung der in Kapitel 3.1 beschriebenen Anforderungen.

Anforderungen ○ nicht erfüllt ◐ teilweise erfüllt ● voll erfüllt	Strategie		(De-)Zentralisierung und Entscheidungsautonomie		Ermittlung von Wirkzusammenhängen				Zielzustand und Handlungsempfehlungen			
	Produktionsstrategie	Netzwerkstrategie	(De-)Zentralisierung von Entscheidungen	Einfluss der Entscheidungsautonomie auf Leistungsfähigkeit	Produktionsstrategie auf Entscheidungsautonomie	Netzwerkstrategie auf Entscheidungsautonomie	Komplexität auf Entscheidungsautonomie	Komplexität auf Strategie	Empirische Datenerfassung	Zielzustand der (De-)Zentralisierung	Gestaltungsebenen eines Unternehmens	Abschluss von Handlungsempfehlungen
<b>Ansätze zur Strategie und zu Standortrollen in globalen Produktionsnetzwerken</b>												
Ferdows (1997)	●	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Meijboom & Vos (2004)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Cheng & Farooq (2018)	●	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Vereecke & van Dierdonck & Meyer (2006)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Feldmann & Ohager (2013)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
<b>Ansätze zur (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und Entscheidungsautonomie in Produktionsnetzwerken</b>												
Schuh et al. (2021)	◐	●	●	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Lohmer, Kossmann & Lasch (2021)	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Hungenberg (1995)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Ohager & Feldmann (2018)	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Ohager & Feldmann (2021)	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Maritan, Brush & Karnani (2004)	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Young & Tavares (2004)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Szwejczywski, Sweeney & Cousens (2016)	●	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Gates & Egelhoff (1986)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Taggart & Hood (1999)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
O'Donnell (2000)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Luo (2003)	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Claver-Cortés, Pertusa-Ortega & Molina-Azorin (2012)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Keupp, Palmié & Gasmann (2011)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Mourtzis, Doukas & Psarommatas (2012)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Feldmann et al. (2013)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Mengel (2017)	●	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Scherrer-Ratjke et al. (2014)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
McDonald, Warhurst & Allen (2008)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Kawai & Strange (2014)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Ambos, Andersson & Birkinshaw (2010)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Gammelgaard et al. (2012)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Birkinshaw, Hood & Young (2005)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
<b>Ansätze zu relevanten Wirkzusammenhängen</b>												
Budde (2016)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Hoeschen (2015)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Neil & Andersson (2012)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Lang et al. (2014)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Treiber (2020)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Mourtzis & Doukas (2012)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Arellano et al. (2020)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
<b>Ansätze zur Gestaltung in Produktionsnetzwerken</b>												
Rittsieg (2018)	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Varandani (2014)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Mundt (2012)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Thomas (2013)	●	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Liebeck (2009)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Schmauß (2011)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐

Tabelle 3-1: Bewertung und Vergleich von Ansätzen mit Bezug zur (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken

## 4 Lösungsansatz

Der Lösungsansatz lässt sich aus dem Forschungsdefizit (vgl. Kapitel 3.6) und den forschungsleitenden Fragestellungen (vgl. Kapitel 1.2) der Arbeit ableiten. Im Kern der vorliegenden Arbeit steht die Annahme, dass sowohl die strategische Ausrichtung als auch die vorherrschende Komplexität in globalen Produktionsnetzwerken die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen zwischen einzelnen Standorten und dem Produktionsnetzwerk beeinflussen. Zur Überprüfung der Annahme werden statistische Methoden zur Analyse und Auswertung empirischer Daten aus Umfragen verwendet, um Wirkzusammenhänge zwischen der Strategie, der Komplexität und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen ableiten zu können. Die Wirksamkeit der Gestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen wird anhand der Leistungsfähigkeit des Produktionsnetzwerks gemessen. Ein Vorgehensmodell ermittelt einen Zielzustand der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken, welches elementare Entscheidungen und Funktionen im Bereich der Produktion berücksichtigt. Die Erreichung des Zielbildes der idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen wird durch verschiedene Gestaltungsoptionen bzw. Maßnahmen methodisch unterstützt.

Elemente des Lösungsansatzes zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken wurden vom Autor dieser Arbeit in den Veröffentlichungen Verhaelen, Haefner & Lanza (2021) und Verhaelen & Lanza (2021) bereits publiziert.

In einem ersten Schritt (vgl. Abbildung 4-1) werden relevante Elemente der Betrachtungsbereiche Strategie, Komplexität, (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und Leistungsfähigkeit in globalen Produktionsnetzwerken und anhand von Literaturrecherchen, Fallstudien und Experteninterviews definiert (vgl. Kapitel 5.1). Anschließend werden diese Elemente in einer theoretischen Diskussion bzgl. ihrer Wirkzusammenhänge eingeordnet. Die theoretische Diskussion wird anhand einer literaturbasierten Analyse durchgeführt (vgl. Kapitel 5.2). Nachfolgend schließen die Studienkonzeption und die Datenanalyse an. Es werden eine durchgeführte Benchmarkingstudie beschrieben, die Maßeinheiten der Elemente erklärt, Reliabilität und Validität der Daten geprüft und die Datenanalyse beschrieben (vgl. Kapitel 5.3.). Es folgen die Ergebnisse der Datenanalyse aus der Benchmarkingstudie, wobei die empirisch analysierten Wirkzusammenhänge beschrieben werden (vgl. Kapitel 5.4). Diese Ergebnisse werden in Kapitel 5.5

für den Kontext globaler Produktionsnetzwerke interpretiert, wodurch Rückschlüsse für die Praxis möglich werden. Im Kapitel 6 wird ein Vorgehensmodell entwickelt und beschrieben. Das Vorgehensmodell fungiert als Umsetzungsunterstützung der erlangten Erkenntnisse in die Praxis. In einem ersten Schritt wird der Status Quo der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen sowie der aktuellen Strategie und Komplexität in globalen Produktionsnetzwerken abgebildet. Aufbauend auf den theoretischen und empirisch bewerteten Wirkzusammenhängen zwischen der Strategie, der Komplexität und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen, werden nachfolgend relevante Wirkzusammenhänge für den industriellen Anwendungsfall ermittelt und Anpassungsbedarfe der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen transparent gemacht. Der letzte Schritt beschreibt die Implementierung von Maßnahmen zur Erreichung einer angepassten (De-)Zentralisierung von Entscheidungen.



Abbildung 4-1: Übersicht des Lösungsansatzes zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken

## 5 (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken

Dieses Kapitel thematisiert das vielfältige Wechselspiel von Strategien, der Komplexität, der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen, der Leistungsfähigkeit sowie den Netzwerkfähigkeiten, im Folgenden auch Betrachtungsbereiche genannt, in globalen Produktionsnetzwerken. Es werden sowohl die Formen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen als auch die Wirkzusammenhänge zwischen den zuvor genannten Betrachtungsbereichen des gestaltungsorientierten Bezugsrahmens analysiert (vgl. Abbildung 5-1). In einem ersten Schritt werden die Betrachtungsbereiche der vorliegenden Arbeit auf Basis einer Literaturrecherche, von Fallstudien und Experteninterviews definiert. Anschließend erfolgt eine theoretische Diskussion der Wirkzusammenhänge zwischen den Elementen der Betrachtungsbereiche. Im Folgenden werden die Studienkonzeption und die Datenanalyse beschrieben und charakterisiert. Die analysierten Daten werden in detaillierten Ergebnissen zusammengefasst. Es folgen eine Interpretation der Ergebnisse und ein Vergleich der neu gewonnenen empirischen Erkenntnisse mit den proklamierten Wirkzusammenhängen aus der Literatur.



Abbildung 5-1: Übersicht der Betrachtungsbereiche des gestaltungsorientierten Bezugsrahmens der Arbeit (Eigene Darstellung)

## **5.1 Definition der Elemente der Betrachtungsbereiche**

Dieser Abschnitt stellt die relevanten Elemente der Betrachtungsbereiche dieser Arbeit vor. Zuerst wird die Methode zur Priorisierung der Betrachtungselemente aufgezeigt. Im Anschluss werden die einzelnen Betrachtungselemente detailliert beschrieben. Die identifizierten Elemente werden im nachfolgenden Kapitel zur theoretischen Diskussion der Wirkzusammenhänge verwendet.

### **5.1.1 Methode zur Definition der Elemente der Betrachtungsbereiche**

Die Betrachtungsbereiche der Strategie, der Komplexität und der Entscheidungen weisen eine hohe Vielfalt auf. Dementsprechend elementar ist die Forcierung auf die wichtigsten Elemente dieser Betrachtungsbereiche, sodass lediglich die Elemente mit der höchsten theoretischen und praktischen Relevanz betrachtet werden (vgl. Kapitel 2.3.1). Zur Realisierung dieser Relevanz wird sowohl eine analytisch-deduktive als auch eine empirisch-induktive Methode angewendet (vgl. Abbildung 5-2). Diese Vorgehensweise wird in der explorativen Forschung (siehe Kapitel 2.3) als zielführend angesehen, um erste Einblicke und ein generelles Verständnis für das System zu erhalten (Forza 2002, S. 155). Die analytisch-deduktive Methode extrahiert die relevanten Elemente aus der Literatur, woraufhin die empirisch-induktive Methode davon die relevantesten Elemente der Betrachtungsbereiche aus Fallstudien oder Workshops mit Industrievertretern ableitet. Die empirisch-induktive Methode wird in der vorliegenden Arbeit als aufbauend auf der analytisch-deduktiven Methode angewendet, um die Vielzahl der theoretischen Elemente der Betrachtungsbereiche auf die praktisch relevanten Elemente zu reduzieren bzw. zu priorisieren.

Die analytisch-deduktive Methode setzt einen Fokus auf eine klassische Literaturanalyse und wird je nach Betrachtungsbereich (vgl. Kapitel 5.1.2 - 5.1.5 ) detailliert. Im Folgenden werden die Workshops bzw. Unternehmensfallstudien der empirisch-induktiven Methode vorgestellt. Diese Methode lässt sich in zwei Phasen unterteilen. In der ersten Phase wurden unternehmensspezifische Workshops durchgeführt, um eine erste Auswahl relevanter Elemente durchzuführen. In der zweiten Phase hat ein unternehmens- und branchenübergreifendes Konsortium, durch einen vom Wissenschaftler geführten Workshop, die Relevanz der Elemente der Betrachtungsbereiche charakterisiert.



Abbildung 5-2: Methode zur Definition der Elemente der Betrachtungsbereiche (Eigene Darstellung)

Die Workshops der ersten Phase haben bei global agierenden Unternehmen mit einem Produktionsnetzwerk mit jeweils mehr als 10 Produktionsstandorten stattgefunden. Die Unternehmen sind einmal der Branche der Automobilindustrie und einmal der Elektronikfertigung zuzuweisen. Die Teilnehmer der Workshops waren jeweils Vertreter der Bereiche Produktion, Logistik, Einkauf, Supply Chain und Netzwerkmanagement. Alle Teilnehmer wiesen einen Bezug zum Produktionsnetzwerk des jeweiligen Unternehmens auf. So wurde ein Einblick in die Lieferkette des jeweiligen Unternehmens gewährleistet. Die Kenntnisse über die Relevanz der Elemente der Betrachtungsbereiche für das spezifische Unternehmen sind dementsprechend als hoch anzusehen. Die analytisch-deduktiven Elemente der Betrachtungsbereiche bildeten den Input für die Diskussionen und die Priorisierung der Workshopteilnehmer. Die Workshops wurden durch mehrere Wissenschaftler geführt, wodurch der Bezug zu den analytisch-deduktiven Elementen der Betrachtungsbereiche stets gegeben war.

In der zweiten Phase der empirisch-induktiven Methode wurde ein Workshop in einem unternehmens- und branchenübergreifenden Konsortium durchgeführt. Insgesamt nahmen 8 Unternehmen mit jeweils 2 Unternehmensvertretern am Workshop teil. Die analytisch-deduktiven Elemente der Betrachtungsbereiche bildeten auch hier den Input für die Diskussionen und die Priorisierung der Workshopteilnehmer. Der Workshop wurde durch fünf Wissenschaftler unterschiedlicher Seniorität geleitet, wodurch der Bezug zu den analytisch-deduktiven Elementen der Betrachtungsbereiche stets gegeben war.

Alle Unternehmensvertreter wiesen einen hohen Bezug zum Produktionsnetzwerk aus. Die entsprechenden Positionen waren „Senior Vice President Production“, „Chief Operations Officer (COO)“, „Netzwerkmanager“, „Logistiknetzwerkeiter“ und „Head of Supply Chain“. Die Kenntnis über die Relevanz der Elemente der Betrachtungsbereiche im Allgemeinen und im Speziellen für das jeweilige Unternehmen ist dementsprechend als hoch anzusehen. Die Unternehmen sind den Branchen der Automobilindustrie, dem Maschinen- und Anlagenbau, der Elektronikfertigung, der Sensorherstellung und der Pharmaindustrie zuzuordnen. Eine hohe Generalisierbarkeit der Erkenntnisse wird durch die Vielzahl der beteiligten Branchen erreicht.

Im Folgenden erfolgt eine Detaillierung der Elemente der Betrachtungsbereiche Strategie, Komplexität und (De-)Zentralisierung von Entscheidungen. Die Beschreibung der analytisch-deduktiven und der empirisch-induktiven Methode wird dabei für den jeweiligen Betrachtungsbereich durchgeführt.

### **5.1.2 Strategien in globalen Produktionsnetzwerken**

Der Betrachtungsbereich Strategie in globalen Produktionsnetzwerken lässt sich in die Differenzierungsfaktoren bzw. Ziele der Produktions- und Netzwerkstrategie einteilen, welche als Elemente definiert werden (vgl. Kapitel 2.1.2.2). Diese geben an, anhand welcher Ziele ein globales Produktionsnetzwerk zu steuern ist. Die Differenzierungsfaktoren der Produktionsstrategie sind (Rosenzweig & Easton 2010, S. 128 ff.; Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 72): *Preis*, *Qualität* mit der Detaillierung der *Spezifikations-treue* und *Produktqualität*, *Lieferfähigkeit* mit besonderem Fokus auf die *Liefergeschwindigkeit* und die *Lieferzuverlässigkeit*, *Flexibilität* mit *Variantenflexibilität* und *Volumenflexibilität*, *Innovation* und *Service*. Die Eingrenzung auf einige wenige Differenzierungsfaktoren erleichtert die Priorisierung im Workshopformat.

Im Rahmen der durchgeführten Workshops wurde die Qualität als einzelnes Element identifiziert, welches keiner weiteren Unterteilung in die Spezifikationstreue und Produktqualität benötigt, um einen passenden Detailgrad auf der Ebene globaler Produktionsnetzwerke zu erreichen. Alle anderen Elemente wurden, wie durch die analytisch-deduktive Methode vorbereitet, als relevant angesehen (vgl. Abbildung 5-3).

Die Differenzierungsfaktoren der Netzwerkstrategie bzw. in dieser Arbeit synonym die Netzwerkstrategieziele und Elemente der Netzwerkstrategie sind (Colotla, Shi & Gre-

gory 2003, S. 1190 ff.; Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 74): *Zugang zu Märkten, Zugang zu Ressourcen, Kosteneffizienz bzw. Effizienz, Mobilität, Lernen*. Die Eingrenzung auf wenige Netzwerkstrategieziele erleichtert die Priorisierung im Workshop.

Die Netzwerkstrategieziele „Zugang zu Märkten“ und „Zugang zu Ressourcen“ werden primär durch die Konfiguration des Produktionsnetzwerkes beeinflusst. Dementsprechend werden diese bei der weiteren Betrachtung nicht weiter fokussiert. Die übrigen drei Netzwerkstrategieziele sind der Koordination des Produktionsnetzwerkes zuzuordnen und damit beeinflussbar durch die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen (vgl. Kapitel 2.1.2.2). (Colotla, Shi & Gregory 2003, S. 1190 f.) Die Workshopteilnehmer bestätigten die Wichtigkeit der drei koordinationsrelevanten Differenzierungsfaktoren (Effizienz, Mobilität und Lernen) für die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in Produktionsnetzwerken. Die folgende Abbildung stellt die relevanten Elemente des Betrachtungsbereiches Strategie gesammelt dar:

Betrachtungsbereich	Elemente		
	Produktionsstrategie		Netzwerkstrategie
Strategie	Preis	Variantenflexibilität	Mobilität
	Qualität	Volumenflexibilität	Lernen
	Liefargeschwindigkeit	Innovation	Effizienz
	Lieferzuverlässigkeit	Service	

Abbildung 5-3: Elemente des Betrachtungsbereiches „Strategie“ (Eigene Darstellung)

### 5.1.3 Leistungsfähigkeit und Netzwerkfähigkeiten in globalen Produktionsnetzwerken

Die erfolgreiche Realisierung der Strategie sowie der Gestaltung der Entscheidungsautonomie werden anhand der Leistungsfähigkeit gemessen (vgl. Kapitel 2.1.2.2). Diese spiegelt die Umsetzung der Differenzierungsfaktoren der Produktions- und Netzwerkstrategie wider. (Rosenzweig & Easton 2010, S. 128 ff.) Zur Vermeidung von kurzzyklischen Einflüssen wird die Leistungsfähigkeit über einen Zeitraum von drei Jahren herangezogen. Die Teilnehmer der Workshops bestätigten die Relevanz der Elemente

der Leistungsfähigkeit zur Messung der Erreichung der Ziele der Produktionsstrategie über die letzten drei Jahre. Ebenso sollen Finanzindikatoren einbezogen werden. Dies erfolgt über die Faktoren *EBIT* (Earnings before interest and taxes), *Marktanteil* sowie *Produktionskosten* (Wiech et al. 2020, S. 6). Darüber hinaus wird die Erreichung der Elemente der Netzwerkstrategie über die Netzwerkfähigkeiten abgebildet. Die folgende Abbildung 5-4 stellt die Elemente des Betrachtungsbereiches Leistungsfähigkeit und Netzwerkfähigkeiten gesammelt dar:



Abbildung 5-4: Elemente des Betrachtungsbereiches „Leistungsfähigkeit und Netzwerkfähigkeiten“ (Eigene Darstellung)

### 5.1.4 Komplexität in globalen Produktionsnetzwerken

Der Betrachtungsbereich Komplexität lässt sich in die interne und externe Komplexität einteilen. Einzelne Komplexitätsfaktoren werden als Elemente des Betrachtungsbereiches Komplexität definiert. Diese geben an, wie komplex ein Element im Kontext globaler Produktionsnetzwerke wahrgenommen wird. Die Anzahl an unterschiedlichen Komplexitätsfaktoren in Produktionsnetzwerken ist kaum abgrenzbar, da jedes Element eines Produktionsnetzwerks durch die ihm inhärente Komplexität beschrieben werden kann. Demzufolge war es vonnöten, die relevantesten Komplexitätsfaktoren für die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in Produktionsnetzwerken systematisch auszuwählen. Basierend auf einer Literaturanalyse wurde den Workshopeteilnehmern eine Vielzahl an Komplexitätstreibern präsentiert (Wildemann & Voigt 2011, S. 76 ff.). Diese Komplexitätstreiber wurden mittels eines Vorgehens bestehend aus der Durchführung der Ishikawa-Methode und der Einflussmatrix priorisiert (vgl. Kapitel 2.3.1). Der Einfluss von Komplexitätsarten auf die (De-)Zentralisierung in Produktionsnetzwerken ist dem

Bereich der explorativen Forschung zuzuordnen, wodurch die Auswahl der relevantesten Faktoren durch das beschriebene Vorgehen als adäquat anzusehen ist. Das Vorgehen dient im Allgemeinen der Auswahl der relevantesten Faktoren im Vorhinein einer statistischen Analyse, um eine Vielzahl relevanter Faktoren auf die wichtigsten einzuzugrenzen. (Mayers 1997, S. 45; Rittstieg 2018, S. 78)

Die Workshopteilnehmer befürworteten die generelle Unterteilung in die externen und internen Komplexitätsfaktoren. Die internen und externen Komplexitätsfaktoren wurden als Input auf die äußersten Äste des Ishikawa-Diagramms aufgelistet und den Workshopteilnehmern präsentiert. Diese detaillierten die Äste, um weitere wichtige Komplexitätsfaktoren zu identifizieren (siehe Abbildung 5-5).

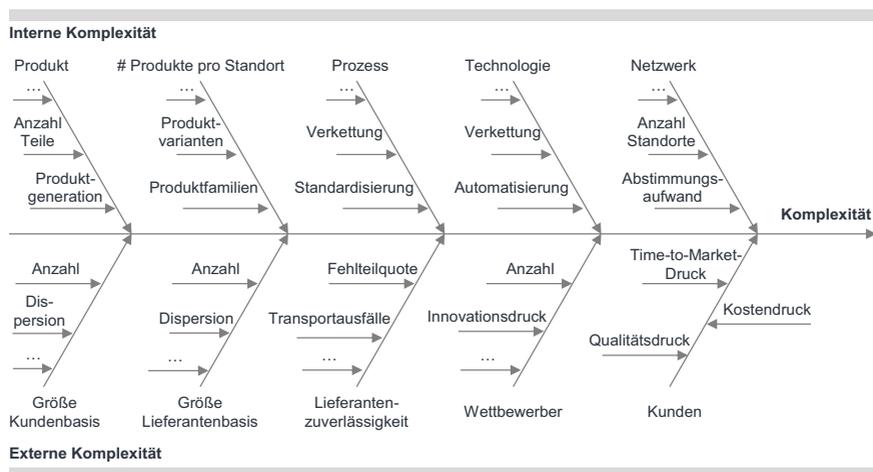


Abbildung 5-5: Ishikawa-Methode zur Identifizierung relevanter Komplexitätsfaktoren (Eigene Darstellung)

Anschließend erfolgte die Analyse des Einflusses der Faktoren untereinander mit Hilfe der Einflussmatrix (siehe Anhang A7). Dabei wurden sowohl übergeordnete Faktoren wie z.B. *Anzahl Produkte pro Standorte* als auch untergeordnete Faktoren wie *Kostendruck* miteinbezogen (vgl. Tabelle 5-1). Die Einträge in der Einflussmatrix spiegeln das Ergebnis der Workshopteilnehmer wieder. Diese haben unabhängig voneinander die Einflüsse evaluiert und diese anschließend in der Gruppe abgestimmt.

Einfluss von ... auf		Interne Komplexität														Externe Komplexität														
		Produkt	Anzahl Teile	Produktgeneration	Anzahl Produkte pro Standort	Produktvarianten	Produktfamilien	Prozess	Verkettung	Automatisierung	Technologie	Netzwerk	Anzahl Standorte	Abstimmungsaufwand	Größe Kundenbasis	Anzahl Kunden	Dispersion der Kunden	Größe Lieferantenbasis	Anzahl Lieferanten	Dispersion der Lieferanten	Lieferanzuverlässigkeit	Fehlteilquote	Transportaufwände	Wettbewerber	Anzahl Wettbewerber	Innovationsdruck	Zeitdruck	Kostendruck	Qualitätsdruck	Einflussnahme
Interne Komplexität	Produkt	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	1	0	3	3	1	3	0	0	1	3	3	1	1	3	1	1	1	53	
	Anzahl Teile	3	3	1	3	3	3	0	0	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	27	
	Produktgeneration	3	3	3	3	3	3	1	1	3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	28	
	Anzahl Produkte pro Standort	0	0	0	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	1	0	0	3	3	3	52	
	Produktvarianten	3	3	3	3	3	3	3	1	3	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	35	
	Produktfamilien	3	3	3	3	3	3	3	1	3	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	35	
	Prozess	1	0	1	3	1	1	3	3	3	3	3	1	0	1	0	1	0	0	0	3	3	3	1	0	0	3	3	44	
	Verkettung	0	0	1	1	1	1	3	3	3	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	3	3	28	
	Automatisierung	0	0	1	1	1	1	3	3	3	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	3	3	28
	Technologie	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	3	3	3	43	
	Netzwerk	1	0	0	3	1	1	1	1	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	1	3	3	1	3	3	51	
	Anzahl Standorte	1	0	0	3	1	1	1	0	0	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	33	
	Abstimmungsaufwand	0	0	1	3	0	0	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	33

Legende: 0: kein Einfluss, 1: schwacher Einfluss, 3: starker Einfluss

Tabelle 5-1: Auszug aus der Einflussmatrix (Eigene Darstellung)

Als Ergebnis wurden Komplexitätsfaktoren extrahiert, die besonders großen Einfluss auf das Produktionsnetzwerk und auf andere Komplexitätsfaktoren in Form von Beeinflussbarkeit und Einflussnahme (Spalten- und Zeilensummen der Einflussmatrix) haben. Dabei wurden die internen Faktoren *Produktkomplexität*, *Anzahl Produkte pro Standort*, *Prozesskomplexität*, *Technologiekomplexität* und *Netzwerkkomplexität* als relevant angesehen. Externe Komplexitätsfaktoren mit einer hohen Relevanz sind die *Größe und Globalisierung der Kundenbasis*, die *Größe der Lieferantenbasis*, die *Lieferanzuverlässigkeit*, die *Nachfragevariabilität* sowie der *externe Druck* seitens der *Wettbewerber* und seitens der *Kunden* in den Dimensionen *Zeit*, *Kosten* und *Qualität*. Die relevanten internen und externen Komplexitätsfaktoren werden als Elemente des Betrachtungsbereiches Komplexität in Abbildung 5-6 zusammengefasst.

Betrachtungsbereich	Interne Komplexität	Externe Komplexität	
Komplexität	Produktkomplexität	Größe der Lieferantenbasis	Größe der Kundenbasis
	Anzahl Produkte pro Standort	Lieferantenzuverlässigkeit	Globalisierung der Kundenbasis
	Prozesskomplexität	Qualitätsdruck	Nachfragevariabilität
	Technologiekomplexität	Zeitdruck	Aktionen von Wettbewerbern
	Netzwerkkomplexität	Kostendruck	

Abbildung 5-6: Ergebnis der Einflussmatrix: Elemente des Betrachtungsbereiches „Komplexität“ (Eigene Darstellung)

### 5.1.5 Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken

Der Betrachtungsbereich Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken lässt sich in differenzierbare Entscheidungen unterteilen, welche als Elemente definiert werden (siehe Abbildung 5-7). Einzelne Entscheidungen stellen Prozesse zur Auswahl von Handlungsalternativen im Kontext der Produktion in Netzwerken dar. Diese können zwischen den dichotomen Extremen der Zentrale bzw. dem Headquarter und dem einzelnen Produktionsstandort allokiert werden. Zwischen diesen Extremen liegen verschiedene Abstufungen der Abstimmung der Zentrale und des Produktionsstandorts bzgl. einer Entscheidung vor. In der Literatur werden diverse Entscheidungen im Management von Produktionsnetzwerken unterschieden (vgl. Kapitel 2.1.3). Diese sind Entscheidungen zur *Standortstrategie und -rolle*, *Organisationsstruktur*, *Veränderung von Produktionskapazitäten*, *Zeitpunkt der Kapazitätsplanung*, *Make-or-Buy-Entscheidungen*, *Lieferantenauswahl*, *Produktionsprozessauswahl*, *Technologieauswahl*, *kontinuierliche Verbesserung*, *langfristige sowie kurzfristige Planung und Steuerung*.

Im Rahmen der durchgeführten Workshops wurde die Relevanz der Entscheidungen für globale Produktionsnetzwerke eruiert. Alle Elemente wurden dabei, wie durch die analytisch-deduktive Methode vorbereitet, als relevant angesehen. Darüber hinaus wurde ein weiterer Fokus auf Entscheidungen mit Bezug zum Produktionsnetzwerk gelegt. Im Rahmen einer Priorisierung während der Workshops wurden Entscheidungen zu *Produktallokationen*, *Transferpreisen* und der *Distribution* zum Kunden mit in den

Kontext der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken aufgenommen. Auch *Produktions-IT-Entscheidungen* wurden als relevant identifiziert, da durch eine weitreichende Digitalisierung ein hoher Vernetzungsgrad im Produktionsnetzwerk erreicht werden kann, welcher wiederum sowohl die Zentralisierung als auch die Dezentralisierung von Entscheidungen befähigen kann. Neuere Forschungsvorhaben unterstützen die Einbeziehung von IT-Entscheidungen im Rahmen der Gestaltung von Produktionsnetzwerken (Wiech et al. 2020).

Betrachtungsbereich	Elemente		
Entscheidungen	<i>Standort &amp; Organisation</i>	<i>Prozesse &amp; Technologie</i>	<i>Kunden &amp; Netzwerk</i>
	Standortstrategie und -rolle	Produktionsprozessauswahl	Transferpreise
	Organisationsstruktur	Technologieauswahl	Distribution
	<i>Kapazität</i>	<i>Planung &amp; Steuerung</i>	Produktallokation
	Veränderung von Produktionskapazitäten	Langfristige Planung und Steuerung	
	Zeitpunkt der Kapazitätsplanung bzw. -veränderung	Kurzfristige Planung und Steuerung	
	<i>Lieferanten</i>	<i>IT &amp; KVP</i>	
	Make-or-Buy	Produktions-IT	
	Lieferantenauswahl	Kontinuierliche Verbesserung	

Abbildung 5-7: Elemente des Betrachtungsbereiches „Entscheidungen“ (Eigene Darstellung)

## 5.2 Theoretische Diskussion der Wirkzusammenhänge

Dieses Kapitel diskutiert die Zusammenhänge zwischen den im Fokus stehenden Betrachtungsbereichen dieser Arbeit. Die Zusammenhänge werden aus der Literatur abgeleitet und folgen demnach einer analytisch-deduktiven Logik. Kapitel 5.2.1 diskutiert elementare Arten der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken. Kapitel 5.2.2 stellt die Wirkzusammenhänge zwischen einzelnen Elementen der Strategie und dem Betrachtungsbereich der Entscheidungen dar. Kapitel

5.2.3 untersucht die Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Komplexitätsfaktoren und dem Betrachtungsbereich der Entscheidungen. Kapitel 5.2.4 thematisiert die Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der Strategie. Schließlich diskutiert Kapitel 5.2.5 den Einfluss der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen auf die Leistungsfähigkeit globaler Produktionsnetzwerke.

### **5.2.1 (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken**

Die Analyse des Stands der Forschung zeigt, dass das Thema der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen ein Kernthema des Managements globaler Produktionsnetzwerke ist (vgl. Kapitel 3.3).

Maritan, Brush & Karnani (2004) beschreiben in ihren Analysen, dass es Entscheidungen gibt, die eher zentralisiert werden als andere Entscheidungen. So werden eher strategische Entscheidungen zentral gefällt, wohingegen taktische und operative Entscheidungen eher dezentral allokiert sind. Diese Analyseergebnisse werden geprüft, wobei alle Entscheidungen bzgl. ihrer (De-)Zentralisierung geprüft werden.

*H1a: Die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen erfolgt unterschiedlich für Entscheidungen, die für das Management globaler Produktionsnetzwerke relevant sind.*

Entgegen den Ausführungen von Maritan, Brush & Karnani (2004) stellen die Autoren Olhager & Feldmann (2018) heraus, dass sämtliche relevante Entscheidungen ganzheitlich zwischen der Zentrale und dem Standort allokiert werden. Neben den offensichtlichen Erscheinungsformen der Zentralisierung und Dezentralisierung stellen Olhager & Feldmann (2018) die integrierte Entscheidungsverteilung als eine weitere Erscheinungsform der Zentralisierung heraus. Es werden demnach drei elementare Muster der Entscheidungsverteilung in Produktionsnetzwerken unterschieden. Dabei werden von diesen Autoren diverse Entscheidungen aus der Produktionsstrategie abgeleitet und betrachtet. Die Autoren legen einen Fokus auf die Sicht des Produktionsstandortes, da bei der durchgeführten Umfrage Verantwortliche auf Standortebene adressiert wurden. Grundsätzlich sind die Erkenntnisse auf Netzwerkebene übertragbar, wobei sie einer Überprüfung der Zusammenhänge bedürfen.

Bei der zentralisierten Entscheidungsverteilung hat der einzelne Produktionsstandort nur sehr begrenzt Einfluss auf die Entscheidungen der Produktionsstrategie. Zwölf der vierzehn betrachteten Entscheidungen weisen eine sehr geringe Autonomie seitens

des Standortes auf. Lediglich die Standortspezialisierung und der -fokus weisen keinen signifikanten Unterschied zwischen dem zentralen und integrierten Cluster auf. Dennoch zeigen alle Entscheidungen eine klare Tendenz zur Zentralisierung in diesem Cluster auf. Entsprechend weisen zentrale Instanzen im Produktionsnetzwerk, wie beispielsweise die Zentrale oder das Headquarter weitreichende Autonomie über Entscheidungen auf. Entscheidungen werden per Anordnung oder Auftrag von der zentralen Instanz an den Standort kommuniziert. (Olhager & Feldmann 2018, S. 700)

Bei der dezentralisierten Entscheidungsverteilung besitzt der einzelne Produktionsstandort starken Einfluss auf Entscheidungen der Produktionsstrategie mit Relevanz für den jeweiligen Standort. Bis auf die Entscheidung der Standortspezialisierung weisen alle betrachteten Entscheidungen eine eindeutige Dezentralisierung auf. Alle Entscheidungen werden auf Standortebene gefällt, wobei diese von den Ideen und Initiativen lokaler Manager bzw. Werkleiter stark beeinflusst und getrieben werden. (Olhager & Feldmann 2018, S. 700)

Bei der integrierten Entscheidungsverteilung sind die Entscheidungen zwischen den beiden zuvor beschriebenen Extremen allokiert. Das heißt, dass weder der einzelne Produktionsstandort noch das Netzwerk bzw. die Zentrale eine eindeutige Entscheidungsautonomie aufweisen. Entscheidungen werden als interaktives und integratives Ergebnis aus Standort- und Netzwerkkoooperation angesehen. Die Entscheidungen scheinen durch eine systematische, rationale Analyse der Zentrale getrieben zu sein, wobei die einzelnen Standorte im strategischen Planungsprozess partizipieren. Durch eine solche Art der Entscheidungsverteilung kann der Druck zwischen Globalisierung und lokaler Anpassbarkeit balanciert werden. Ebenso wird die Auffassung unterstützt, dass eine einzelne Entscheidung kein einzelnes Ereignis, sondern vielmehr einen Prozess darstellt (vgl. Kapitel 2.1.3). (Olhager & Feldmann 2018, S. 700)

Insgesamt weist die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken eine einheitliche Struktur auf. Folglich werden keine Muster erkannt, in denen einzelne Entscheidungen völlig dezentralisiert und andere Entscheidungen völlig zentralisiert sind. (Olhager & Feldmann 2018, S. 700) Es lässt sich als erste Hypothese formulieren:

*H1b: Die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen erfolgt gleichmäßig für alle Entscheidungen, die für das Management globaler Produktionsnetzwerke relevant sind - entweder zentralisiert, dezentralisiert oder integriert.*

Die folgende Abbildung 5-8 stellt die theoretischen Muster der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken als Hypothese für diese Arbeit dar.

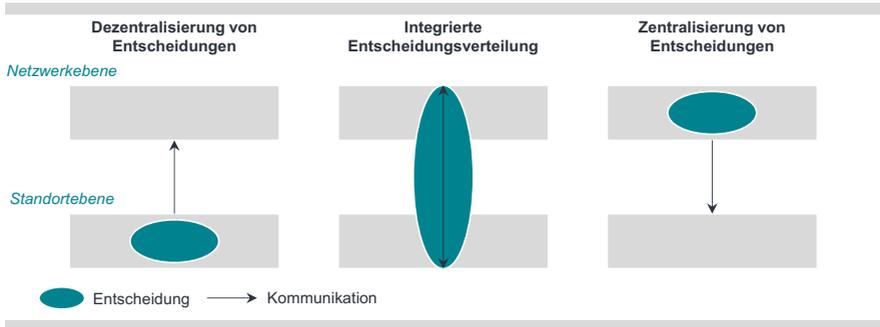


Abbildung 5-8: Theoretische Muster der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken (Eigene Darstellung, i.A.a. Olhager & Feldmann (2018, S. 701))

### 5.2.2 Wirkzusammenhänge zwischen der Strategie und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Unternehmen richten ihre Produktion im Sinne der Unternehmensstrategie aus, indem sie die Produktionsstrategie auf diese abstimmen (vgl. Kapitel 2.1.2.2). Die Ziele der Strategien (hier synonym: Elemente der Strategie) geben hierbei langfristige Richtungen bzw. Schwerpunkte an. Sie zeigen an, durch welche Ziele sich Unternehmen vom Wettbewerb differenzieren. Der Stand der Forschung zeigt, dass die Relevanz der Strategie für das Management von Produktionsnetzwerken gegeben ist (vgl. Kapitel 3.6). Die Elemente der Produktionsstrategie leiten die Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken (Hayes & Wheelwright 1984). Jedoch bleiben Muster der Entscheidungsverteilung in Produktionsnetzwerken unerforscht. Das Verständnis dieser Zusammenhänge ist relevant, sodass Unternehmen dabei unterstützt werden können, die passende (De-)Zentralisierung der Entscheidungen für unterschiedliche Strategien zu realisieren. Im Folgenden werden die Wirkzusammenhänge zwischen einzelnen Elementen der Produktions- und Netzwerkstrategie mit der Zentralisierung der Entscheidungsverteilung theoretisch dargestellt. Es wird mit den Elementen der Produktionsstrategie begonnen und mit den Elementen der Netzwerkstrategie gefolgt.

Das Verfolgen des Zieles *Kosten bzw. Preis* führt zu zentralisierten Mustern der Entscheidungsverteilung. Es sollen Koordinationskosten gesenkt und zentral Skaleneffekte realisiert werden. (Hungenberg 1995, S. 103) Folgende Hypothese wird geprüft:

*H2a: Eine hohe Wichtigkeit des Zieles „Kosten bzw. Preis“ ist positiv mit einer Zentralisierung von Entscheidungen verbunden.*

Ziele der *Qualität* führen ebenfalls zu zentralisierten Mustern der Entscheidungsverteilung. Durch die Zentralisierung sollen Qualitätsdefekte im Sinne des internen Lernens bzw. einer verbesserten Kommunikation, effizient aufgedeckt und das entstandene Wissen im Produktionsnetzwerk geteilt werden. Dementsprechend sollen Qualitätsdefekte standortübergreifend vermieden werden. (Hayes et al. 2005, S. 155) Folgende Hypothese wird geprüft:

*H2b: Eine hohe Wichtigkeit des Zieles „Qualität“ ist positiv mit einer Zentralisierung von Entscheidungen verbunden.*

Ziele der *Lieferung* wie z.B. die *Liefargeschwindigkeit* bzw. *-zuverlässigkeit* werden mit dezentralisierten Mustern der Entscheidungsverteilung assoziiert. Durch die operative Nähe des Produktionsstandortes zum Geschehen in der Produktion sollen kürzere Entscheidungswege realisiert werden, wodurch die Lieferzeit und die Fehleranfälligkeit reduziert werden können. (Hayes et al. 2005, S. 154) Folgende Hypothesen werden geprüft:

*H2c: Eine hohe Wichtigkeit des Zieles „Liefergeschwindigkeit“ ist negativ mit einer Zentralisierung von Entscheidungen verbunden.*

*H2d: Eine hohe Wichtigkeit des Zieles „Lieferzuverlässigkeit“ ist negativ mit einer Zentralisierung von Entscheidungen verbunden.*

Das Verfolgen der Ziele der *Flexibilität*, wie die *Varianten-* und die *Volumenflexibilität*, werden mit dezentralisierten Mustern der Entscheidungsverteilung assoziiert. Produktionsstandorte operieren unter den gegebenen Randbedingungen des Marktes, wodurch diese sich flexibel an die örtlichen Gegebenheiten anpassen können. Ebenso sollen Flexibilitätspotentiale durch die einzelnen Produktionsstandorte besser bewertet und umgesetzt werden können. (Hayes et al. 2005, S. 156; Hungenberg 1995, S. 103) Folgende Hypothesen werden geprüft:

*H2e: Eine hohe Wichtigkeit des Zieles „Variantenflexibilität“ ist negativ mit einer Zentralisierung von Entscheidungen verbunden.*

*H2f: Eine hohe Wichtigkeit des Zieles „Volumenflexibilität“ ist negativ mit einer Zentralisierung von Entscheidungen verbunden.*

Produktionsnetzwerke mit einem Fokus auf *Innovation* streben in Richtung dezentralisierten Mustern der Entscheidungsverteilung. Eine zentrale Vorgabe von Richtlinien und Standardprozeduren hemmen das Innovationspotential des einzelnen Produktionsstandortes und der dort tätigen Mitarbeiter. (Amason et al. 1995, S. 20 ff.; Bucic & Guldergan 2004, S. 257 ff.; Hayes et al. 2005, S. 156) Folgende Hypothese wird geprüft:

*H2g: Eine hohe Wichtigkeit des Zieles „Innovation“ ist negativ mit einer Zentralisierung von Entscheidungen verbunden.*

Das Verfolgen des Ziels *Service* wird durch die Zentralisierung von Entscheidungen unterstützt, da ein globales Level von hohen Standards erreicht und ausgerollt werden kann. Ebenso führt eine zentrale Kommunikation von Kundenproblemen zum Best Practice Sharing von Lösungen für gleiche Probleme. (Hayes et al. 2005, S. 155) Folgende Hypothese wird geprüft:

*H2h: Eine hohe Wichtigkeit des Zieles „Service“ ist positiv mit einer Zentralisierung von Entscheidungen verbunden.*

Die Ziele aus der Netzwerkstrategie lassen sich ebenso wie die klassischen Zieldimensionen der Produktionsstrategie mit den Mustern der Entscheidungsverteilung in Produktionsnetzwerken in Beziehung setzen.

Zentralisierte Muster der Entscheidungsverteilung werden mit den Zielen der *Mobilität* und dem *Lernen* assoziiert. Es wird argumentiert, dass die Zentralisierung von Entscheidungen zu einer Standardisierung von Prozessen, Abläufen und Ressourcen in einem Produktionsnetzwerk führt. Standardisierte Prozesse unterstützen sowohl die Mobilität von Ressourcen und Produktionsvolumen als auch das Lernen. Das Lernen wird durch Informationsflüsse und Best Practice Sharing unterstützt. Die Mobilität wird durch standardisierte Ressourcen, wie beispielsweise Maschinen, erreicht. Ebenso wirken ähnliche Abläufe und Ressourcen sich positiv auf die Mobilität von Produktionsvolumina im Netzwerk aus. (Hayes et al. 2005, S. 154 ff.) Folgende Hypothesen werden geprüft:

*H2i: Eine hohe Wichtigkeit des Zieles „Mobilität“ ist positiv mit einer Zentralisierung von Entscheidungen verbunden.*

*H2j: Eine hohe Wichtigkeit des Zieles „Lernen“ ist positiv mit einer Zentralisierung von Entscheidungen verbunden.*

Auch das Ziel der *Effizienz* wird mit zentralisierten Mustern der Entscheidungsverteilung assoziiert. Die Effizienz verfolgt eine ähnliche Optimierungsrichtung wie das Ziel der Kosten. Duplizierte Tätigkeiten sollen im Produktionsnetzwerk eliminiert und Economies of Scale and Scope realisiert werden. Dezentralisierte Muster der Entscheidungsverteilung führen zu lokalen Optimierungen, wodurch eine übergeordnete Effizienz behindert wird. Die übergeordnete Sichtweise des Produktionsnetzwerkes führt zu einem umfänglichen Wissen über Kapazitäten, Standortrollen und die Fähigkeiten des Netzwerkes. Könnte durch eine umfangreiche Vernetzung der Produktionsstandorte, das Wissen auch an jedem dieser Produktionsstandorte vorliegen, so könnten auch dezentralisierte Muster der Entscheidungsverteilung die Effizienz unterstützen. Klassischerweise und auch als Grundlage für die vorliegende Arbeit wird Effizienz mit der Zentralisierung assoziiert. (Hayes et al. 2005, S. 154 ff.) Folgende Hypothese wird geprüft:

*H2k: Eine hohe Wichtigkeit des Zieles „Effizienz“ ist positiv mit einer Zentralisierung von Entscheidungen verbunden.*

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Zentralisierung als auch die Dezentralisierung verschiedene Ziele verfolgen, generell jedoch an die Strategie angepasst werden (engl. Structure follows Strategy). Die folgende Abbildung 5-9 stellt die theoretischen Wirkzusammenhänge zwischen einzelnen Zielen der Produktions- bzw. Netzwerkstrategie und der Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken als Hypothese für die vorliegende Arbeit dar.

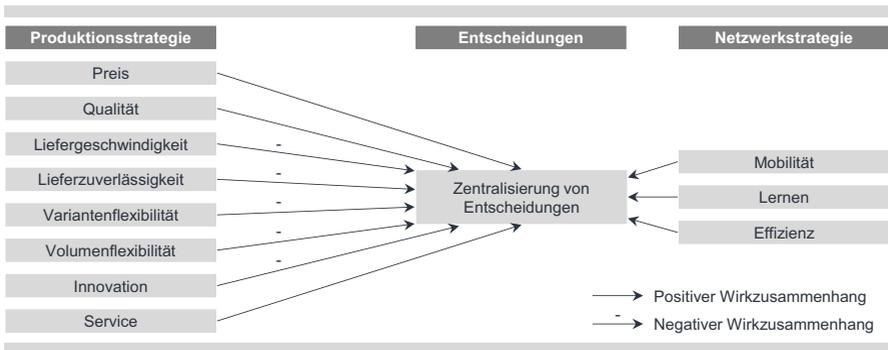


Abbildung 5-9: Theoretische Wirkzusammenhänge zwischen der Strategie und der Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)

### 5.2.3 Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in Produktionsnetzwerken können auf verschiedenen Ebenen analysiert werden. Als häufig aufschlussreichste Differenzierungsebene werden die Ebene der internen und externen Komplexität und deren Wirkung auf die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen angeführt (Größler, Grübner & Milling 2006, S. 256 ff.). Beispielsweise werden Wirkzusammenhänge auf detaillierteren Differenzierungsebenen wie den Produkt-, Prozess- oder Organisationsebenen häufig der übergeordneten Ebene, in diesem Fall der internen Komplexität, zugeordnet und analysiert (Hungenberg 1995, S. 106 ff.).

Der Wirkzusammenhang zwischen einer hohen externen Komplexität und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in Produktionsnetzwerken drückt sich in einer zunehmenden Zentralisierung der Entscheidungen aus (Gates & Egelhoff 1986, S. 90). Dies wird damit begründet, dass die zentrale Instanz des Produktionsnetzwerkes über eine höhere Koordinationsfähigkeit und Außensicht verfügt als die einzelnen Produktionsstandorte. Ebenso können Aktionen von Wettbewerbern und der globalisierten Kundenbasis von der Zentrale genauer bewertet werden. Es werden potentielle Lieferausfälle von der Zentrale koordinativ effizienter gelöst als von einzelnen Produktionsstandorten, da Netzwerkeffekte wie beispielsweise der globale Einkauf umgesetzt werden

können. Dementsprechend wird in dieser Arbeit die Hypothese aufgestellt, dass hochkomplexe Unternehmensumfelder mit einer zentralisierten Entscheidungsverteilung zusammenhängen. Folgende Hypothese wird geprüft:

*H3a: Eine hohe externe Komplexität ist positiv mit einer Zentralisierung von Entscheidungen verbunden.*

Demgegenüber manifestiert sich eine hohe *interne Komplexität* in einer Tendenz zur Dezentralisierung von Entscheidungen in Produktionsnetzwerken (Gates & Egelhoff 1986, S. 90). Eine hohe interne Komplexität zeichnet sich durch die in Kapitel 5.1.4 identifizierten Faktoren aus. Es wird argumentiert, dass eine hohe interne Komplexität durch die Diversifikation in unterschiedlichen Märkten und die globale Verteilung von Produktionsstandorten entsteht. Die Produktionsstandorte können durch die operative Nähe und die Hoheit über die internen Prozesse, Technologien und Produkte, Entscheidungen mit einem höheren Wissensstand durchführen. Ebenso ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass einzelne Prozesse, Technologien und Produkte von einzelnen Produktionsstandorten definiert, akquiriert oder entwickelt wurden, was zu einer Tendenz zur Dezentralisierung führt. Dementsprechend tendieren globale Produktionsnetzwerke dazu, diesen einzelnen Standorten mehr Entscheidungsautonomie zu geben. Somit wird für eine hohe interne Komplexität die Dezentralisierung von Entscheidungen als theoretischer Wirkzusammenhang angenommen. Folgende Hypothese wird geprüft:

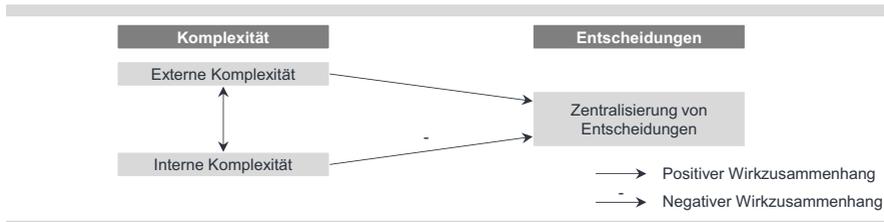
*H3b: Eine hohe interne Komplexität ist negativ mit einer Zentralisierung von Entscheidungen verbunden.*

Eine hohe externe Komplexität seitens der Kunden, Wettbewerber und Lieferanten wird in eine hohe interne Komplexität über das Produktportfolio umgesetzt. Dementsprechend wird ein positiver Wirkzusammenhang zwischen der externen und internen Komplexität angenommen. Demgegenüber wird ein komplexes Produktportfolio nur realisiert, wenn es eine entsprechende Nachfrage seitens der Kunden gibt. Demnach wird auch ein Zusammenhang zwischen der internen und der externen Komplexität angenommen. Diese Zusammenhänge sind nicht als verkettete Zusammenhänge zur Zentralisierung anzusehen, sondern lediglich als Prüfung des Komplexitätsbetrachtungsbereichs. (Größler, Grübner & Milling 2006, S. 256) Diese Hypothesen werden geprüft:

*H3c: Eine hohe externe Komplexität ist positiv mit einer hohen internen Komplexität verbunden.*

*H3d: Eine hohe interne Komplexität ist positiv mit einer hohen externen Komplexität verbunden.*

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich eine hohe externe Komplexität in Zentralisierung und eine hohe interne Komplexität in Dezentralisierung ausdrückt. Die theoretischen Wirkzusammenhänge werden in der folgenden Abbildung 5-10 als Hypothesen für die vorliegende Arbeit dargestellt.



*Abbildung 5-10: Theoretische Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)*

## 5.2.4 Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der Strategie

Des Weiteren wirkt sich die externe Komplexität auf die Strategie aus (vgl. Abbildung 5-11). Die interne Komplexität wird nicht als endogen gegeben angesehen und demnach auch nicht als Einflussfaktor auf die Ziele der Strategie weiter analysiert. In umkämpften Märkten mit vielen Wettbewerbern sind der Preis und die Qualität häufig wichtige Differenzierungsmerkmale, wodurch Aufträge gewonnen werden können. Die Erreichung niedriger Kosten kann über Skalen- und Verbundeffekte (Netzwerkstrategieziel Effizienz) erreicht werden (Miltenburg 2009, S. 6187 f.; Rose, Kumar & Ibrahim 2008, S. 19 f.). Entsprechend wird ein positiver Zusammenhang der externen Komplexität mit den Zielen Kosten bzw. Preis und Effizienz angenommen. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass sich Produktionsnetzwerke in umkämpften Märkten durch die hohe Lieferzuverlässigkeit (hohe externe Komplexität) auszeichnen müssen. (Budde 2015, S. 44 f.) Folgende Hypothesen werden geprüft:

*H4a/i: Eine hohe externe Komplexität ist positiv mit einer hohen Wichtigkeit des Zieles „Preis bzw. Kosten“ (H4a) sowie der „Effizienz“ (H4i) verbunden.*

*H4b: Eine hohe externe Komplexität ist positiv mit einer hohen Wichtigkeit des Zieles „Qualität“ verbunden.*

*H4d: Eine hohe externe Komplexität ist positiv mit einer hohen Wichtigkeit des Zieles „Lieferzuverlässigkeit“ verbunden.*

Einer schwankenden Kundennachfrage als Element der externen Komplexität wird durch höhere Flexibilität in der Produktion bzgl. Varianten und Volumen begegnet. Diese Flexibilität wird benötigt, um sich am Markt zu differenzieren. Entsprechend wird ein positiver Zusammenhang zwischen der externen Komplexität und der Varianten- sowie Volumenflexibilität angenommen (Größler, Grübner & Milling 2006, S. 258 f.) Ebenso bietet die Mobilität von Ressourcen und Aufträgen die Möglichkeit auf ein volatiles Umfeld zu reagieren (Miltenburg 2009, S. 6179 ff.). Es wird ein positiver Zusammenhang angenommen. Folgende Hypothesen werden geprüft:

*H4e: Eine hohe externe Komplexität ist positiv mit einer hohen Wichtigkeit des Zieles „Variantenflexibilität“ verbunden.*

*H4f: Eine hohe externe Komplexität ist positiv mit einer hohen Wichtigkeit des Zieles „Volumenflexibilität“ verbunden.*

*H4j: Eine hohe externe Komplexität ist positiv mit einer hohen Wichtigkeit der „Mobilität“ verbunden.*

Externe Komplexität ist ein Treiber für Verbesserungsprozesse im Unternehmen. Dies heißt, dass Probleme von extern dazu führen können, die Bereitschaft für einen Wissensaustausch und damit das Lernen zu erhöhen (Budde 2015, S. 46). Folgender Zusammenhang wird angenommen:

*H4k: Eine hohe externe Komplexität ist positiv mit einer hohen Wichtigkeit des „Lernens“ verbunden.*

Hohe Kundenanforderungen und demnach eine hohe externe Komplexität benötigen einen umfassenden Service seitens des Unternehmens, wodurch Kunden wiederum gehalten werden können (Budde 2015, S. 44 f.). Demnach wird der Zusammenhang zwischen der externen Komplexität und dem Ziel des Services als positiv angenommen. Folgende Hypothese wird geprüft:

*H4h: Eine hohe externe Komplexität ist positiv mit einer hohen Wichtigkeit des Zieles „Service“ verbunden.*

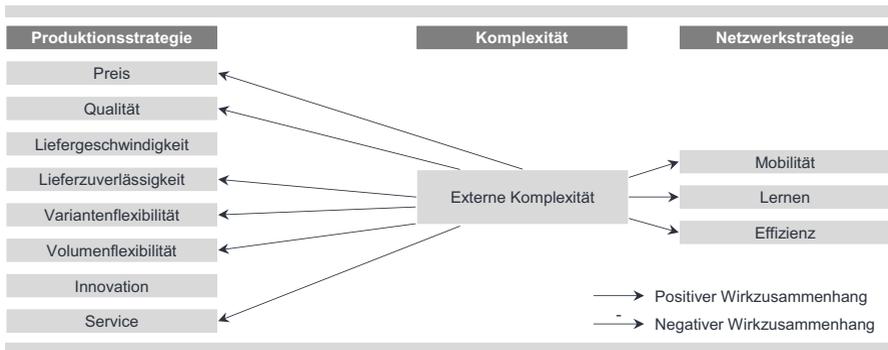


Abbildung 5-11: Theoretische Wirkzusammenhänge zwischen der externen Komplexität und der Strategie (Eigene Darstellung)

### 5.2.5 Wirkzusammenhänge zwischen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit sowie den Netzwerkfähigkeiten

Die Wirkzusammenhänge zwischen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und der realisierten Leistungsfähigkeit in globalen Produktionsnetzwerken werden identisch zu den Zusammenhängen zwischen der Strategie und der Entscheidungsverteilung definiert. Den Autoren Xiaosong Peng, Schroeder & Shah (2011) folgend geben sowohl die Ziele (*competitive priorities*) als auch die Netzwerkprioritäten die strategische Orientierung vor, welche anhand der realisierten Leistungsfähigkeit (*competitive capabilities*) und der Netzwerkfähigkeiten (*network capabilities*) gemessen werden kann. Dementsprechend werden die gleichen Wirkzusammenhänge angenommen. (Xiaosong Peng, Schroeder & Shah 2011, S. 485 ff.; Mengel 2017, S. 51 ff.) Aktuelle Arbeiten (Olhager & Feldmann 2018, S. 701 f.) zeigen, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen der Leistungsfähigkeit unterschiedlicher (De-)Zentralisierung von Entscheidungen gibt. Diese Leistungsunterschiede werden allerdings als differenzierbar zwischen den Formen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen angenommen und dementsprechend für die vorliegende Arbeit als theoretische Wirkzusammenhänge aufgefasst. Durch Unterschiede in der Leistungsfähigkeit und den Netzwerkfähigkeiten soll aufgezeigt werden, dass eine strategie- und komplexitätsorientierte Gestaltung der Entscheidungsautonomie zu besseren Leistungsindikatoren führt, wodurch sich wiederum die Marktposition verbessern kann. Zwischen finanziellen Performanceindikatoren, wie EBIT und Marktanteil, wird kein theoretischer Wirkzusammenhang vermutet, da diese

nicht nur durch die Produktion, sondern auch durch andere Funktionen wie z.B. den Einkauf oder den Vertrieb maßgeblich beeinflusst werden (Olhager & Feldmann 2018, S. 703). Folgende Hypothesen werden demnach geprüft:

*H5a: Eine Zentralisierung von Entscheidungen ist positiv mit der Leistungsfähigkeit „Produktionskosten“ verbunden.*

*H5b: Eine Zentralisierung von Entscheidungen ist positiv mit der Leistungsfähigkeit „Qualität“ verbunden.*

*H5c: Eine Zentralisierung von Entscheidungen ist negativ mit der Leistungsfähigkeit „Liefergeschwindigkeit“ verbunden.*

*H5d: Eine Zentralisierung von Entscheidungen ist negativ mit der Leistungsfähigkeit „Lieferzuverlässigkeit“ verbunden.*

*H5e: Eine Zentralisierung von Entscheidungen ist negativ mit der Leistungsfähigkeit „Variantenflexibilität“ verbunden.*

*H5f: Eine Zentralisierung von Entscheidungen ist negativ mit der Leistungsfähigkeit „Volumenflexibilität“ verbunden.*

*H5g: Eine Zentralisierung von Entscheidungen ist positiv mit der Leistungsfähigkeit „Nachhaltigkeit“ verbunden.*

*H5h: Eine Zentralisierung von Entscheidungen ist positiv mit der Netzwerkfähigkeit „Mobilität“ verbunden.*

*H5i: Eine Zentralisierung von Entscheidungen ist positiv mit der Netzwerkfähigkeit „Lernen“ verbunden.*

*H5j: Eine Zentralisierung von Entscheidungen ist positiv mit der Netzwerkfähigkeit „Effizienz“ verbunden.*

Die folgende Abbildung 5-12 fasst die theoretischen Wirkzusammenhänge zwischen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und der realisierten Leistungsfähigkeit sowie den Netzwerkfähigkeiten globaler Produktionsnetzwerke zusammen.

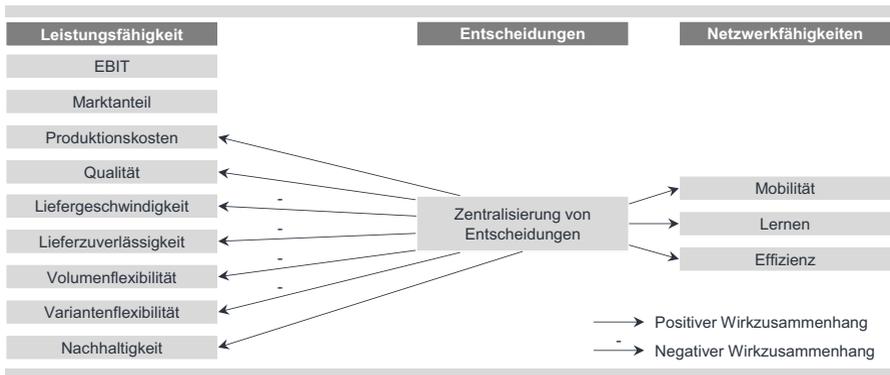


Abbildung 5-12: Theoretische Wirkzusammenhänge zwischen der Zentralisierung von Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit sowie Netzwerkfähigkeiten (Eigene Darstellung)

### 5.2.6 Zusammenfassung der theoretischen Wirkzusammenhänge

Für eine bessere Übersicht über alle theoretisch beschriebenen Wirkzusammenhänge zwischen den Betrachtungsbereichen Strategie, Komplexität, Zentralisierung sowie Leistungsfähigkeit bzw. Netzwerkfähigkeiten wird in der nachfolgenden Abbildung 5-13 eine Darstellung aller aufgestellten Hypothesen gegeben. Die theoretischen Wirkzusammenhänge sind die Grundlage für die weitere empirische Analyse in den nachfolgenden Kapiteln. Zusammenfassend lässt sich schließen, dass die Ziele der Produktions- und Netzwerkstrategie dedizierte Einflüsse auf die Zentralisierung von Entscheidungen haben. Es wirken sich die externe Komplexität positiv und die interne Komplexität negativ auf eine Zentralisierung aus. Darüber hinaus werden Wirkzusammenhänge zwischen der internen und externen Komplexität geprüft. Laut der theoretischen Diskussion wirkt sich lediglich die externe Komplexität als Gestaltungsbedingung auf die Auswahl der Ziele der Produktions- und Netzwerkstrategie aus. Schließlich wird die Gestaltungswirkung der Zentralisierung von Entscheidungen auf die Leistungsfähigkeit sowie die Netzwerkfähigkeiten geprüft.

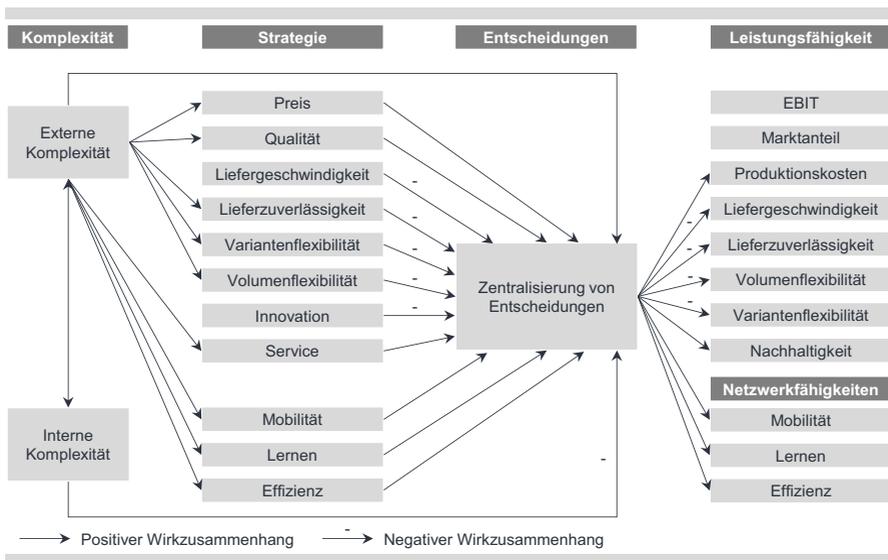


Abbildung 5-13: Zusammenfassung der theoretischen Wirkzusammenhänge (Eigene Darstellung)

### 5.3 Studienkonzeption und Datenanalyse

Dieser Abschnitt stellt die Studie, die zur Prüfung der theoretischen Wirkzusammenhänge entworfen wurde, mitsamt der Datengrundlage sowie die Datenanalyse vor. Zuerst wird die Datengrundlage der Studie allgemein dargestellt und anhand ihrer deskriptiven Statistik beschrieben. In einem zweiten Schritt erfolgt die Konzeption und Vorstellung der Maßeinheiten der Betrachtungsbereiche Strategie, Komplexität und (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken. Den Abschluss bildet die Datenanalyse der Studie.

#### 5.3.1 Beschreibung der Datengrundlage der Studie

Die Studie wurde anhand der Richtlinien und Empfehlungen von Dillman (2000, S. 3 ff.) und Forza (2002, S. 155 ff.) entwickelt. Ebenso wurde die Studie durch Praktiker aus der Industrie und Wissenschaftler mit einem empirischen Vorverständnis vor der primären Versendung vorgetestet, um eine allgemein hohe Verständlichkeit der Studie sicherzustellen.

Als Datengrundlage wurde die Orbis-Datenbank<sup>2</sup> in Kombination mit der internen Datenbank produzierender Unternehmen des wbk Instituts für Produktionstechnik verwendet. Hierdurch konnte sichergestellt werden, dass sowohl die Grundgesamtheit der Unternehmen als umfassend, als auch der Ansprechpartner als thematisch vielversprechend anzusehen sind. Die Suchkriterien des Stichprobenverfahrens sahen vor, dass die Unternehmenszentrale vornehmlich im deutschsprachigen Raum, angesiedelt ist. Hierdurch wurden eine Kontrolle von länderspezifischen Faktoren und eine relativ homogene Unternehmensumwelt erreicht, da bei einer heterogenen Struktur die zu analysierenden Wirkzusammenhänge zwischen den Betrachtungsbereichen beeinflusst werden können. Die vier aufgeführten Länder können als westeuropäische Hochlohnländer klassifiziert werden. Ebenso wurde zwecks Vergleichbarkeit der Produktionsstruktur ausschließlich produzierendes Gewerbe mit Stückgütern adressiert. Hierdurch wurde erreicht, dass Unternehmen mit einem Fokus auf die Supply Chain und die Distribution von Produkten ausgeschlossen wurden. Ein weiteres Suchkriterium war, dass die Anzahl der verwalteten Produktionsstandorte des Unternehmens mindestens zwei sein muss, sodass das Unternehmen als eines mit einem Produktionsnetzwerk klassifiziert werden kann.

Mit Hilfe dieser Suchkriterien konnten ca. 1000 Unternehmen als passend identifiziert werden. Das analysierte System war das globale Produktionsnetzwerk des jeweiligen Unternehmens. Mit Hilfe der internen Datenbank konnten systematisch Ansprechpersonen ausgewählt werden, welche einen Zugang zu verlässlichen Informationen hinsichtlich des Produktionsnetzwerkes besitzen. Die Ansprechpersonen mussten eine globale Verantwortung für mindestens zwei Produktionsstandorte haben oder in einer Zentralfunktion mit einer entsprechenden Position tätig sein. Ein Fokus lag hierbei auf Netzwerkmanagern, Vice Presidents Produktion, Chief Executive Officers, Chief Operations Officers oder Produktionsleitern.

Zur Sicherstellung, dass ein Unternehmen bzw. ein Produktionsnetzwerk nur einen Fragebogen ausfüllt, fand die Kontaktaufnahme via standardisierter E-Mail mit personalisiertem Zugangscode statt. Ebenso wurde durch die Personalisierung ein Zwischenspeichern erreicht. Die Inhalte, Themen und Ziele der Studie wurden während der Kontaktaufnahme skizziert. Darüber hinaus wurde die Vertraulichkeit der Daten den An-

---

<sup>2</sup> <https://orbis.bvdinfo.com>. (Letzter Zugriff: 01.07.2020)

sprechpartnern zugesichert. Die Studie wurde zwischen April und Juli 2020 durchgeführt. Während der Datenaufnahme wurden zwei Erinnerungen zur Teilnahme an die Ansprechpartner verschickt. Zwischen den früheren und späteren Rückläufern der Studie wurde der Nonresponse Bias geprüft (Olhager & Feldmann 2018, S. 696). Es wurde kein signifikanter Unterschied der Antworten zwischen diesen beiden Rückläufergruppen festgestellt. Von dieser initialen Grundgesamtheit wurden insgesamt 88 Fragebögen ausgefüllt.

Tabelle 5-2 gibt einen Überblick über die deskriptive Statistik der Umfrage. Im ersten Abschnitt werden die adressierten Industrien beschrieben. Knapp 33 % der Studienteilnehmer kommen aus der Maschinenbauindustrie, 13 % aus der Elektronikfertigung und 11 % aus der Automobilindustrie. Weitere Industrien waren die Metallindustrie, die Pharmaindustrie oder die optische Industrie. Grundsätzlich ist eine industrieübergreifende Studie für die Generalisierbarkeit der Studienergebnisse vorteilhaft (Bryman & Bell 2015). Der zweite Abschnitt zeigt die Umsatzverteilung der Studienteilnehmer für das Jahr 2019 auf. Mit 19,5 % haben die meisten Studienteilnehmer 250 bis 500 Millionen € in 2019 erwirtschaftet. 17,1 % der Studienteilnehmer haben 1 bis 2,5 Milliarden € umgesetzt. Allerdings haben auch 11 % der Studienteilnehmer keine Angabe bzgl. des Umsatzes hinterlassen.

Der dritte Abschnitt beschreibt die Anzahl an Mitarbeitern im betrachteten Produktionsnetzwerk der Studienteilnehmer. 42 % der Studienteilnehmer beschäftigen zwischen 1000 und 5000 Mitarbeiter in ihrem Produktionsnetzwerk. Insgesamt haben mehr als 75 % der Studienteilnehmer mehr als 1000 Mitarbeiter im Produktionsnetzwerk. Der nächste Abschnitt zeigt die Anzahl verwalteter Produktionsstandorte im Produktionsnetzwerk. Die meisten Studienteilnehmer haben weniger als 5 oder zwischen 5 und 9 Produktionsstandorte in ihrem Netzwerk. Knapp 9 % der Studienteilnehmer verwalten allerdings ein sehr großes Netzwerk mit mehr als 50 Produktionsstandorten. Hinsichtlich der Struktur der Hauptprozesse der Produktion lässt sich festhalten, dass die dominierende Struktur die Make-to-order-Produktion (MTO) mit 47 % der Studienteilnehmer ist, wobei eine Mehrfachauswahl möglich war. 30 % der Studienteilnehmer haben eine Make-to-Stock-Produktion (MTS) in ihrem Produktionsnetzwerk implementiert.

Deskriptive Statistik der Studie		
Industrie der Unternehmen	Anzahl der Unternehmen	Häufigkeit
Maschinenbau	27	32,9%
Elektronikfertigung	11	13,4%
Automobil	9	11,0%
Metallische Produkte	8	9,8%
Computer und Elektronik	6	7,3%
Andere	21	25,6%
Umsatz in 2019	Anzahl der Unternehmen	Häufigkeit
Keine Angabe	9	11,0%
< 50 Mio. €	8	9,8%
50 - 99 Mio. €	4	4,9%
100 - 249 Mio. €	7	8,5%
250 - 499 Mio. €	16	19,5%
500 - 999 Mio. €	9	11,0%
1.000 - 2.499 Mio. €	14	17,1%
2.500 - 4.999 Mio. €	8	9,8%
5.000 - 9.999 Mio. €	3	3,7%
10.000 - 49.999 Mio. €	1	1,2%
> 50.000 Mio. €	3	3,7%
Anzahl Mitarbeiter	Anzahl der Unternehmen	Häufigkeit
Keine Angabe	4	4,9%
< 250	7	8,5%
250 - 499	2	2,4%
500 - 999	8	9,8%
1.000 - 2.499	19	23,2%
2.500 - 4.999	16	19,5%
5.000 - 9.999	10	12,2%
10.000 - 19.999	6	7,3%
20.000 - 34.999	5	6,1%
35.000 - 49.000	2	2,4%
> 50.000	3	3,7%
Anzahl Produktionsstandorte	Anzahl der Unternehmen	Häufigkeit
< 5	24	29,6%
5 - 9	23	28,4%
10 - 14	9	11,1%
15 - 19	8	9,9%
20 - 24	5	6,2%
25 - 34	3	3,7%
34 - 49	2	2,5%
> 50	7	8,6%
Hauptprozess der Produktion	Anzahl der Unternehmen	Häufigkeit
Make-to-stock	22	29,7%
Make-to-order	39	52,7%
Assemble-to-order	6	8,1%
Engineer-to-order	7	9,5%

Tabelle 5-2: Deskriptive Statistik der Studie

### 5.3.2 Maßeinheiten der Betrachtungsbereiche

Für eine statistische Analyse der Wirkzusammenhänge müssen die Elemente der Betrachtungsbereiche durch Maßeinheiten in Form von Messmodellen greifbar gemacht werden. Im Folgenden werden die Maßeinheiten der Betrachtungsbereiche Strategie, Komplexität und (De-)Zentralisierung von Entscheidungen beschrieben. Es wurden

darüber hinaus Kontrollvariablen aufgenommen, um exogene Effekte analysieren zu können. Der zugehörige Fragebogen befindet sich im Anhang A8.

### **5.3.2.1 Maßeinheiten der Elemente des Betrachtungsbereiches Strategie**

Die Ziele der Produktionsstrategie werden als einzelne Items betrachtet, um möglichst grundlegende Effekte analysieren zu können. Durch diese Betrachtung wird dem multidimensionalen Charakter der Produktionsstrategie gefolgt, welche sich durch unterschiedliche Schwerpunktsetzung einzelner Unternehmen auszeichnet (Slack & Lewis 2002, S. 53 f.). Dementsprechend werden die Ziele der Produktionsstrategie Preis, Qualität, Liefergeschwindigkeit, Lieferzuverlässigkeit, Variantenflexibilität, Volumenflexibilität, Innovation und Service als einzelne Items im Betrachtungsbereich Strategie verwendet. Es wird eine 5-Punkte-Likert-Skala verwendet, wobei 1 mit „unwichtig“ und 5 mit „sehr wichtig“ für die Differenzierung bzgl. Wettbewerbern belegt wurde (Größler, Grübner & Milling 2006, S. 263 ff.). Die zugehörige Frage im Fragebogen lautet:

*Wie bewerten Sie die Wichtigkeit der folgenden strategischen Ziele bei der Erfüllung der Kundennachfrage?*

Die Ziele der Netzwerkstrategie wurden bisher primär qualitativ untersucht (Colotla, Shi & Gregory 2003; Miltenburg 2009; Mengel 2017, S. 60). Einzig Mengel (2017) untersucht den Zusammenhang zwischen Netzwerkfähigkeiten und der Leistungsfähigkeit von Produktionsnetzwerken und entwickelt hierfür ein Messmodell einzelner Netzwerkfähigkeiten. Es werden Items aufgebaut, welche die latenten Konstrukte der Netzwerkfähigkeiten beschreiben können (Shi & Gregory 1998; Mengel 2017, S. 60 f.). Dieses Messmodell wird in der vorliegenden Arbeit nicht aufgegriffen, da nur wenige signifikante Beziehungen analysiert werden konnten und sich das entwickelte Messmodell auf Fähigkeiten und nicht auf Ziele bezieht (Mengel 2017, S. 72). Entsprechend wurden neue Messmodelle entwickelt.

Die Ziele der Netzwerkstrategie wurden durch latente Konstrukte mit reflektierenden Items operationalisiert. Mehrere Items wurden, abhängig von der Anpassungsgüte des Messmodells, für die Beschreibung der latenten Konstrukte verwendet. Die Studienteilnehmer wurden gefragt inwieweit sie mit verschiedenen Aussagen übereinstimmen. Es wurde eine 5-Punkte Likert-Skala verwendet, um eine möglichst differenzierte Aussage zu den latenten Konstrukten zu erhalten (Xiaosong Peng, Schroeder & Shah 2011, S. 8 ff.). Hierbei beschreibt 1 die „strenge Ablehnung“ und 5 die „starke Zustimmung“. Das Netzwerkstrategieziel „Mobilität“ wird über die Items „Produktionsprozessflexibilität“

und „Volumenflexibilität“ sowie „Produktionsmixflexibilität“ operationalisiert. Folgende Fragebogenfrage wird analysiert:

*Inwieweit wollen Sie die folgenden Flexibilitätsarten weiter ausbauen (geplanter Erfüllungsgrad)?*

Das Netzwerkstrategieziel „Lernen“ wird durch die Items „Definition von konsistenten Standards“, „Fördern von Informationsaustausch“, „Umsetzung von KPIs bzgl. Innovationen“ und „Umsetzung von KPIs bzgl. Lernen“. Die folgende Frage im Fragebogen wird betrachtet:

*Wie wichtig sind die folgenden Aktivitäten für Ihr Produktionsnetzwerk?*

Das Netzwerkstrategieziel „Effizienz“ wird durch das Item „Wichtigkeit von Kostenfaktoren bzgl. Managementscheidungen im Produktionsnetzwerk“ operationalisiert. Es wird die folgende Aussage analysiert:

*Bitte bewerten Sie, inwieweit Ihre Entscheidungen in Bezug auf das Management des globalen Produktionsnetzwerks durch das Risiko und die Dynamik von Kostenfaktoren beeinflusst wird.*

Durch eine konfirmatorische Faktoranalyse (vgl. Kapitel 2.3.2.3) werden die Konstrukte mit den vordefinierten Items hinsichtlich des Fits gegenüber den empirischen Daten überprüft. Die Faktoranalyse soll die Reliabilität und Validität der Dimensionsreduktion sicherstellen. Ausgangspunkt der konfirmatorischen Faktoranalyse sind die relevanten Netzwerkstrategieziele aus den durchgeführten Workshops (vgl. Kapitel 5.1.1). Alle Faktorladungen für die drei Konstrukte sind jeweils größer als 0,5. Auch das Cronbachs Alpha liegt für beide Konstrukte über einem Wert von 0,6. Dies bestätigt die Reliabilität der Faktorisierung. Die durchschnittliche erklärte Varianz liegt für beide Konstrukte über einem Wert von 0,4 und darüber hinaus höher als die quadrierte Korrelation der beiden Konstrukte, wodurch die Konvergenz- und Diskriminanzvalidität erreicht wird.

Items	Faktorladung 1	Faktorladung 2	Faktorladung 3	Netzwerkpriorität	Cronbachs Alpha	Durchschnittlich erfasste Varianz	Maximale Korrelation mit anderen Konstrukten
Kostenfaktoren	1	0,12	0,45	Effizienz	-	-	0,31
Prozessflexibilität	0,12	0,56	0,14	Mobilität	0,65	0,41	0,27
Volumenflexibilität	0,22	0,89	0,45				
Mixflexibilität	0,19	0,81	0,31				
Informationsaustausch	0,41	0,23	0,78	Lernen	0,73	0,45	0,27
Standards	0,16	0,25	0,62				
KPI Lernen	0,34	0,34	0,63				
KPI Innovation	0,42	0,18	0,58				

Farbschema: Grün = Ausreichende Faktorladung (> 0,5)

Tabelle 5-3: Faktorisierung der Netzwerkstrategieziele

### 5.3.2.2 Maßeinheiten der Elemente des Betrachtungsbereiches Komplexität

Die identifizierten Elemente bzw. Items wurden mittels einer konfirmatorischen Faktoranalyse (siehe Kapitel 2.3.2.3) in zwei Faktoren (interne und externe Komplexität) überführt, um die latenten Konstrukte der Komplexität möglichst über eine Vielzahl greifbarer Items beschreiben zu können (Größler, Grübner & Milling 2006; Budde 2015). Die Faktoranalyse soll die Reliabilität und Validität der Dimensionsreduktion sicherstellen. Ausgangspunkt der konfirmatorischen Faktoranalyse sind die relevanten Komplexitätstreiber, die aus den Workshops (vgl. Kapitel 5.1.1 und 5.1.3) stammen. Die Maßeinheiten der Elemente des Betrachtungsbereiches Komplexität sind das Ergebnis der vom Verfasser der Arbeit betreuten Abschlussarbeit A\_Weil (2021).

Die erste Faktorisierung (vgl. Tabelle 5-4) mit den als relevant identifizierten Komplexitätstreibern in zwei Konstrukte lieferte eine generelle Bestätigung, dass sich die Komplexitätstreiber in interner und externer Natur kategorisieren lassen. Jedoch zeigen die geringen Ladungen der Faktoren und hohe Querladungen auf andere Faktoren, die bei den Variablen auftreten, dass eine sukzessive Eliminierung dieser Komplexitätstreiber notwendig ist, um die für Reliabilität und Validität erforderlichen Grenzwerte zu erreichen. Dies gilt insbesondere für die durchschnittlich erfasste Varianz und den damit einhergehenden Faktorladungen, die bei einigen der Variablen den kritischen Wert von 0,5 nicht erreichen.

Komplexitäts-treiber	Faktor-ladung 1	Faktor-ladung 2	Komplexität	Anzahl Treiber	Cronbachs Alpha	Durchschnittlich erfasste Varianz	Maximale Korrelation mit anderen Konstrukten
Produktkomplexität	0,20	0,46	Intern	5	0,72	0,42	0,29
Anzahl Produkte pro Standort	0,45	0,43					
Prozesskomplexität	-0,08	0,81					
Netzwerkkomplexität	0,15	0,67					
Technologiekomplexität	0,06	0,78					
Zeitdruck	0,23	0,56	Extern	9	0,72	0,30	0,27
Kostendruck	0,43	0,28					
Qualitätsdruck	0,43	0,50					
Aktionen von Wettbewerbern	0,50	0,18					
Größe der Kundenbasis	0,59	-0,07					
Nachfragevariabilität	0,60	0,09					
Globalisierung der Kundenbasis	0,62	0,05					
Größe der Lieferantenbasis	0,73	0,24					
Lieferanten-zuverlässigkeit	0,65	0,35					

Farbschema: Grün = Ausreichende Faktorladung (> 0,5), Rot = Unzureichende Faktorladung (< 0,5)

Tabelle 5-4: Erste Faktorisierung der Komplexitätstreiber

Dementsprechend müssen Eliminierungen einzelner Items bzw. Komplexitätstreiber erfolgen, um eine hohe Güte der Faktoren zu erreichen. Nach erfolgten Eliminierungen wurden nun akzeptable Werte für die interne Konsistenz sowie die Konvergenz- und Diskriminanzvalidität erreicht (vgl. Tabelle 5-5). Alle Faktorladungen für beiden Konstrukte sind jeweils größer als 0,6. Auch das Cronbachs Alpha liegt für beide Konstrukte über einem Wert von 0,7. Dies bestätigt die Reliabilität der Faktorisierung. Die durchschnittliche erklärte Varianz liegt für beide Konstrukte über einem Wert von 0,5 und darüber hinaus höher als die quadrierte Korrelation der beiden Konstrukte, wodurch die Konvergenz- und Diskriminanzvalidität erreicht wird.

Komplexitäts-treiber	Faktor-ladung 1	Faktor-ladung 2	Komplexität	Anzahl Treiber	Cronbachs Alpha	Durchschnittlich erfasste Varianz	Maximale Korrelation mit anderen Konstrukten
Prozesskomplexität	-0,04	0,86	Intern	3	0,74	0,64	0,09
Netzwerkkomplexität	0,27	0,75					
Technologiekomplexität	0,16	0,79					
Nachfragevariabilität	0,64	0,002	Extern	4	0,71	0,53	0,09
Globalisierung der Kundenbasis	0,63	0,002					
Größe der Lieferantenbasis	0,85	0,15					
Lieferantenzuverlässigkeit	0,77	0,25					

*Farbschema: Grün = Ausreichende Faktorladung (> 0,5)*

Tabelle 5-5: Zweite Faktorisierung der Komplexitätstreiber

Die interne Komplexität wird demnach durch die Prozesskomplexität, die Netzwerkkomplexität und die Technologiekomplexität beschrieben. Die externe Komplexität wird durch die vier Items Nachfragevariabilität, Globalisierung der Kundenbasis, Größe der Lieferantenbasis und Lieferantenzuverlässigkeit beschrieben.

Die inkludierten Items werden durch die Frage:

*Zu welchem Maß ist Ihr Produktionsnetzwerk den folgenden internen und externen Komplexitätsarten ausgesetzt?*

im Fragebogen operationalisiert. Es wird eine 5-Punkte-Likert-Skala verwendet, wobei 1 mit „eher wenig“ und 5 mit „sehr viel“ bzgl. der einzelnen Komplexitätstreiber beschrieben wird. Die Werte der Konstrukte interne und externe Komplexität berechnen sich für jeden Studienrückläufer durchschnittlich aus den Werten ihrer drei bzw. vier Komplexitätstreibern.

### 5.3.2.3 Maßeinheiten der Elemente des Betrachtungsbereiches Entscheidungen

Die identifizierten Entscheidungen werden als einzelne Items betrachtet und nicht weiter abstrahiert bzw. differenziert, da sie das Kernelement der vorliegenden Arbeit sind und das einzelne Verhalten der Entscheidungen von Interesse ist. So kann differenziert werden, ob einzelne Entscheidungen eher zentralisiert, oder dezentralisiert sein können oder, ob alle Entscheidungen einem gleichen Muster folgen. In Summe werden 15 Entscheidungen analysiert (vgl. Kapitel 5.1.5). Die Studienteilnehmer wurden gefragt:

*Auf welcher Ebene werden folgende Entscheidungen getroffen?*

Es wird eine 5-Punkte-Skala verwendet, wobei 1 mit „vollständig dezentral am Produktionsstandort“, 2 mit „ausgewählte Standorte mit hoher Kompetenz“, 3 mit „in den Regionen“, 4 mit „in den Business Units bzw. Divisionen“ und 5 mit „vollständig zentral auf Netzwerkebene bzw. in den Headquarters“ beschrieben wurde. Dabei wurde sich am Stand der Forschung orientiert (vgl. Olhager & Feldmann (2018), Olhager & Feldmann (2021) und Schuh et al. (2021)).

#### **5.3.2.4 Maßeinheiten der Elemente des Betrachtungsbereiches Leistungsfähigkeit und Netzwerkfähigkeiten**

Auch die Leistungsfähigkeit wird durch einzelne Items beschrieben, um den puren Effekt verschiedener Arten der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen auf unterschiedliche Leistungsfähigkeitsindikatoren analysieren zu können. Es wird zwischen finanzieller und operativer Leistungsfähigkeit unterschieden. Für die finanzielle Leistungsfähigkeit werden *EBIT*, *Marktanteil* und *Produktionskosten* betrachtet (siehe Kapitel 5.1.2). Für die operative Leistungsfähigkeit werden *Produktqualität*, *Liefergeschwindigkeit*, *Lieferzuverlässigkeit*, *Produktionsvolumenflexibilität*, *Produktmixflexibilität* und *Nachhaltigkeit* betrachtet. Die Studienteilnehmer wurden gefragt:

*Wie schneidet Ihr Netzwerk in den folgenden Leistungsfähigkeitsdimensionen im Vergleich zum Hauptwettbewerber ab?*

Es wird eine 7-Punkte-Likert-Skala verwendet, wobei 1 mit „viel schlechter“ und 7 mit viel besser“ beschrieben wird.

Die Netzwerkfähigkeiten wurden anhand neu entwickelter Messmodelle (vgl. auch Kapitel 5.3.2.1) aufgenommen und mittels konfirmatorischer Faktoranalyse bzgl. Reliabilität und Validität geprüft. Die Fähigkeit *Mobilität* wird durch das Item „Produktionsvolumenflexibilität“ gemessen. Die zugehörige Frage lautet:

*Inwieweit erfüllt das globale Produktionsnetzwerk bereits die folgende Flexibilitätssdimension (aktueller Erfüllungsgrad)?*

Die anderen beiden Flexibilitätsarten „Produktmix- und Prozessflexibilität“ mussten aufgrund einer hohen Korrelation mit der Produktionsvolumenflexibilität exkludiert werden. Die Fähigkeit *Effizienz* wird durch das Item „Standardisierung von Ressourcen und Infrastruktur zur Erreichung von Kostenvorteilen“ abgebildet. Die zugehörige Frage lautet:

*Inwieweit standardisieren Sie das nachfolgende Element innerhalb Ihres globalen Produktionsnetzwerks?*

Die Fähigkeit *Lernen* wird durch die Items „Standardisierung von Systemen“ (Frage 1), „Integration der Standorte im Netzwerk“ sowie „implementierte Standards sowie Leitfäden“ (Frage 2) operationalisiert. Die Ergebnisse der konfirmatorischen Faktoranalyse zeigen die Reliabilität und Validität dieser Faktorisierung. Die zugehörigen Fragen lauten:

- 1) *Inwieweit standardisieren Sie die nachfolgend aufgeführten Elemente innerhalb Ihres globalen Produktionsnetzwerks?*
- 2) *Auf welche Hindernisse stoßen Sie beim Leistungsmanagement im globalen Produktionsnetzwerk?*

Items	Faktorladung 1	Faktorladung 2	Faktorladung 3	Netzwerk-priorität	Cronbachs Alpha	Durchschnittlich erfasste Varianz	Maximale Korrelation mit anderen Konstrukten
Standardisierung	1	0,14	0,44	Effizienz	-	-	0,32
Volumenflexibilität	0,12	1	0,34	Mobilität	-	-	0,28
Standardisierung von Systemen	0,42	0,25	0,79	Lernen	0,64	0,49	0,21
Implementierte Leitfäden	0,18	0,22	0,72				
Netzwerkintegration	0,29	0,39	0,62				

Farbschema: Grün = Ausreichende Faktorladung (> 0,5)

Tabelle 5-6: Faktorisierung der Netzwerkfähigkeiten

**5.3.2.5 Maßeinheiten der Kontrollvariablen**

Neben den Maßeinheiten der Betrachtungsbereiche wurden unterschiedliche Kontrollvariablen in die Analyse einbezogen. Diese Kontrollvariablen wurden integriert, um Effekte anderer Faktoren auf die Strategie, Komplexität, (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und Leistungsfähigkeit erklären zu können. Als Kontrollvariablen wurden die Branche und die Größe der Analyseeinheit verwendet.

Die Branche der teilnehmenden Unternehmen wurde über den Industriesektor in die Analyse integriert (Schoenherr & Narasimhan 2012, S. 3765 ff.). Darüber hinaus wurde die Größe der Analyseeinheit durch die Anzahl an Mitarbeitern (Wiech et al. 2020, S. 6) und die Anzahl an Standorten im globalen Produktionsnetzwerk abgebildet (Mengel

2017, S. 63 f.). Die durch die spezielle Messskala vollzogene logarithmische Transformation der Mitarbeiter- und Standortzahl stellt schon während der Studie sicher, dass eine Berücksichtigung in einem linearen Regressionsmodell sichergestellt werden kann (Wiech et al. 2020, S. 6). Da die beiden Kontrollvariablen jedoch Multikollinearität aufweisen, sollte laut BLUE-Kriterium nur eine der beiden Größen in der Analyse berücksichtigt werden (Backhaus et al. 2016, S. 98). Für die Variable Anzahl der Standorte liegen weniger Studienrückläufer (58 Stück) als für die Variable Anzahl an Mitarbeitern (71 Stück) vor. Dementsprechend wird die Variable *Anzahl an Mitarbeitern* als Kontrollvariable verwendet. (Beugelsdijk & Jindra 2018, S. 532 f.; Wiech et al. 2020, S. 6; A\_Weil 2021, S. 93) Die zugehörige Frage im Fragebogen lautet:

*Wie viele Mitarbeiter beschäftigen Sie in Ihrem globalen Produktionsnetzwerk?*

### **5.3.3 Datenanalyse – Cluster- und Regressionsanalyse**

Für die Datenanalyse wurden im Betrachtungsbereich „Entscheidungen“ die Entscheidungen als einzelne Items betrachtet und nicht weiter detailliert oder verrechnet. Im Betrachtungsbereich der Strategie wurden die Produktionsstrategieziele ebenfalls als einzelne Items betrachtet. Die Netzwerkstrategieziele wurden aufgrund ihres latenten Charakters durch Faktoren beschrieben. Im Betrachtungsbereich der Komplexität wurden die Faktoren der internen und externen Komplexität verwendet. Für die Leistungs-fähigkeitsindikatoren wurden einzelne Items verwendet. Für die Netzwerkfähigkeiten wurde aufgrund des latenten Charakters auf Faktoren zurückgegriffen. Wie in der Reliabilitäts- und Validitätsanalyse gezeigt wurde, repräsentieren die einzelnen Komplexitätstreiber, d.h. die Items, die übergeordneten Konstrukte. Dementsprechend ist es möglich, dass die Faktoren auf Basis der Durchschnitte der einzelnen Items weiter analysiert werden.

Für die Analyse der Entscheidungsverteilung wurde eine k-Means-Clusteranalyse durchgeführt (vgl. Kapitel 2.3.2.4 und 5.4.1). Im Rahmen der Analyse der Wirkzusammenhänge zwischen den einzelnen Betrachtungsbereichen wurden multiple Regressionsmodelle entwickelt und analysiert. Diese prüfen die vermuteten Zusammenhänge zwischen den Betrachtungsbereichen. Kontrollvariablen wurden hierbei integriert, um externe Effekte zu filtern.

Alle Konstrukte und Items wurden als intervallskaliert definiert, was aufgrund der Fragebogenstruktur als passend anzusehen ist (Carifio & Perla 2007, S. 106 ff.). Im Datensatz wurden 2 Studienrückläufer exkludiert, da ein Großteil der Antworten zu den

einzelnen Betrachtungsbereichen nicht vollständig war. Studienrückläufer, bei denen vereinzelt Antworten nicht ausgefüllt wurden, wurden durch singuläre Imputation durch das jeweilige Lagemaß aufgefüllt, um möglichst vollständige Daten analysieren zu können. Beim Lagemaß werden jeweils die Mittelwerte eines Items für fehlende Werte eingefügt. (Brick & Kalton 1996, S. 230 ff.) Es wurden dementsprechend 86 Studienrückläufer in der Analyse betrachtet. Als Software wurde die etablierte Statistik- und Analysesoftware IBM SPSS® in der Version 26 verwendet.

## **5.4 Ergebnisse der Datenanalyse**

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Datenanalyse. Im ersten Schritt wird die empirisch vorgefundene (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken dargestellt (vgl. Kapitel 5.4.1). In den danach folgenden Kapiteln werden die Wirkzusammenhänge zwischen den Betrachtungsbereichen Strategie, Entscheidungen, Komplexität und Leistungsfähigkeit anhand der Ergebnisse der Datenanalyse beschrieben (vgl. Kapitel 5.4.2, 5.4.3, 5.4.4 und 5.4.5).

### **5.4.1 (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken**

Zur Prüfung, ob einzelne Entscheidungen zentralisierter sind als andere Entscheidungen, wurde ein Vergleich der Mittelwerte der Entscheidungen bzgl. ihrer (De-)Zentralisierung durchgeführt. Der Mittelwert gibt an, an wie zentralisiert einzelne Entscheidungen sind. Die Entscheidungen wurden in absteigender Reihenfolge in Bezug auf ihre durchschnittlichen (De-)Zentralisierung von zentral nach dezentral sortiert (vgl. Tabelle 5-7). Eine entsprechende Analyse in Form von Boxplots befindet sich in Anhang A9. Es lässt sich qualitativ feststellen, dass es Unterschiede zwischen den einzelnen Entscheidungen gibt. Tendenziell strategische Entscheidungen wie z.B. Transferpreise oder Entscheidungen zur Standortrolle und -strategie werden primär zentral gefällt. Operative Entscheidungen wie z.B. die kurzfristige Planung und Steuerung sowie Entscheidungen zur Organisationsstruktur werden eher am Standort entschieden.

Entscheidungen	Durchschnittliche (De-)Zentralisierung	1 (dezentral) ... bis ... 5 (zentral)				
		1	2	3	4	5
	n=86					
Transferpreise	4,32	5 •	5 •	3 •	17 •	56 •
Standortrolle & -strategie	4,10	4 •	9 •	7 •	20 •	46 •
Produktions-IT-Entscheidungen	4,05	8 •	12 •	3 •	7 •	56 •
Produktallokationen	3,98	4 •	11 •	5 •	7 •	38 •
Distributionsentscheidungen	3,90	7 •	7 •	6 •	33 •	33 •
Make-or-Buy-Entscheidungen	3,66	14 •	9 •	2 •	28 •	33 •
Langfristige Planung und Steuerung	3,56	17 •	7 •	5 •	24 •	33 •
Technologieauswahl	3,48	11 •	20 •	2 •	22 •	31 •
Zeitpunkt der Kapazitätsplanung	3,47	18 •	7 •	9 •	20 •	32 •
Lieferantenauswahl	3,17	19 •	20 •	3 •	15 •	29 •
Produktionsprozessauswahl	2,94	19 •	23 •	6 •	20 •	18 •
Kontinuierliche Verbesserung	2,91	22 •	20 •	7 •	17 •	20 •
Veränderung von Produktionskapazitäten	2,88	26 •	14 •	8 •	20 •	18 •
Organisationsstruktur des Standorts	2,80	29 •	14 •	6 •	19 •	18 •
Kurzfristige Planung und Steuerung	2,36	40 •	15 •	5 •	12 •	14 •

✘ Durchschnittliche (De-)Zentralisierung      ● Anzahl an Unternehmen/Studienrückläufern

Tabelle 5-7: Durchschnittliche (De-)Zentralisierung der einzelnen Entscheidungen

Allerdings sind die Unterschiede der Mittelwerte für den Großteil der Entscheidungen marginal. Die Mittelwerte liegen zwischen den Werten 3 und 4. Das spricht dafür, dass es entweder Entscheidungen sind, die integriert von der Zentrale und dem Standort getroffen werden, oder dass es Unternehmen gibt, die diese Entscheidungen jeweils nur zentral oder dezentral treffen. Die Visualisierung über die Kreise (Anzahl an Unternehmen/Studienrückläufern) verdeutlicht, dass die beiden Extrema Dezentralisierung und Zentralisierung vorherrschend sind bei der Entscheidungsverteilung. Es bedarf einer Analyse, ob es ganzheitliche Formen der (De-)Zentralisierung für alle Entscheidungen gibt. Dadurch wird transparent, ob einzelne Unternehmen alle Entscheidungen zentralisieren, wohingegen andere Unternehmen Entscheidungen dezentral oder integriert treffen. Dies wird in der Hypothese H1b geprüft.

Aufbauend auf den Erkenntnissen der Hypothese H1a, wonach eine Tendenz einzelner Entscheidungen bzgl. ihrer (De-)Zentralisierung vorliegt, wird nachfolgend geprüft, ob es ganzheitliche Formen der (De-)Zentralisierung für alle Entscheidungen gibt (Hypothese 1b). Hierzu wird zur Prüfung der theoretischen Cluster der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen nach Olhager & Feldmann (2018) die initiale Clusteranzahl auf „drei“ festgelegt (siehe Hypothese H1b). Der k-Means-Clusteralgorithmus ordnet den Clustern dezentral 21, integriert 29 und zentral 36 Studienrückläufer zu (vgl. Tabelle 5-8). Die Werte in den Zellen stehen jeweils für den Mittelwert des Clusters auf einer Skala von 1 (dezentral) bis 5 (zentral). Mittels Kreuzvalidierung über eine zufällige

Stichprobe wurde die Validität dieser Klassifizierung gewährleistet. Zur Validierung der Cluster wurde ein paarweiser Vergleich der Mittelwerte zwischen jeweils zwei Clustern durch die ANOVA durchgeführt. Neun der fünfzehn Entscheidungen weisen bei mindestens zwei der drei Cluster keine signifikanten Unterschiede zum 5%-Level auf. Dementsprechend wird diese Clusterung verworfen.

Zur Behebung des Problems fehlender Signifikanzwerte der Validität der Clusteranalyse wurde die Clusteranalyse ein zweites Mal mit nur zwei Clustern ( $k = 2$ ) durchgeführt. Hierbei wurden den Clustern jeweils 33 (dezentral) bzw. 53 (zentral) Studienrückläufer bzw. Produktionsnetzwerke zugewiesen. Die Mittelwerte der Entscheidungen folgen einem einheitlichen Muster. So kann ein klar zentraleres und ein klar dezentraleres Cluster identifiziert werden. Die Varianzanalyse liefert in diesem Fall ein eindeutiges Ergebnis, da die Cluster lediglich für die Elemente IT-Entscheidungen und Transferpreise nicht signifikant verschieden sind. (A\_Weil 2021, S. 88)

Das erste Cluster ( $n = 53$ ) wird mit dem Namen „Zentrale Entscheidungsverteilung“ belegt. In diesem Cluster weisen alle Entscheidungen einen eher zentralen Charakter auf, da hohe Werte als Durchschnitte der einzelnen Entscheidungen vorliegen. Entscheidungen werden vorwiegend in der Zentrale bzw. dem Headquarter getroffen. Im Kontext globaler Produktionsnetzwerke wird diesem Cluster zugesprochen, dass Entscheidungen auf Netzwerkebene gefällt werden.

Das zweite Cluster ( $n = 33$ ) wird mit dem Namen „Dezentrale Entscheidungsverteilung“ belegt, da die einzelnen Entscheidungen tendenziell niedrigere Werte auf der gewählten Skala aufweisen. Entscheidungen werden in diesem Cluster von den Unternehmen vorwiegend auf Standortebene allokiert, wodurch der Standort eine höhere Autonomie bzgl. dieser Entscheidungen aufweist.

Die meisten Entscheidungsallokationen sind signifikant unterschiedlich laut ANOVA ( $p$ -Wert  $< 0,01$ ), mit Ausnahme der Entscheidungen: Transferpreise und Produktions-IT-Entscheidungen. Diese Entscheidungen weisen in beiden Clustern einen eher zentralen Charakter auf und sind demnach nicht signifikant verschieden zwischen den Clustern. Mittels dieser validen Clusterung kann die (De-)Zentralisierung der Entscheidungen im Folgenden gesamtheitlich anhand des Durchschnitts der einzelnen Entscheidungen abgebildet und analysiert werden.

Entscheidungen	3 Cluster			2 Cluster		Keine Clustering n=86
	DZ (n=21)	Int. (n=29)	Z (n=36)	DZ (n=33)	Z (n=53)	
Standortrolle & -strategie	3,38*	4,10	4,52*	3,60*	4,41*	4,10
Organisationsstruktur des Standorts	1,47*	2,62*	3,72*	1,54*	3,58*	2,80
Veränderung von Produktionskapazitäten	1,42*	2,65*	3,91*	1,72*	3,60*	2,88
Zeitpunkt der Kapazitätsplanung	2,14*	3,82*	3,97*	2,60*	4,01*	3,47
Produktions-IT-Entscheidungen	3,47*	4,17	4,30*	3,81	4,02	4,05
Make-or-Buy-Entscheidungen	1,76*	4,03*	4,47*	2,48*	4,39*	3,66
Produktallokationen	3,23*	3,86*	4,52*	3,42*	4,33*	3,98
Lieferantenauswahl	1,66*	3,17*	4,05*	2,06*	3,86*	3,17
Transferpreise	3,80*	4,17*	4,75*	4,06	4,49	4,32
Produktionsprozessauswahl	1,66*	2,72*	3,86*	1,78*	3,66*	2,94
Technologieauswahl	2,57*	3,17*	4,27*	2,63*	4,01*	3,48
Kontinuierliche Verbesserung	1,42*	3,41*	3,38*	2,03*	3,47*	2,91
Langfristige Planung und Steuerung	2,28*	3,34*	4,50*	2,57*	4,18*	3,56
Kurzfristige Planung und Steuerung	1,38*	1,48*	3,63*	1,45*	2,92*	2,36
Distributionsentscheidungen	3,28*	3,75*	4,38*	3,57*	4,11*	3,90

Anmerkung 3 Cluster: \* = signifikant unterschiedlich zu einem der anderen Cluster (paarweiser Vergleich  $p < 0,05$ ); \* = signifikant unterschiedlich zu beiden anderen Clustern (paarweiser Vergleich  $p < 0,05$ ); Anmerkung 2 Cluster: \* = signifikant unterschiedlich zum anderen Cluster ( $p < 0,05$ )

Tabelle 5-8: Ergebnisse der Clusteranalyse zur (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken

### 5.4.2 Wirkzusammenhänge zwischen der Strategie und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Zur Überprüfung der Wirkzusammenhänge zwischen den einzelnen Zielen der Strategie und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken wurden Regressionsmodelle aufgebaut und analysiert. Die ermittelten Wirkzusammenhänge sind das Ergebnis der vom Verfasser der Arbeit betreuten Abschlussarbeit A\_Weil (2021).

Die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen geht als Durchschnitt der einzelnen Entscheidungen in die folgenden Regressionsanalysen ein. Die Ergebnisse der Clusterung (vgl. Kapitel 5.4.1) sowie die generellen starken und positiven Korrelationen zwischen den einzelnen Entscheidungen legen eine ganzheitliche Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen nahe. Da zudem aus den Workshops der analytisch-deduktiven Methode hervorgeht, dass alle 15 Entscheidungen elementar für das Management bzw. die Koordination von globalen Produktionsnetzwerken sind, ist die Bildung eines Durchschnitts für die (De-)Zentralisierung der Entscheidungen zur Dimensionsreduktion inhaltlich valide. Die Reliabilität ist durch ein Cronbachs Alpha von 0,849 ebenfalls sichergestellt. Diskriminanzvalidität ist bei nur einem Konstrukt, nämlich der

Zentralisierung von Entscheidungen, nicht zu überprüfen. Einzig die durchschnittlich erklärte Varianz ist mit 0,328 kleiner als der Grenzwert. Da die Eliminierung von Elementen zur Steigerung der erklärten Varianz (Konsistenzvalidität) jedoch keine nennenswerten Verbesserungen des Kriteriums der Konsistenzvalidität bringt, inhaltliche Validität durch die Workshops der Experten anzunehmen ist und alle Entscheidungen bzw. Elemente signifikant mit dem Gesamtkonstrukt (Durchschnitt der Entscheidungen) korrelieren, wurde die Dimensionsreduktion zu einem Konstrukt durchgeführt. Die Werte für die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen sind somit metrisch skaliert und können Werte zwischen 1 und 5 annehmen, wobei 1 vollständige Dezentralisierung und 5 vollständige Zentralisierung von Entscheidungen bedeutet.

In den Ergebnissen der Regression werden verschiedene Gütekriterien aufgezeigt (vgl. 2.3.2.5). Diese werden nun beschrieben. B steht für den unstandardisierten Regressionskoeffizienten. Standardfehler B bezeichnet den Standardfehler des Regressionskoeffizienten.  $\beta$  ist der standardisierte Regressionskoeffizient. Die Signifikanz der Regression wird durch T, die t-Statistik geprüft. Der zugehörige Signifikanzwert wird mit Sig. abgekürzt. VIF steht für den Variance Inflation Factor, der das Regressionsmodell gegen Multikollinearität absichert. Diese sollten nicht  $> 4$  sein.  $R^2$  bildet das Bestimmtheitsmaß der Regression ab. Dieses zeigt den erklärten Anteil der Varianz der abhängigen Variablen an. Das korrigierte  $R^2$  berücksichtigt die Anzahl unabhängiger Variablen des Modells. Ein Wertebereich von  $\geq 0,05$  wird als akzeptabel angesehen (Cohen 1992, S. 155 ff.; Mengel 2017, S. 69 f.). Der Standardfehler des Schätzers gibt die Streuung der Werte auf der y-Achse um die Regressionsgerade wieder. Dieser wird zur Berechnung des Signifikanzwertes in der t-Statistik verwendet. Die Autokorrelation der Störgrößen wird durch den Durbin-Watson-Test (DWT) abgesichert. Dieser sollte  $< 2,5$  sein. WT- $\text{Chi}^2$  sowie BPT- $\text{Chi}^2$  sind Gütekriterien für die Heteroskedastizität. Mindestens eine der beiden Kriterien sollte im Signifikanzwert nicht  $\leq 0,05$  sein. Die Güte des Gesamtmodells der Regression wird mittels der F-Statistik abgebildet. (Backhaus et al. 2016, S. 97 ff.)

Für die angenommenen theoretischen Wirkzusammenhänge zwischen der Strategie und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen sind alle acht aufgestellten Regressionsmodelle signifikant mit einem p-Wert der F-Statistik kleiner als 0,1 (vgl. Tabelle 5-9). Die Hypothesen H2a/e/ff/h ließen sich nicht bestätigen. Für das Ziel der Qualität, konnte, wie vermutet, ein signifikant positiver Wirkzusammenhang nachgewiesen werden ( $p < 0,1$ ). Entgegen der Vermutung werden die Ziele der Liefergeschwindigkeit und

-zuverlässigkeit sowie der Innovation mit tendenziell zentraler Entscheidungsverteilung erreicht.

Für die angenommen theoretischen Wirkzusammenhänge zwischen den Netzwerkstrategiezielen und der Zentralisierung von Entscheidungen sind alle Regressionsmodelle signifikant (vgl. Tabelle 5-10). Die Effizienz und die Mobilität hängen zum 10 %-Niveau mit der Zentralisierung von Entscheidungen zusammen. Das Netzwerkstrategieziel Lernen hängt zum 5 %-Niveau mit der Zentralisierung von Entscheidungen zusammen.

Unabhängige Variablen	B	Std.-Fehl. B	$\beta$	T	Sig.	VIF	R <sup>2</sup>	Korr. R <sup>2</sup>	Std.-Fehl. Schätz.	DWT	WT	ChF	BPT	Sig. BPT	F	Sig. F
<b>Modell 2a: Strategisches Ziel Preis auf Zentralisierung von Entscheidungen</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,151	0,046	0,370	3,315	<b>0,001***</b>	1,002	0,157	0,132	0,72049	2,218	8,558	0,128	1,160	0,281	6,317	<b>0,003***</b>
Ziel Preis	-0,157	0,109	-0,161	-1,440	0,154	1,002										
<b>Modell 2b: Strategisches Ziel Qualität auf Zentralisierung von Entscheidungen</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,155	0,044	0,378	3,480	<b>0,000***</b>	1,004	0,201	0,178	0,70118	2,348	10,045	0,074	3,158	0,076	8,569	<b>0,000***</b>
Ziel Qualität	0,316	0,129	0,266	2,447	<b>0,017**</b>	1,004										
<b>Modell 2c: Strategisches Ziel Liefergeschwindigkeit auf Zentralisierung von Entscheidungen</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,142	0,045	0,348	3,144	<b>0,002***</b>	1,005	0,172	0,148	0,71371	2,180	9,643	0,086	0,447	0,504	7,087	<b>0,002***</b>
Ziel Liefergeschwindigkeit	0,188	0,102	0,204	1,847	<b>0,069*</b>	1,005										
<b>Modell 2d: Strategisches Ziel Lieferzuverlässigkeit auf Zentralisierung von Entscheidungen</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,125	0,045	0,306	2,790	<b>0,006***</b>	1,039	0,210	0,187	0,69721	2,158	11,884	0,036	0,100	0,752	9,054	<b>0,000***</b>
Ziel Lieferzuverlässigkeit	0,312	0,119	0,287	2,614	<b>0,011**</b>	1,039										
<b>Modell 2e: Strategisches Ziel Variantenflexibilität auf Zentralisierung von Entscheidungen</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,147	0,046	0,358	3,153	<b>0,002***</b>	1,011	0,192	0,107	0,73084	2,275	10,274	0,068	1,371	0,242	5,183	<b>0,008***</b>
Ziel Variantenflexibilität	0,029	0,091	0,036	0,320	0,750	1,011										
<b>Modell 2f: Strategisches Ziel Volumenflexibilität auf Zentralisierung von Entscheidungen</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,137	0,046	0,334	2,962	<b>0,004***</b>	1,028	0,160	0,135	0,71916	2,213	10,662	0,059	1,261	0,261	6,486	<b>0,003***</b>
Ziel Volumenflexibilität	0,134	0,088	0,172	1,527	0,131	1,028										
<b>Modell 2g: Strategisches Ziel Innovation auf Zentralisierung von Entscheidungen</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,149	0,045	0,363	3,305	<b>0,001***</b>	1,000	0,179	0,155	0,71086	2,287	9,522	0,090	2,404	0,121	7,417	<b>0,001***</b>
Ziel Innovation	0,200	0,100	0,219	1,996	<b>0,049**</b>	1,000										
<b>Modell 2h: Strategisches Ziel Service auf Zentralisierung von Entscheidungen</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,151	0,046	0,368	3,299	<b>0,001***</b>	1,002	0,154	0,129	0,72160	2,301	9,968	0,076	0,395	0,530	6,194	<b>0,003***</b>
Ziel Service	0,126	0,093	0,152	1,363	0,177	1,002										

Anmerkung: \*\*\* = signifikant zum Level p < 0,01; \*\* = signifikant zum Level p < 0,05; signifikant zum Level p < 0,1; B = unstandardisierter Regressionskoeffizient; Std.-Fehl. B = Standardfehler des Regress.koeff. B;  $\beta$  = Standardisierter Regressionskoeffizient; T = t-Test-Statistik; Sig. = Signifikanz; VIF = Variance Inflation Factor; Std.-Fehl. Schätz. = Standardfehler des Schätzers; DWT = Durbin-Watson-Test-Statistik; WT = White-Test; BPT = Breusch-Pagan-Test; F = F-Test-Statistik

Tabelle 5-9: Ergebnisse der Regression von der Produktionsstrategie auf die Zentralisierung von Entscheidungen

Unabhängige Variablen		B	Sid.-Fehl. B	$\beta$	T	Sig.	VIF	R <sup>2</sup>	Korr. R <sup>2</sup>	Sid.-Fehl. Schätz.	DWT	Sig. DWT	BPT Ch <sup>2</sup>	Sig. BPT	F	Sig. F
<b>Modell 2i: Netzwerkstrategieziel Effizienz auf Zentralisierung von Entscheidungen</b>																
Anzahl Mitarbeiter Effizienz		0,037	0,014	0,312	2,704	<b>0,008***</b>	1,002	0,135	0,109	0,72300	2,092	0,748	2,146	0,314	5,167	<b>0,008***</b>
		0,181	0,110	0,155	1,339	<b>0,1*</b>	1,002									
<b>Modell 2j: Netzwerkstrategieziel Mobilität auf Zentralisierung von Entscheidungen</b>																
Anzahl Mitarbeiter Mobilität		0,040	0,013	0,336	2,965	<b>0,004***</b>	1,000	0,151	0,126	0,71800	1,917	0,704	2,049	0,359	2,886	<b>0,004***</b>
		0,220	0,146	0,199	1,752	<b>0,084*</b>	1,000									
<b>Modell 2k: Netzwerkstrategieziel Lernen auf Zentralisierung von Entscheidungen</b>																
Anzahl Mitarbeiter Lernen		0,035	0,013	0,292	2,579	<b>0,011**</b>	1,030	0,177	0,152	0,71300	1,981	0,886	3,998	0,136	7,071	<b>0,001***</b>
		0,295	0,134	0,257	2,275	<b>0,032**</b>	1,030									

Anmerkung: \*\*\* = signifikant zum Level  $p < 0,01$ ; \*\* = signifikant zum Level  $p < 0,05$ ; signifikant zum Level  $p < 0,1$ ; B = unstandardisierter Regressionskoeffizient; Sid.-Fehl. B = Standardfehler des Regress. Koef. B;  $\beta$  = Standardisierter Regressionskoeffizient; T = t-Test-Statistik; Sig. = Signifikanz; VF = Variance Inflation Factor; Sid.-Fehl. Schätz. = Standardfehler des Schätzers; DWT = Durbin-Watson-Test-Statistik; WT = White-Test; BPT = Breusch-Pagan-Test; F = F-Test-Statistik

Tabelle 5-10: Ergebnisse der Regression von der Netzwerkstrategie auf die Zentralisierung von Entscheidungen

### **5.4.3 Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen**

Zur Überprüfung der Wirkzusammenhänge zwischen der internen und externen Komplexität, der Strategie sowie der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken wurden ebenso Regressionsmodelle aufgebaut und analysiert (vgl. Tabelle 5-11, Tabelle 5-12 und Tabelle 5-13). Die ermittelten Wirkzusammenhänge sind das Ergebnis der vom Verfasser der Arbeit betreuten Abschlussarbeit A\_Weil (2021).

Der theoretische positive Wirkzusammenhang zwischen interner und externer Komplexität (Hypothese H3c/d) konnte bestätigt werden. Demnach liegt ein Wirkzusammenhang zwischen steigender externer und steigender interner Komplexität und vice versa vor.

Die aufgestellten Regressionsmodelle zur Identifizierung der Wirkzusammenhänge zwischen der internen bzw. externen Komplexitäten und der Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken (Modelle 3a und 3b in Tabelle 5-11) erweisen sich beide als signifikant (F-Wert < 0,05). Allerdings ist der Zusammenhang zwischen den Komplexitätsarten und der Zentralisierung von Entscheidungen nicht signifikant. Lediglich die Kontrollvariable der Mitarbeiterzahl weist Signifikanz auf. Die vermuteten Zusammenhänge (H3a und H3b) können nicht bestätigt werden.

Unabhängige Variablen	B	Std.-Fehl. B	$\beta$	T	Sig.	VIF	R <sup>2</sup>	Korr. R <sup>2</sup>	Std.-Fehl. Schätz.	DWT	WT Chi <sup>2</sup>	Sig. WT	BPT Chi <sup>2</sup>	Sig. BPT	F	Sig. F
<b>Modell 3a: Externe Komplexität auf Zentralisierung von Entscheidungen</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,148	0,046	0,361	3,195	<b>0,002***</b>	1,001	0,131	0,106	0,73100	2,271	11,299	0,046	0,965	0,329	5,136	<b>0,008***</b>
Externe Komplexität	0,017	0,116	0,016	0,143	0,887	1,001										
<b>Modell 3b: Interne Komplexität auf Zentralisierung von Entscheidungen</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,145	0,048	0,355	3,031	<b>0,003***</b>	1,074	0,132	0,106	0,73100	2,275	18,857	0,002	0,706	0,401	5,153	<b>0,008***</b>
Interne Komplexität	0,026	0,115	0,026	0,226	0,822	1,074										
<b>Modell 3c: Externe Komplexität auf interne Komplexität</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,105	0,046	0,252	2,283	<b>0,028**</b>	1,001	0,171	0,146	0,72814	2,223	1,831	0,872	0,010	0,920	6,990	<b>0,002***</b>
Externe Komplexität	0,333	0,116	0,319	2,886	<b>0,005***</b>	1,001										
<b>Modell 3d: interne Komplexität auf externe Komplexität</b>																
Anzahl Mitarbeiter	-0,023	0,047	-0,057	-0,485	0,630	1,074	0,110	0,084	0,72123	2,345	9,171	0,102	1,982	0,158	4,203	<b>0,019**</b>
Interne Komplexität	0,327	0,113	0,342	2,886	<b>0,005***</b>	1,074										

Anmerkung: \*\*\* = signifikant zum Level  $p < 0,01$ ; \*\* = signifikant zum Level  $p < 0,05$ ; signifikant zum Level  $p < 0,1$ ; B = unstandardisierter Regressionskoeffizient; Std.-Fehl. B = Standardfehler des Regress.koef. B;  $\beta$  = Standardisierter Regressionskoeffizient; T = t-Test-Statistik; Sig. = Signifikanz; VF = Variance Inflation Factor; Std.-Fehl. Schätz. = Standardfehler des Schätzers; DWT = Durbin-Watson-Test-Statistik; WT = White-Test; BPT = Breusch-Pagan-Test; F = F-Test-Statistik

Tabelle 5-11: Ergebnisse der Regression zur internen und externen Komplexität untereinander und auf die Zentralisierung von Entscheidungen

#### **5.4.4 Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der Strategie**

Bei der Prüfung der Wirkzusammenhänge zwischen der externen Komplexität und den Zielen aus dem Betrachtungsbereich der Strategie (Hypothesen H4) waren lediglich die Modelle zur Qualität, Liefertreue und Volumenflexibilität signifikant (vgl. Tabelle 5-13). Signifikanz für die Hypothesen H4a/c/e/g/h konnte nicht nachgewiesen werden. Die Analyse der Daten impliziert, dass die Wichtigkeit der Ziele Qualität (H4b) und Volumenflexibilität (H4f) signifikant positiv mit einer steigenden externen Komplexität zusammenhängt. Ebenso erweisen sich die Modelle von der externen Komplexität auf die Effizienz (H4i) und Mobilität (H4j) als signifikant. Der Einfluss der externen Komplexität auf das Netzwerkstrategieziel Lernen ist weder im Gesamtmodell (Sig. F in Tabelle 5-12) signifikant, noch für den direkten Einfluss der externen Komplexität. Die ermittelten Wirkzusammenhänge sind das Ergebnis der vom Verfasser der Arbeit betreuten Abschlussarbeiten A\_Weil (2021) und A\_Rahier (2021).

Unabhängige Variablen	B	Std.-Fehl. B	$\beta$	T	Sig.	VIF	R <sup>2</sup>	Korr. R <sup>2</sup>	Std.-Fehl. Schätz.	DWT	WT Chi <sup>2</sup>	Sig. WT	BPT Chi <sup>2</sup>	Sig. BPT	F	Sig. F
<b>Modell 4i: Externe Komplexität auf Netzwerkstrategieziel Effizienz</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,233	0,128	0,208	1,816	0,074	1,094	0,240	0,181	0,95870	2,030	13,568	0,866	5,837	0,322	4,013	<b>0,0032***</b>
Komplexität extern	0,570	0,153	0,427	3,716	<b>0,0004***</b>	1,099										
<b>Modell 4j: Externe Komplexität auf Netzwerkstrategieziel Mobilität</b>																
Anzahl Mitarbeiter	-0,016	0,103	-0,019	-0,155	0,877	1,094	0,140	0,070	0,84512	2,301	10,765	0,192	7,930	0,977	2,051	<b>0,0836*</b>
Komplexität extern	0,292	0,123	0,291	2,380	<b>0,02**</b>	1,099										
<b>Modell 4k: Externe Komplexität auf Netzwerkstrategieziel Lernen</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,166	0,116	0,184	1,431	0,157	1,094	0,046	-0,003	0,93400	1,848	8,126	0,540	25,087	0,000	0,601	0,699
Komplexität extern	0,083	0,139	0,077	0,587	0,553	1,099										

Anmerkung: \*\*\* = signifikant zum Level  $p < 0,01$ ; \*\* = signifikant zum Level  $p < 0,05$ ; signifikant zum Level  $p < 0,1$ ; B = unstandardisierter Regressionskoeffizient; Std.-Fehl. B = Standardfehler des Regress. koef. B;  $\beta$  = Standardisierter Regressionskoeffizient; T = t-Test-Statistik; Sig. = Signifikanz; VF = Variance Inflation Factor; Std.-Fehl. Schätz. = Standardfehler des Schätzers; DWT = Durbin-Watson-Test-Statistik; WT = White-Test; BPT = Breusch-Pagan-Test; F = F-Test-Statistik

Tabelle 5-12: Ergebnisse der Regression von der externen Komplexität auf die Netzwerkstrategie

Unabhängige Variablen	B	Std.-Fehl. B	$\beta$	T	Sig.	VIF	R <sup>2</sup>	Korr. R <sup>2</sup>	Std.-Fehl. Schätz.	DWT	WT Chf <sup>2</sup>	Sig. WT	BPT Chf <sup>2</sup>	Sig. BPT	F	Sig. F
<b>Modell 4a: Externe Komplexität auf Ziel/Preis</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,036	0,053	0,087	0,691	0,492	1,078	0,024	-0,019	0,80045	1,968	5,352	0,803	0,979	0,322	0,557	0,645
Komplexität extern	-0,022	0,135	-0,021	-0,164	0,870	1,124										
<b>Modell 4b: Externe Komplexität auf Ziel/Qualität</b>																
Anzahl Mitarbeiter	-0,029	0,041	-0,085	-0,708	0,481	1,078	0,101	0,060	0,63098	2,155	11,224	0,261	8,544	0,003	2,500	<b>0,067*</b>
Komplexität extern	0,248	0,106	0,288	2,342	<b>0,022**</b>	1,124										
<b>Modell 4c: Externe Komplexität auf Ziel/Lieferzuverlässigkeit</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,046	0,045	0,122	1,027	0,308	1,078	0,129	0,090	0,67900	1,938	12,160	0,204	3,974	0,046	3,302	<b>0,025**</b>
Komplexität extern	0,100	0,114	0,105	0,872	0,386	1,124										
<b>Modell 4d: Externe Komplexität auf Ziel/Variantenflexibilität</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,057	0,063	0,112	0,904	0,369	1,078	0,039	-0,004	0,96359	2,353	7,230	0,613	0,602	0,438	0,906	0,443
Komplexität extern	0,227	0,162	0,178	1,400	0,166	1,124										
<b>Modell 4e: Externe Komplexität auf Ziel/Volumenflexibilität</b>																
Anzahl Mitarbeiter	0,101	0,063	0,192	1,606	0,113	1,078	0,107	0,067	0,95863	1,715	14,956	0,092	0,020	0,888	2,679	<b>0,054*</b>
Komplexität extern	0,391	0,161	0,297	2,426	<b>0,018**</b>	1,124										
<b>Modell 4f: Externe Komplexität auf Ziel/Service</b>																
Anzahl Mitarbeiter	-0,047	0,061	-0,095	-0,761	0,449	1,078	0,040	-0,003	0,93396	1,898	7,863	0,546	0,397	0,529	0,929	0,432
Komplexität extern	-0,121	0,157	-0,098	-0,770	0,444	1,124										

Anmerkung: \*\*\* = signifikant zum Level  $p < 0,01$ ; \*\* = signifikant zum Level  $p < 0,05$ ; signifikant zum Level  $p < 0,1$ ; B = unstandardisierter Regressionskoeffizient; Std.-Fehl. B = Standardfehler des Regress. koef. B;  $\beta$  = Standardisierter Regressionskoeffizient; T = t-Test-Statistik; Sig. = Signifikanz; VIF = Variance Inflation Factor; Std.-Fehl. Schätz = Standardfehler des Schätzers; DWT = Durbin-Watson-Test-Statistik; WT = White-Test; BPT = Breusch-Pagan-Test; F = F-Test-Statistik

Tabelle 5-13: Ergebnisse der Regressionsanalysen von der externen Komplexität auf die Produktionsstrategie

### **5.4.5 Wirkzusammenhänge zwischen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit sowie den Netzwerkfähigkeiten**

Im Rahmen der Analyse der Wirkzusammenhänge zwischen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit auf Netzwerkebene wurden ebenso Regressionsmodelle aufgebaut (vgl. Tabelle 5-14). Hierfür werden die Wirkzusammenhänge zwischen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken und den einzelnen Leistungsfähigkeitsindikatoren analysiert. Die ermittelten Wirkzusammenhänge sind das Ergebnis der vom Verfasser der Arbeit betreuten Abschlussarbeiten A\_Weil (2021) und A\_Rahier (2021).

Signifikanz konnte für die Gesamtmodelle für die Zusammenhänge zwischen der Zentralisierung von Entscheidungen und den Leistungsfähigkeitsindikatoren Produktionskosten, Qualität, Liefergeschwindigkeit, Lieferzuverlässigkeit und Volumenflexibilität bestätigt werden. Für die Produktionskosten, die Qualität und die Liefergeschwindigkeit lag dabei lediglich ein signifikanter Zusammenhang der Kontrollvariable Mitarbeiteranzahl vor. Für die Lieferzuverlässigkeit und die Volumenflexibilität konnte ein signifikanter positiver Wirkzusammenhang nachgewiesen werden. Es wurde in der theoretischen Diskussion allerdings ein negativer Zusammenhang vermutet (siehe Kapitel 5.2.5). Daher kann der gefundene, positive Wirkzusammenhang entsprechend nicht angenommen werden. Der DWT für den Zusammenhang der Zentralisierung von Entscheidungen mit der Variantenflexibilität ist mit 2,685 größer als der Grenzwert von 2,5. Da die Untersuchungen der durchgeführten Studie allerdings eine Querschnittsstudie sind und sich die Reihenfolge der Fragebogenrückläufer beliebig ändern lässt, ist somit auch eine Autokorrelation der Störgrößen ausgeschlossen. (Backhaus et al. 2016, S. 105)

Bei den Wirkzusammenhängen zwischen der Zentralisierung von Entscheidungen auf die Netzwerkfähigkeiten Effizienz, Mobilität und Lernen konnten keine signifikanten Zusammenhänge identifiziert werden. Lediglich die Wirkung auf die Effizienz (H5j) zeigt Signifikanz zum 10 %- Level auf, wobei auch das Gesamtmodell signifikant ist. (A\_Rahier 2021) (vgl. Tabelle 5-15)

Unabhängige Variablen		B	Std.- Fehl. B	$\beta$	T	Sig.	VIF	R <sup>2</sup>	Korr. R <sup>2</sup>	Sid.-Fehl. Schätz.	DWT	WT ChF	Sig. ChF	BPT ChF	Sig. BPT	F	Sig. F	
<b>Modell 1a: Zentralisierung von Entscheidungen auf Leistungsfähigkeit Produktionskosten</b>																		
Anzahl Mitarbeiter		-0,180	0,078	-0,295	-2,312	<b>0,024**</b>	1,083	0,081	0,051	1,12717	2,241	3,037	0,694	1,561	0,211	2,699	<b>0,075*</b>	
Zentralisierung von Entscheidungen		0,179	0,208	0,110	0,856	0,394	1,083											
<b>Modell 1b: Zentralisierung von Entscheidungen auf Leistungsfähigkeit Qualität</b>																		
Anzahl Mitarbeiter		-0,185	0,063	-0,365	-2,933	<b>0,005***</b>	1,099	0,129	0,101	0,92300	2,236	8,291	0,141	0,056	0,813	4,579	<b>0,014**</b>	
Zentralisierung von Entscheidungen		0,269	0,169	0,198	1,590	0,117	1,099											
<b>Modell 1c: Zentralisierung von Entscheidungen auf Leistungsfähigkeit Liefergeschwindigkeit</b>																		
Anzahl Mitarbeiter		-0,192	0,072	-0,338	-2,675	<b>0,009***</b>	1,123	0,104	0,075	1,05062	2,467	5,568	0,351	0,701	0,403	3,647	<b>0,032**</b>	
Zentralisierung von Entscheidungen		0,096	0,178	0,068	0,537	0,593	1,123											
<b>Modell 1d: Zentralisierung von Entscheidungen auf Leistungsfähigkeit Lieferzuverlässigkeit</b>																		
Anzahl Mitarbeiter		-0,215	0,068	-0,390	-3,145	<b>0,003***</b>	1,146	0,141	0,114	1,00653	2,128	3,490	0,625	2,852	0,091	5,244	<b>0,008*</b>	
Zentralisierung von Entscheidungen		0,309	0,168	0,229	1,843	<b>0,070*</b>	1,146											
<b>Modell 1e: Zentralisierung von Entscheidungen auf Leistungsfähigkeit Variantenfähigkeit</b>																		
Anzahl Mitarbeiter		-0,093	0,066	-0,191	-1,413	0,163	1,152	0,043	0,011	0,92600	2,695	3,497	0,624	1,696	0,193	1,346	0,268	
Zentralisierung von Entscheidungen		0,206	0,160	0,175	1,291	0,202	1,152											
<b>Modell 1f: Zentralisierung von Entscheidungen auf Leistungsfähigkeit Volumenflexibilität</b>																		
Anzahl Mitarbeiter		-0,135	0,064	-0,274	-2,121	<b>0,038**</b>	1,122	0,094	0,065	0,93141	1,811	6,452	0,265	7,311	0,007	3,181	<b>0,049**</b>	
Zentralisierung von Entscheidungen		0,314	0,158	0,256	1,987	<b>0,051*</b>	1,122											
<b>Modell 1h: Zentralisierung von Entscheidungen auf Leistungsfähigkeit Nachhaltigkeit</b>																		
Anzahl Mitarbeiter		-0,077	0,059	-0,181	-1,298	0,200	1,142	0,030	-0,004	0,83459	2,074	7,069	0,216	0,086	0,769	0,883	0,419	
Zentralisierung von Entscheidungen		0,028	0,146	0,026	0,189	0,850	1,142											

Anmerkung: \*\*\* = signifikant zum Level  $p < 0,01$ ; \*\* = signifikant zum Level  $p < 0,05$ ; signifikant zum Level  $p < 0,1$ ; B = unstandardisierter Regressionskoeffizient; Sid.-Fehl. B = Standardfehler des Regress.koeff. B;  $\beta$  = Standardisierter Regressionskoeffizient; T = t-Test-Statistik; Sig. = Signifikanz; VIF = Variance Inflation Factor; Sid.-Fehl. Schätz. = Standardfehler des Schätzers; DWT = Durbin-Watson-Test-Statistik; WT = White-Test; BPT = Breusch-Pagan-Test; F = F-Test-Statistik

Tabelle 5-14: Ergebnisse der Regressionsanalysen von der Zentralisierung von Entscheidungen auf die Leistungsfähigkeit des Produktionsnetzwerkes

Unabhängige Variablen		B	Std.- Fehl. B	$\beta$	T	Sig.	VIF	R <sup>2</sup>	Korr. R <sup>2</sup>	Std.-Fehl. Schätz.	DWT	Sig. DWT	BPT Chi <sup>2</sup>	Sig. BPT	F	Sig. F
<b>Modell 5i: Zentralisierung von Entscheidungen auf Netzwerkfähigkeit Mobilität</b>																
Anzahl Mitarbeiter		0,013	0,017	0,123	0,768	0,445	1,126	0,005	-0,020	0,71800	2,260	0,274	1,499	0,473	0,197	<b>0,822</b>
Mobilität		-0,033	0,146	-0,026	-0,228	0,820	1,126									
<b>Modell 5j: Zentralisierung von Entscheidungen auf Netzwerkfähigkeit Lernen</b>																
Anzahl Mitarbeiter		0,016	0,131	0,143	1,172	0,245	1,126	0,049	0,020	0,71300	1,893	0,604	1,712	0,425	1,702	<b>0,190</b>
Lernen		0,116	0,122	0,097	0,951	0,345	1,134									
<b>Modell 5j: Zentralisierung von Entscheidungen auf Netzwerkfähigkeit Effizienz</b>																
Anzahl Mitarbeiter		0,116	0,167	0,108	0,696	0,489	1,126	0,066	0,038	0,72300	1,814	0,436	1,522	0,467	2,355	<b>0,10*</b>
Effizienz		0,265	0,155	0,275	1,704	<b>0,09*</b>	1,126									

Anmerkung: \*\*\* = signifikant zum Level  $p < 0,01$ ; \*\* = signifikant zum Level  $p < 0,05$ ; signifikant zum Level  $p < 0,1$ ; B = unstandardisierter Regressionskoeffizient; Std.-Fehl. B = Standardfehler des Regress.koef. B;  $\beta$  = Standardisierter Regressionskoeffizient; T = t-Test-Statistik; Sig. = Signifikanz; VIF = Variance Inflation Factor; Std.-Fehl. Schätz = Standardfehler des Schätzers; DWT = Durbin-Watson-Test-Statistik; WT = White-Test; BPT = Breusch-Pagan-Test; F = F-Test-Statistik

Tabelle 5-15: Ergebnisse der Regressionsanalysen von der Zentralisierung von Entscheidungen auf die Netzwerkfähigkeiten

### 5.4.6 Gesamtergebnis der empirischen Datenanalyse

Für eine bessere Übersicht und Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse der empirischen Datenanalyse werden sowohl die signifikanten als auch die nicht signifikanten Wirkzusammenhänge zwischen den Dimensionen Komplexität, Strategie, Entscheidungen und Leistungsfähigkeit bzw. Netzwerkfähigkeiten in einem Schaubild visualisiert (siehe Abbildung 5-14). In grün dargestellt sind Wirkzusammenhänge, die sowohl theoretisch beschrieben als auch empirisch belegt wurden. Rot dargestellt sind nicht bestätigte Wirkzusammenhänge. Ebenfalls werden das Signifikanzniveau (\*/\*\*/\*\*\*) und die Form des Wirkzusammenhangs (+/-) visualisiert.

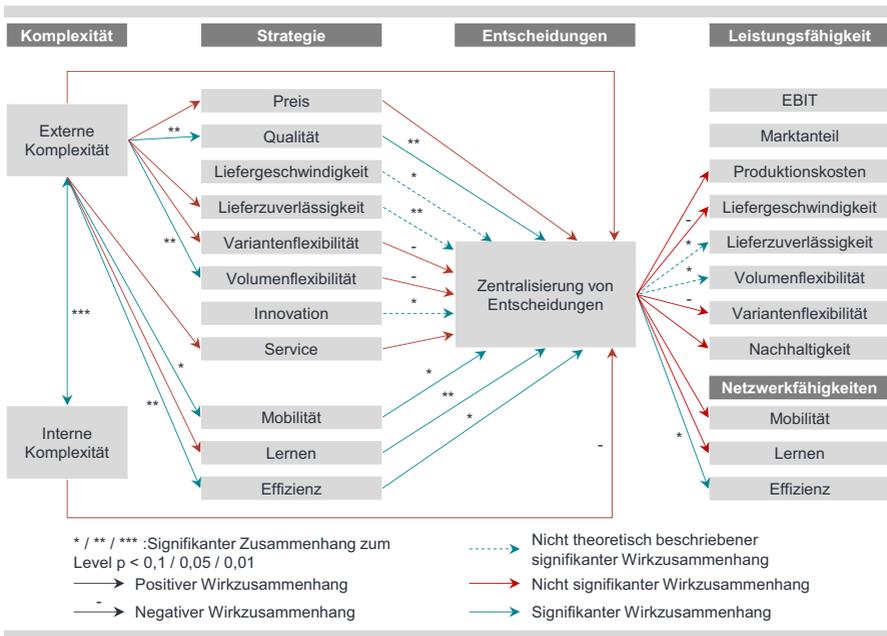


Abbildung 5-14: Signifikante Wirkzusammenhänge als Ergebnis der Datenanalyse (Eigene Darstellung)

### 5.5 Schlussfolgerung der Datenanalyse

Dieses Kapitel interpretiert die Ergebnisse der Datenanalyse, um Rückschlüsse für die Gestaltung einer strategie- und komplexitätsorientierten (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken ziehen zu können. Äquivalent zu den

Ergebnissen der Datenanalyse wird in einem ersten Schritt die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen betrachtet (vgl. Kapitel 5.5.1). Anschließend folgt die kritische Auseinandersetzung mit den Wirkzusammenhängen zwischen der Strategie und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen (vgl. Kapitel 5.5.2), zwischen der Komplexität und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen (vgl. Kapitel 5.5.3) zwischen der Komplexität und der Strategie (vgl. Kapitel 5.5.4) und zwischen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit sowie den Netzwerkfähigkeiten globaler Produktionsnetzwerke (vgl. Kapitel 5.5.5). Teile der Schlussfolgerung der Datenanalyse sind das Ergebnis der vom Verfasser betreuten Abschlussarbeiten A\_Weil (2021) sowie A\_Rahier (2021).

### **5.5.1 (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken**

Die Analyseergebnisse bzgl. der Hypothese H1a, die besagt, dass Unternehmen einzelne Entscheidungen eher zentralisieren als andere, lässt sich bestätigen. So werden überwiegend strategische Entscheidungen wie z.B. Transferpreise betreffend eher zentral, operative Entscheidungen wie die kurzfristige Planung und Steuerung eher dezentral getroffen. Dies hat für das Management von Produktionsnetzwerken die Folge, dass langfristige Entscheidungen wie z.B. die Festlegung von Transferpreisen sowie der Standortstrategie und -rolle, Produktions-IT-Entscheidungen, Produktallokationen und Distributionsentscheidungen (alle Entscheidungen mit einem Durchschnittswert der Zentralisierung  $\geq 3,9$ ) tendenziell von der Zentrale heraus entschieden werden sollten und eine Mitsprache der Standorte nur begrenzt zielführend ist. Dies führt zu einer hohen Standardisierung dieser Entscheidungen und zu einer starken Ausrichtung auf die Ziele des Produktionsnetzwerks. Eher operative Entscheidungen wie die Prozessauswahl, die KVPs, die Kapazitätsveränderungen und die kurzfristige Planung und Steuerung (alle Entscheidungen mit einem Durchschnittswert der Zentralisierung  $\leq 3$ ), werden tendenziell durch eine Abstimmung zwischen der Zentrale und den einzelnen Standorten getroffen. Dadurch kann eine hohe Anpassung an lokale Marktbedingungen und die individuellen Rahmenbedingungen der einzelnen Standorte erreicht werden. Allerdings zeigt die Analyse auch, dass es möglich ist, dass Cluster von Unternehmen bestehen können, die eher zentralisiert bzgl. aller betrachteter Entscheidungen agieren und andere, die eher dezentralisiert entscheiden. Dies wurde in Hypothese H1b überprüft und gezeigt.

Die Analyseergebnisse bzgl. der Hypothese H1b (ganzheitliche Auslegung der (De-)Zentralisierung aller Entscheidungen) bestätigen die Theorie von Olhager & Feldmann (2018), dass Unternehmen ihre Entscheidungen bzgl. der (De-)Zentralisierung in globalen Produktionsnetzwerken gleichmäßig anpassen bzw. auslegen. 13 der insgesamt 15 Entscheidungen weisen einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Clustern auf. Dementsprechend werden keine unterstützenden Argumente für eine Unterscheidung zwischen strukturellen und infrastrukturellen Entscheidungen, wie z.B. Maritan, Brush & Karnani (2004) herausgefunden haben, gefunden. Diese Ergebnisse lassen darauf schließen, dass sich die meisten produzierenden Unternehmen in die gefundenen zwei Clustern der Entscheidungsverteilung (zentral und dezentral) einordnen lassen.

Das Vorhandensein eines integrierten Entscheidungsclusters konnte nicht bestätigt werden, da ein Großteil der einzelnen Entscheidungen sich nicht signifikant zwischen den Clustern unterscheidet. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass Olhager & Feldmann (2018) in ihrer Analyse eine 7-Punkte-Likert-Skala verwendet haben, wohingegen in dieser Studie eine 5-Punkte-Likert-Skala verwendet wurde. Dementsprechend sind die Abstände zwischen den Antwortausprägungen der Studie kleiner als bei der Studie von Olhager & Feldmann (2018) und weisen damit tendenziell weniger Unterschiede auf. Darüber hinaus wurde in der vorliegenden Studie ein Fokus auf das Produktionsnetzwerk und nicht auf einzelne Produktionsstandorte gelegt. Dies führt zu anderen Sichtweisen auf das System des Produktionsnetzwerks und kann das Nichtvorhandensein des integrierten Clusters erklären. Ferner liegen mit 86 ausgewerteten Studienrückläufern weniger Rückläufer als bei Olhager & Feldmann (2018) vor (107 Studienrückläufer), was dazu führen kann, dass Unternehmen mit einer integrierten Entscheidungsverteilung unterrepräsentiert sind bzw. die Grundgesamtheit durch die Stichprobe nicht vollumfänglich repräsentiert wird.

Neben der signifikanten Verschiedenheit der beiden gefundenen Cluster der Entscheidungsverteilung unterscheiden sich auch die einzelnen Entscheidungen bzgl. ihrer (De-)Zentralisierung. So rangieren die Mittelwerte der einzelnen Entscheidungen ohne eine Clusterung zwischen 2,36 und 4,33. Beispielhaft werden Entscheidungen der kurzfristigen Planung und Steuerung der Produktion tendenziell dezentral gefällt. Entscheidungen zur Standortstrategie und -rolle werden eher zentral getroffen. Darüber hinaus ist

festzuhalten, dass die Unternehmen der Studie tendenziell zu einer zentralen Entscheidungsverteilung neigen. So sind 53 Unternehmen dem zentralen und nur 33 dem dezentralen Cluster zugeordnet.

Ebenso ist festzuhalten, dass diejenigen Entscheidungen, welche von den Experten als besonders relevant für Produktionsnetzwerke erachtet wurden und nicht bei Olhager & Feldmann (2018) zu finden sind, bevorzugt zentralisiert gefällt werden. Dies gilt über beide gefundenen Entscheidungscluster hinweg und betrifft die Entscheidungen bzgl. Produktions-IT und Transferpreise. Ebenso sind dies diejenigen Entscheidungen, welche nicht signifikant unterschiedlich zwischen den beiden Entscheidungsclustern sind. Ein Argument für die hohe Zentralisierung dieser beiden Entscheidungen liegt darin, dass diese einen hohen Grad an Standardisierung benötigen, welche durch die Bündelung und das Ausrollen von zentralen Entscheidungen auf das gesamte Netzwerk erreicht werden kann (Taggart & Hood 1999, S. 228).

Es lassen sich zwei grundlegende Implikationen für das praktische Management von globalen Produktionsnetzwerken aus der Analyse der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen (H1b) extrahieren. Erstens ist festzustellen, dass eine Betrachtung einzelner Entscheidungen bzgl. ihrer (De-)Zentralisierung zielführend ist. Die Analyse der Entscheidungen hat gezeigt, dass es Entscheidungen gibt, die tendenziell dezentraler getroffen werden als andere Entscheidungen. Demnach sollte eine Auslegung der Zentralisierung von Entscheidungen immer berücksichtigen, dass einzelne Entscheidungen, trotz einer gesamtheitlich zentralen Entscheidungsverteilung, dennoch dezentraler allokiert werden und vice versa, wie bereits in H1a gezeigt. Ergo unterstützen die Ergebnisse von H1b die Erkenntnisse aus H1a.

Zweitens lassen die Analyseergebnisse darauf schließen, dass produzierende Unternehmen ihre Entscheidungen ganzheitlich anpassen. Wird eine einzelne Entscheidung tendenziell zentral entschieden, so gilt dies tendenziell auch für andere Entscheidungen. Für die Vermutung, dass Unternehmen einzelne Entscheidungen komplett zentralisieren und gleichzeitig andere Entscheidungen komplett dezentralisieren, finden sich keine Belege. Dementsprechend ist die Einschätzung bzw. Messung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen durch ein Gesamtmaß über alle Entscheidungen hinweg sinnvoll und schlüssig. Dieses Gesamtmaß, welches durch den Durchschnitt realisiert werden kann, sollte dann jedoch für eine detaillierte Analyse wieder auf alle einzelnen, betrachteten Entscheidungen aufgeteilt werden.

### **5.5.2 Wirkzusammenhänge zwischen der Strategie und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen**

Die ermittelten Wirkzusammenhänge zwischen den Zielen aus dem Bereich der Strategie sowie der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken konnten teilweise die literaturbasierten Hypothesen stützen. Allerdings sind die gefundenen Zusammenhänge nicht so umfangreich wie erwartet. Lediglich vier der insgesamt acht Produktionsstrategieziele zeigen einen signifikanten Zusammenhang mit der Zentralisierung von Entscheidungen auf. Die Netzwerkstrategieziele weisen alleamt einen positiv signifikanten Zusammenhang mit der Zentralisierung von Entscheidungen auf. Die Ergebnisse haben jedoch verschiedene Konsequenzen für die Koordination in globalen Produktionsnetzwerken.

Generell lässt sich festhalten, dass die Ziele aus dem Bereich der Strategie und die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken einen Zusammenhang aufweisen. Dies stützt die These, dass die strategische Ausrichtung eines Unternehmens sowie eines Produktionsnetzwerks die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen beeinflusst. Die durchgeführte Untersuchung bzw. Studie zeigt darüber hinaus, welche Ziele die Zentralisierung und welche die Dezentralisierung von Entscheidungen beeinflussen. Dieses Wissen hat einen Einfluss auf das Management und die Koordination von globalen Produktionsnetzwerken.

Rein kostenorientierte Unternehmen mit einem Fokus auf das Ziel Preis scheinen keine Tendenz zur Zentralisierung von Entscheidungen aufzuweisen (siehe Abbildung 5-15). Dies kann darin begründet liegen, dass die meisten Studienteilnehmer dem Produktionsstrategieziel Preis eine hohe Bedeutung zugewiesen haben und es deshalb keine signifikanten Unterschiede bzgl. der Zentralisierung geben kann.

Darüber hinaus zeigt sich, dass das Ziel Qualität mit einer Zentralisierung von Entscheidungen assoziiert wird bzw. eine solche dieses Ziel begünstigt. Diese Ergebnisse zeigen, dass Unternehmen, die sich über Qualitätsziel am Markt differenzieren und die eine hohe Produktqualität auszeichnet, tendenziell zentrale Strukturen bzgl. der Entscheidungsverteilung in ihrem Produktionsnetzwerk etablieren sollten.

Die Lieferzuverlässigkeit wird ebenso mit einer Zentralisierung von Entscheidungen assoziiert. Dieses Ergebnis zeigt, dass Unternehmen, für die die zuverlässige Erfüllung von Kundenaufträgen wichtig ist, tendenziell zentrale Strukturen bzgl. der Entschei-

dungsverteilung in ihrem Produktionsnetzwerk etablieren sollten. Der positive Zusammenhang zwischen der Lieferzuverlässigkeit und der Zentralisierung von Entscheidungen wurde nicht theoretisch vermutet. Allerdings lässt sich dieser auf eine bessere Abschätzung und Koordination der Lieferfähigkeiten aus der Zentrale heraus begründen. Diese weist Kenntnisse über die Lieferfähigkeiten aller Standorte auf, sofern die benötigten Daten vorliegen, und kann so Aufträge aus anderen Standorten heraus bedienen. Ebenso könnten Störungen in der Produktion durch eine weitreichende Standardisierung von etablierten Prozessen durch eine zentralisierte Entscheidungsverteilung vermieden werden.

Beide Flexibilitätsarten, die Varianten- und Volumenflexibilität, weisen keine signifikanten Zusammenhänge mit der Zentralisierung von Entscheidungen auf. Dies deutet darauf hin, dass sowohl durch dezentrale als auch durch zentrale Entscheidungen Flexibilität erreicht werden kann. Neben der besseren Adaptation an lokale Kunden und Marktgegebenheiten durch dezentrale Entscheidungen (siehe Kapitel 5.2.2) kann eine hohe Flexibilität wohl ebenso durch die Koordination der Zentrale erreicht werden, die eine hohe Transparenz bzgl. möglicher Volumenadjustierungen sowie der Möglichkeiten der Produktmodifikation (Variantenflexibilität) aufweist. Dadurch können über die einzelnen Standorte hinweg Flexibilitätspotentiale gehoben werden.

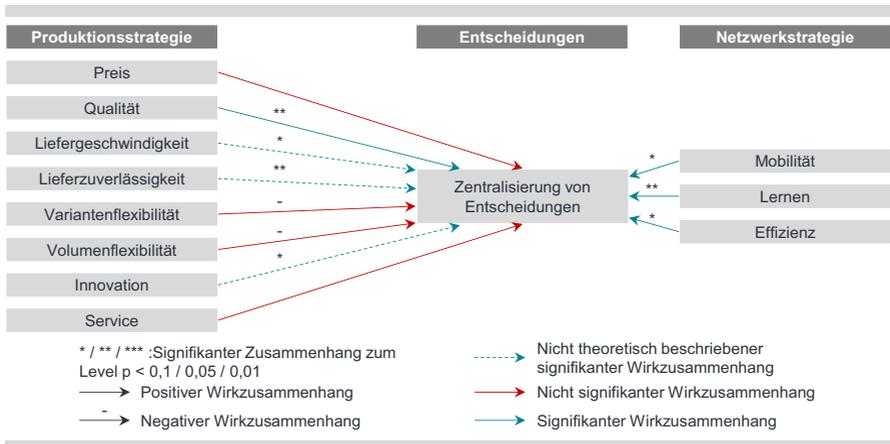


Abbildung 5-15: Empirische Wirkzusammenhänge zwischen der Strategie und der Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)

Die Ziele Liefergeschwindigkeit sowie Innovation werden, basierend auf den Ergebnissen der Studie, ebenfalls durch zentrale Strukturen der Entscheidungsverteilung besser erreicht als durch dezentrale Strukturen. Auch dies widerspricht der initialen theoretischen Vermutung. Die Zusammenhänge liegen allerdings nur für das erweiterte Signifikanzkriterium ( $p < 0,10$ ) vor. Möglicherweise grundlegend für den Zusammenhang der Liefergeschwindigkeit und der Tendenz zur Zentralisierung von Entscheidungen ist eine mögliche Standardisierung von (Produktions-)Prozessen und Abläufen, wodurch eine zeitlich schnellere Produktion an verschiedenen Orten ermöglicht wird (Hayes et al. 2005, S. 155). Ausfälle an einzelnen Standorten können besser vom Produktionsnetzwerk ausgeglichen werden, wodurch die Liefergeschwindigkeit weniger stark beeinträchtigt wird. Eine solche Standardisierung ist nur möglich, wenn ein relativ homogenes Produktportfolio im betrachteten Produktionsnetzwerk vorliegt, das von einer weitreichenden Standardisierung profitiert (Hayes et al. 2005, S. 157).

Der Wirkzusammenhang zwischen dem Ziel der Innovation und der Zentralisierung von Entscheidungen kann darauf zurückzuführen sein, dass besonders innovative Unternehmen die Forschung und Entwicklung zentralisieren, um global Skaleneffekte und eine hohe Aufmerksamkeit in der Managementebene zu erreichen. Durch das Zusammenlegen von Kompetenzen im Unternehmen können Innovationsprozesse schneller realisiert und dadurch mehr Innovationen erreicht werden. Ebenso gelingt der Aufbau von disruptiv neuen Geschäftsfeldern und Produkten häufig besser durch zentrale Instanzen, zumindest, sofern keine umfassenden Wissensaustauschprozesse im Produktionsnetzwerk etabliert sind (Beugelsdijk & Jindra 2018, S. 531).

Auch für das Strategieziel Service lässt sich kein signifikanter Wirkzusammenhang mit der Zentralisierung von Entscheidungen zeigen. Es scheint, dass auch dezentrale Strukturen einen hohen Servicegrad ermöglichen. Dies kann auf die operative Nähe zu den Kunden erklärt werden, wodurch Produktprobleme schnell behoben oder Ersatzprodukte geliefert werden können.

Wie theoretisch vermutet, ist ein Wirkzusammenhang zwischen dem Ziel der Netzwerkstrategie Lernen und der Zentralisierung von Entscheidungen zu beobachten. Dies unterstützt die These, dass Unternehmen, die sich im Netzwerk stark austauschen und denen das Lernen bzgl. der eigenen Prozesse wichtig ist, eher zentralisiert entscheiden.

Ebenso wird eine Mobilität von Ressourcen und Aufträgen mit der Zentralisierung verbunden, was darauf schließen lässt, dass eine Standardisierung von eben diesen Objekten eine hohe Zentralisierung von Entscheidungen als Folge hat. Zudem ist eine Mobilität von Ressourcen nur dann sinnvoll, wenn eine zentrale Produktionsplanung und -steuerung vorliegt.

Darüber hinaus ist auch das Netzwerkstrategieziel der Effizienz mit einer Zentralisierung von Entscheidungen zu assoziieren. Dies unterstreicht die These, dass Unternehmen, die möglichst effizient produzieren, standardisiert und stark kostengetrieben sind. Diese weisen eher zentralisierte Entscheidungsmuster auf.

Nach der Analyse der einzelnen Wirkzusammenhänge zwischen den Zielen der Strategie und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen ist übergeordnet festzuhalten, dass eine steigende Wichtigkeit der einzelnen Ziele immer mit mehr Zentralisierung einhergeht. Es finden sich keinerlei Belege für Ziele, die mit einer stärkeren Dezentralisierung von Entscheidungen assoziiert werden, da keine negativen Zusammenhänge in den Regressionsanalysen aufgetreten sind.

Zusätzlich ist anzumerken, dass in Produktionsnetzwerken immer Kombinationen von strategischen Zielen relevant für das Management sind. Dies ist bei der Gestaltung der strategieorientierten Zentralisierung zu beachten. Im Vorgehensmodell (vgl. Kapitel 6) wird eine ganzheitliche Betrachtung der einzelnen Strategieziele durchgeführt, wodurch die Multidimensionalität der Strategie berücksichtigt werden kann. Dabei können gegenströmige Ziele bzgl. der Zentralisierung von Entscheidungen vorliegen. Dies muss holistisch betrachtet und abgewogen werden. Ein verbreiteter Ansatz zur Abbildung von mehreren Strategiezielen sind z.B. Idealtypen im Bereich Produktions- und Netzwerkstrategie (vgl. Friedli, Thomas & Mundt (2013) und Friedli, Lanza & Remling (2021)).

### **5.5.3 Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen**

Es wurde gezeigt, dass eine hohe externe Komplexität in einer hohen internen Komplexität innerhalb globaler Produktionsnetzwerke umgesetzt wird sowie vice versa (siehe Abbildung 5-16). Dies bestätigt die Thesen von Schuh & Riesener (2017) und Budde (2015) und dient produzierenden Unternehmen als Managementempfehlung. Global agierende Unternehmen müssen bei einer hohen externen Unsicherheit und

Komplexität für den erfolgreichen Umgang mit eben diesen die interne Komplexität erhöhen. Jedoch sind besonders die Unternehmen wettbewerbsfähig, die nicht mit einem identischen Anstieg der internen Komplexität auf die externe Komplexität reagieren müssen. Dies bedeutet, dass beispielsweise eine veränderte Kundennachfrage nach mehreren Produktvarianten sich nicht in einer äquivalenten Steigerung der Prozesskomplexität auswirkt. Komplexitätssteigerungen von außen werden durch die inhärente Flexibilität des Systems gedämpft.

Zwischen den Gestaltungsbedingungen der externen sowie internen Komplexität und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen liegen keine signifikanten Wirkzusammenhänge vor. Dementsprechend lässt sich schließen, dass Unternehmen den Umgang mit der externen Komplexität über ihre strategische Ausrichtung der Produktion antizipieren und diese aufeinander abstimmen (siehe Kapitel 5.5.4). Die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen wird dementsprechend nur indirekt durch die beiden Komplexitätsarten beeinflusst. Ein direkter Einfluss, wie z.B. von Olhager & Feldmann (2018) bzgl. des Produktvolumens beschrieben, konnte nicht beobachtet werden.

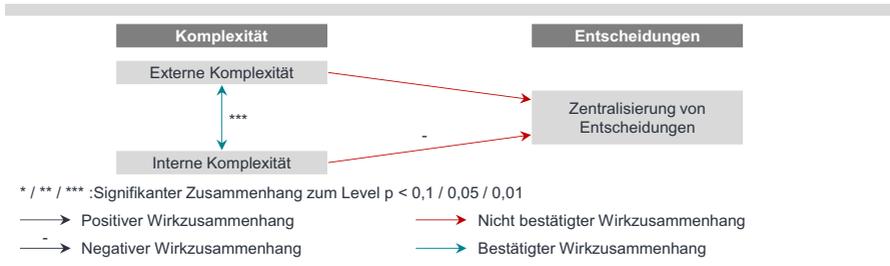


Abbildung 5-16: Empirische Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)

### 5.5.4 Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der Strategie

Die externe Komplexität weist einen signifikanten Wirkzusammenhang mit den strategischen Zielen des globalen Produktionsnetzwerkes auf. Hierbei erweisen sich zwei Wirkzusammenhänge als signifikant. Eine hohe externe Komplexität bewirkt eine höhere Wichtigkeit der Ziele Qualität und Volumenflexibilität (siehe Abbildung 5-17). Die Wichtigkeit der Qualität kann über einen starken Wettbewerb und damit als passender Differenzierungsfaktor begründet werden. Die Volumenflexibilität ist, ebenso wie die

Mobilität, welche auch signifikant mit einer wachsenden externen Komplexität verbunden wird, über eine volatile Nachfrage zu begründen. Dieser Volatilität kann durch eine starke Flexibilität der Ausbringungsmenge als auch durch das flexible Verschieben von Aufträgen zwischen Standorten begegnet werden. Neben der Mobilität ist ebenso die Effizienz als Ziel der Netzwerkstrategie mit der externen Komplexität in Beziehung zu bringen. Diese spielt im Zusammenhang mit dem Ziel Kosten eine Rolle. Durch Effizienz kann dieses Ziel besser erreicht werden, um so im komplexen Marktumfeld besser zu performen.

Allerdings erweisen sich insgesamt fünf vermutete Wirkzusammenhänge als nicht signifikant. Das Produktionsstrategieziel Preis hängt nicht mit der modellierten externen Komplexität zusammen. Dies kann an der fehlenden Betrachtung der Wettbewerber liegen, die eine verstärkten Druck auf das Ziel Preis eines Produktionsnetzwerks ausüben. Komplexitätsfaktoren mit Bezug zu den Wettbewerbern wurden in der Faktorisierung (vgl. Kapitel 5.3.2.2) eliminiert, da sie nicht ausreichend auf die externe Komplexität geladen haben.

Auch das Produktionsstrategieziel Lieferzuverlässigkeit wird nicht signifikant von der externen Komplexität beeinflusst. Entsprechend hat eine hohe Nachfragevariabilität, als Teil der externen Komplexität, keine Auswirkungen auf die Anzahl der rechtzeitigen Lieferungen. Produktionsnetzwerke reagieren auf eine Nachfrageschwankung nicht dadurch, dass sie besonders zuverlässig liefern, sondern vielmehr über eine hohe Volumenflexibilität.

Das Produktionsstrategieziel der Variantenflexibilität scheint nicht durch externe Faktoren beeinflusst zu werden. Diese externen Faktoren scheinen tendenziell eher durch nicht unternehmenszentrierte Einflussfaktoren wie z.B. den Markt oder die Branche beeinflusst zu werden. Ebenfalls können beispielsweise die generelle Produktstruktur oder das Produktportfolio als interne Faktoren einen Einfluss ausüben.

Das Produktionsstrategieziel Service hängt ebenfalls nicht mit der externen Komplexität zusammen. Für den Service ist es möglich, dass die Wartungsintensität der eigenen Produkte oder Ausfallraten die Priorisierung dieses Ziels beeinflussen.

Das Netzwerkstrategieziel Lernen wird als einziges Netzwerkstrategieziel nicht durch die externe Komplexität beeinflusst. Ergo sind nicht, wie in Kapitel 5.2.4 beschrieben, externe Faktoren ein Auslöser für interne Verbesserungen, sondern vielmehr interne Störungen sowie die Homogenität von Prozessen, Technologien und Produkten.

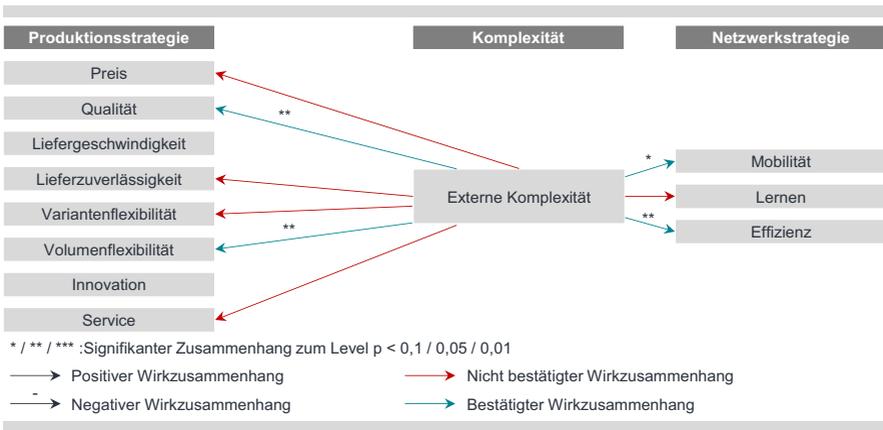


Abbildung 5-17: Empirische Wirkzusammenhänge zwischen der externen Komplexität und der Strategie (Eigene Darstellung)

### 5.5.5 Wirkzusammenhänge zwischen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit sowie den Netzwerkfähigkeiten

Zur Messung des Erfolges der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken wurde deren Auswirkung auf die realisierte Leistungsfähigkeit analysiert. Wie bereits beschrieben sind lediglich die Lieferzuverlässigkeit und die Volumenflexibilität stärker ausgeprägt bei Unternehmen, die eine Zentralisierung von Entscheidungen verfolgen. Diese Signifikanz liegt allerdings nur zum erweiterten Signifikanzniveau ( $p < 0,1$ ) und entgegen der theoretischen Vermutungen vor. Somit lässt sich schließen, dass die Zielerreichung weitestgehend unabhängig von der Wahl der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen ist. Demnach lassen sich die vermuteten Zusammenhänge zwischen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit nicht belegen (siehe Abbildung 5-18).

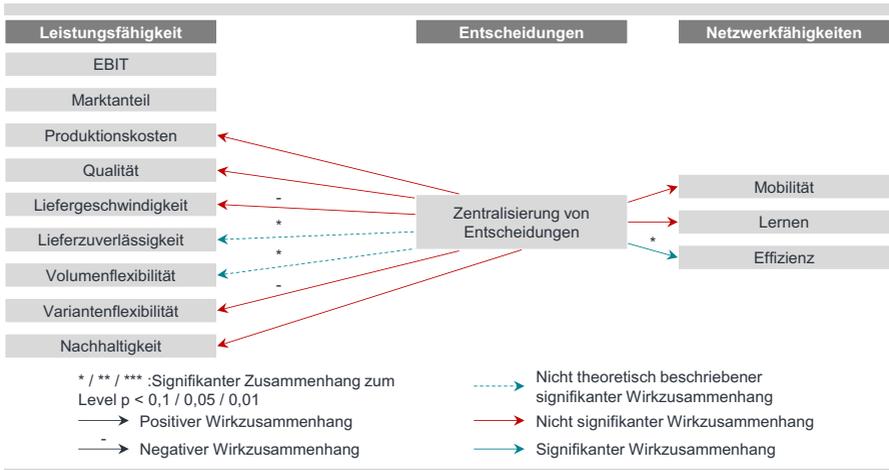


Abbildung 5-18: Empirische Wirkzusammenhänge zwischen der Zentralisierung von Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit sowie Netzwerkfähigkeiten (Eigene Darstellung)

Zwischen der Zentralisierung von Entscheidungen und den Netzwerkfähigkeiten Mobilität, Lernen und Effizienz lässt sich lediglich für die Effizienz ein signifikanter Wirkzusammenhang beobachten. Dies bestätigt zum einen die These, dass Skalen- und Verbundeffekte für eine erhöhte Effizienz durch eine Zentralisierung von Entscheidungen erreicht werden können. Zum anderen lässt sich für die Mobilität und das Lernen als Netzwerkfähigkeit schließen, dass diese weitestgehend unabhängig von der Zentralisierung von Entscheidungen erreicht werden (vgl. Kapitel 5.4.2). Andere Einflussfaktoren wie z.B. die Standardisierung von Maschinen, Technologien, Prozessen sowie Produkten scheinen die Erreichung dieser beiden Netzwerkfähigkeiten zu unterstützen. Nichtsdestotrotz wird eine hohe Priorisierung der Mobilität und des Lernens in der Netzwerkstrategie mit mehr Zentralisierung von Entscheidungen assoziiert (vgl. Kapitel 5.5.2).

Jedoch sind durchweg alle Leistungsindikatoren und Netzwerkfähigkeiten als sehr hoch von den Studienteilnehmern bewertet worden. Es lässt sich also sagen, dass die teilnehmenden Unternehmen im Schnitt in allen Leistungsindikatoren besser abschneiden als der Vergleich des direkten Wettbewerbers. Demnach lässt sich schließen, dass die

Art der (De-)Zentralisierung der Entscheidungen in den Produktionsnetzwerken entsprechend der Unternehmensausrichtung gewählt wurde, um den Erfolg des Unternehmens sicherzustellen. Dies wird durch die strategische Ausrichtung sowie die implizite Einbeziehung der Komplexität erreicht. Dieses Ergebnis unterstützt die Analysen und Ergebnisse von Olhager & Feldmann (2018), die ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den Arten der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen erörtert haben.

### **5.5.6 Fazit zur empirischen Analyse**

Es lassen sich wichtige Erkenntnisse aus der statistischen Analyse der vorangegangenen Kapitel zusammenfassen. Die Analyse der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen (H1a/b) zeigt, dass Unterschiede in der Allokation von Entscheidungen in Produktionsnetzwerken vorliegen. Strategische Entscheidungen wie die Standortrolle und -strategie werden zentraler getroffen als operative Entscheidungen wie die kurzfristige Planung und Steuerung. Allerdings zeigt die Clusteranalyse der Entscheidungen, dass es Arten von Unternehmen gibt, die Entscheidungen eher zentralisieren und andere, die dezentralisieren. Dies spricht dafür, dass es Faktoren gibt, die die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in Produktionsnetzwerken beeinflussen. Die Gestaltungsziele im Produktionsnetzwerk, die Produktions- und Netzwerkstrategie, wurden als Einflussfaktoren der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen betrachtet. Als Gestaltungsbedingungen wurden die externe und interne Komplexität erörtert. Die Wirkung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen wurde anhand der Leistungsfähigkeit und der Netzwerkfähigkeiten gemessen. 11 der 33 aufgestellten Hypothesen bzgl. der Wirkzusammenhänge zwischen den Betrachtungsbereichen Strategie, Komplexität, Entscheidungen und Leistungsfähigkeit sowie Netzwerkfähigkeiten erwiesen sich als statistisch signifikant (siehe Abbildung 5-19).

Es wird empirische Unterstützung dafür gefunden, dass die Strategie die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen beeinflusst. Diese Information unterstützt das Argument, dass eine strategieorientierte Gestaltung der Entscheidungsautonomie für Produktionsnetzwerke zielführend ist. Durch diesen empirischen Beleg wird die Bedeutung des strategischen Fits zwischen den drei Gestaltungsebenen Strategie, Koordination und Konfiguration unterstrichen. Dies unterstützt die Ausführungen von Friedli, Thomas & Mundt (2013). Allerdings sind die Wirkzusammenhänge zwischen der Strategie und

der Zentralisierung nicht so umfangreich wie erwartet. Beispielsweise wird kein Zusammenhang zwischen dem Produktionsstrategieziel Preis und der Zentralisierung beobachtet. Dennoch ist es allgemeiner Konsens, dass kosten- bzw. preisorientierte Produktionsnetzwerke eine zentralisierte Entscheidungsverteilung aufweisen (vgl. Schuh et al. (2021)). Auch für die beiden Flexibilitätsziele, die Varianten- und Volumenflexibilität, sowie das Ziel Service werden keine Zusammenhänge gefunden. Entsprechend kann davon ausgegangen werden, dass sowohl zentralisierte als auch dezentralisierte Netzwerke eine hohe Flexibilität als auch einen hohen Servicegrad erreichen können.

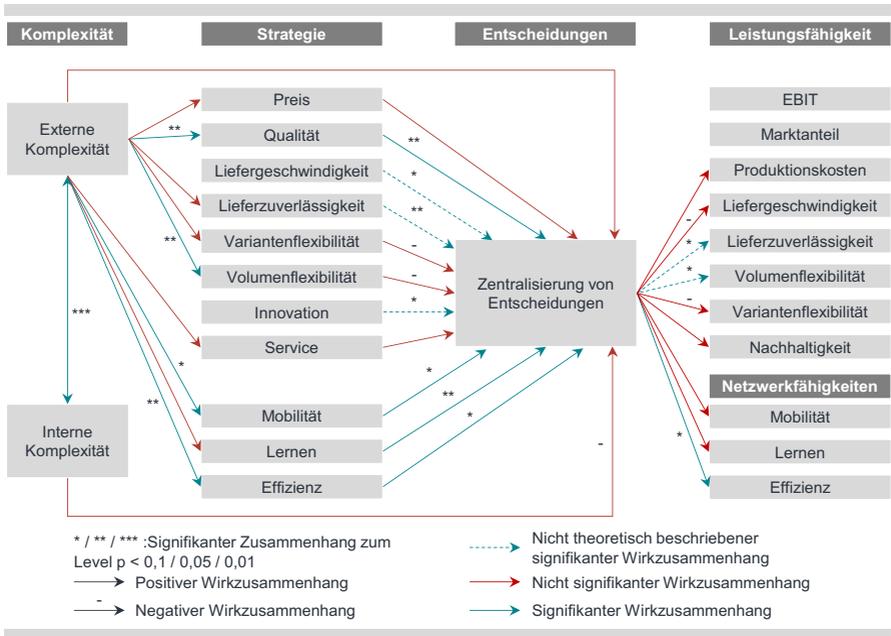


Abbildung 5-19: Ergebnis der empirischen Analyse (Eigene Darstellung)

Die koordinationsorientierten Netzwerkstrategieziele Mobilität, Lernen und Effizienz weisen, wie erwartet, Wirkzusammenhänge mit der Zentralisierung von Entscheidungen auf. Dies stützt die Thesen von Friedli, Thomas & Mundt (2013), dass eine Erfüllung einer Netzwerkstrategie durch das Zusammenspiel einzelner Produktionsstandorte mit der Zentrale erreicht werden kann.

Allerdings sollten sowohl die Netzwerkstrategieziele als auch die Netzwerkfähigkeiten spezifischer modelliert werden, um tiefgreifendere Aussagen für das Management von Produktionsnetzwerken treffen zu können. Das Ziel Mobilität könnte in unterschiedliche Flexibilitätsarten sowie die Duplikation von Produktionsmöglichkeiten im Netzwerk unterteilt werden (vgl. (Thomas 2015, S. 82 ff.)). Das Ziel Lernen könnte anhand verschiedener Arten von Wissen, wie z.B. Produkt-, Prozess-, Technologie- oder Managementwissen, spezifiziert werden (vgl. (Thomas 2015, S. 85 f.)). Das Ziel Effizienz könnte in Skalen- und Verbundeffekte, den Spezialisierungsgrad von Standorten sowie dem Konzentrationsgrad von Volumen im Netzwerk unterteilt werden. (vgl. (Thomas 2015, S. 75 ff.))

Ferner muss ebenso betrachtet werden, dass die Strategie eines Produktionsnetzwerkes immer ein multidimensionales Konstrukt ist. Unternehmen bzw. Produktionsnetzwerke priorisieren nicht nur ein Ziel einer Strategie, sondern priorisieren alle Ziele abhängig vom jeweiligen Schwerpunkt des Unternehmens. Dies ist sowohl für die Produktions- als auch die Netzwerkstrategie zu betrachten. Hilfestellung können hier die Idealtypen der Produktions- und Netzwerkstrategie nach Thomas (2013) leisten.

Die Komplexität hat Auswirkungen auf die Ausgestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken. Auch wenn kein direkter Wirkungszusammenhang zwischen den beiden Ebenen bestätigt werden konnte, so beeinflusst die Komplexität die Ausrichtung der Strategie in Produktionsnetzwerken und damit implizit die Gestaltung der Entscheidungsautonomie im Produktionsnetzwerk. Dies impliziert, dass produzierende Unternehmen lediglich ihre Strategie auf die Ausgestaltung der internen Produktion und der externen Umwelt ausrichten. Dies unterstützt die Ausführungen von Hungenberg (1995). Anknüpfend an Olhager & Feldmann (2018) könnte sowohl die interne als auch die externe Komplexität spezifischer betrachtet werden. Einzelne Faktoren wie z.B. die Standardisierung von Prozessen und Technologien könnten detaillierter beschrieben werden und deren Auswirkung auf die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen gemessen werden. Dadurch würden genauere Zusammenhänge im Kontext der Zentralisierung sichtbar, die das Management von Produktionsnetzwerken unterstützen. Darüber hinaus ist es sinnvoll, auch die externe Komplexität tiefergehend zu analysieren und z.B. Kundenfaktoren, Lieferantenfaktoren und Wettbewerbfaktoren separat zu analysieren. Implikationen zum Umgang mit diesen Faktoren würden Unternehmen weitreichende Hilfestellung bei der Auslegung der Strategie und der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen geben.

Ferner wurden keine Belege dafür gefunden, dass sich die Gestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen auf die Leistungsfähigkeit von Produktionsnetzwerken auswirkt. Dieses Ergebnis muss gemeinsam mit den vorangegangenen Analysen gesehen werden. Produktionsnetzwerke (de-)zentralisieren Entscheidungen abhängig von der Strategie und der Komplexität. Es liegen demnach andere Rahmenbedingungen für das zentrale und dezentrale Cluster der Entscheidungsverteilung vor. Da die Leistungsfähigkeit bei allen Studienrückläufern recht hoch ist, scheint es so, dass die Entscheidungsverteilung passend für die unterschiedlichen Rahmenbedingungen ausgewählt wurde. Dies unterstützt die Ergebnisse von Olhager & Feldmann (2018) und Olhager & Feldmann (2021).

Bei der Anwendung der Ergebnisse der empirischen Analyse in der Praxis muss beachtet werden, dass sich die beeinflussenden Faktoren der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen untereinander auch beeinflussen. So kann sich eine hohe interne Komplexität auf die externe Komplexität auswirken und diese kann z.B. zur Fokussierung des Netzwerkstrategieziels „Effizienz“ führen. Diese Wirkketten wurden in der statistischen Analyse nicht berücksichtigt. Ebenso können Einflüsse auf die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen von einem Ziel der Strategie in Richtung Zentralisierung und von einem anderen in Richtung Dezentralisierung wirken. Auch diese Vielfältigkeit von Einflüssen wurde in der statistischen Analyse nicht berücksichtigt.

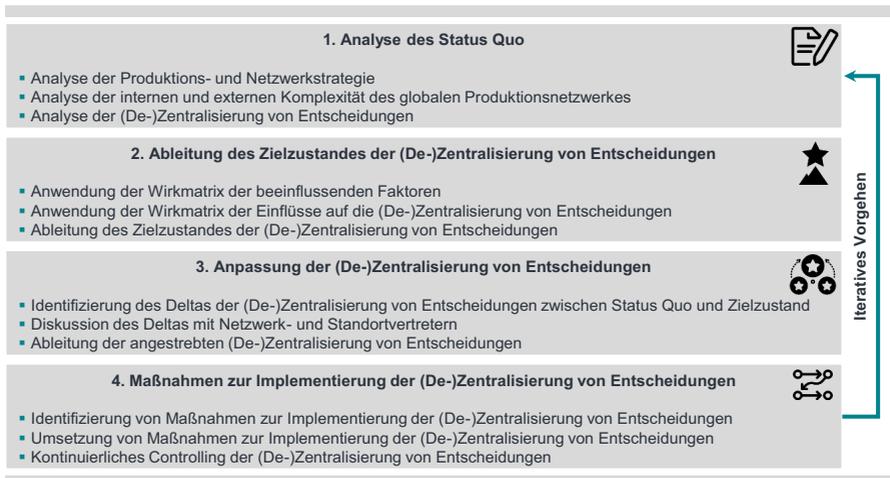
Abschließend werden Belege dafür gefunden, dass die inkludierte Kontrollvariable der Anzahl der Mitarbeiter einen signifikanten, positiven Einfluss auf die Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken hat. Alle aufgestellten Modelle, in denen die Zentralisierung von Entscheidungen die abhängige Variable war, lieferten für die Mitarbeiteranzahl einen signifikanten Zusammenhang ( $p < 0,01$ ). Durch diese Berücksichtigung der Kontrollvariable konnten die aufgestellten multiplen Regressionsmodelle bereinigt werden, da der Einfluss der Kontrollvariable rausgerechnet wird, wodurch eine hohe Güte erzielt wird. Dementsprechend werden Belege dafür gefunden, dass Unternehmen mit vielen Mitarbeitern eher zentralistisch organisiert sind. Dies kann in den hohen Koordinations- und Abstimmungsaufwänden einer erhöhten Mitarbeiteranzahl liegen, welche durch die Zentralisierung von Entscheidungen reduziert wird.

Die Ergebnisse der empirischen Analyse implizieren zudem, dass es noch weitere Treiber für die Ausgestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Pro-

duktionsnetzwerken gibt. Beispielsweise können externe Faktoren, wie z.B. die Einflussfaktoren der globalen Produktion, die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen beeinflussen. Dies kann darin begründet sein, dass lokale Vorgaben aus der Politik mitunter eine Entscheidung eines einzelnen Produktionsstandortes benötigen, wodurch eine hohe Zentralisierung in Richtung Headquarter nicht möglich ist. Andere Faktoren, die die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen beeinflussen können, sind z.B. die Digitalisierung, die Automatisierung oder die Unternehmenskultur.

## 6 Vorgehensmodell

Während der Fokus der letzten Kapitel 5.1 bis 5.5 auf der Erlangung von theoretischem Wissen hinsichtlich der empirisch vorliegenden Wirkzusammenhänge zwischen Strategie, Komplexität, Entscheidungen und Leistungsfähigkeit sowie Netzwerkfähigkeiten lag, forciert dieses Kapitel die Entwicklung eines Vorgehensmodells zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken. Zur Entwicklung des Vorgehensmodells wurde ein analytisch-deduktiver Ansatz genutzt, welcher etablierte Methoden aus der Literatur und dem Stand der Forschung als auch Erkenntnisse der empirischen Wirkzusammenhänge (vgl. Kapitel 5.1-5.5) aufgreift. Das Vorgehensmodell ist an die Methode des vernetzten Denkens angelehnt und orientiert sich an den Schritten der Methode (vgl. Kapitel 2.3.1). Das Vorgehensmodell setzt sich aus vier, iterativ zu durchlaufenden Schritten zusammen (siehe Abbildung 6-1). Diese werden im Folgenden detailliert erläutert.



*Abbildung 6-1: Vorgehensmodell zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken (Eigene Darstellung)*

### 6.1 Analyse des Status Quo

Zur Aufnahme der relevanten Informationen werden im ersten Schritt des Vorgehens Workshops mit unterschiedlichen Funktionen des fokalen Unternehmens durchgeführt.

Es werden die Funktionen Produktion, Supply Chain, Logistik, Einkauf, Distribution und Operations in die Workshops mit einbezogen. Für ein ausgewogenes Bild der relevanten Informationen ist es vonnöten, dass sowohl Netzwerk- als auch Standortverantwortliche an den Workshops teilnehmen. Initial wird das Produktionsnetzwerk des fokalen Unternehmens hinsichtlich seiner Konfiguration analysiert, um die internen Charakteristika des Produktionsnetzwerkes zu verstehen und ein detailliertes Wissen für die Determinierung einer idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen aufbauen zu können. Hierfür werden die betrachteten Produktionsstandorte, die Produkte, die Märkte sowie die Technologien aufgenommen.

### **6.1.1 Analyse der Produktions- und Netzwerkstrategie**

Für die Determinierung einer idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken werden in einem ersten Schritt die Produktions- und die Netzwerkstrategie beschrieben und priorisiert. Dies geschieht anhand der Ziele der beiden Strategien (Friedli & Schuh 2012, S. 195). Es wird sich an den Zielen der Produktions- und Netzwerkstrategie nach Thomas (2015) und Barnes (2008) orientiert. Je nach Ausprägung der Wettbewerbsstrategie wird diesen Zielen unterschiedliche Wichtigkeit beigemessen. Dabei können nicht alle Ziele gleichermaßen von einem Unternehmen priorisiert werden, da Zielkonflikte vorliegen. Entsprechend muss eine Priorisierung erfolgen. Die Priorisierung der Ziele ist hierbei wichtig, um sich erfolgreich am Markt von den Wettbewerbern zu differenzieren. (Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 71 f.) Analog zur Charakterisierung der Strategie in Kapitel 5.1.2 werden diese je nach Wichtigkeit für das betrachtete Unternehmen priorisiert. Hierzu eignet sich das „Market Qualifier- Order Winner“-Konzept nach Hill (2000), siehe Abbildung 6-2. Mit Hilfe dieses Konzeptes werden die jeweiligen Ziele der Produktions- und Netzwerkstrategie als unbedeutend (unimportant: U), marktqualifizierend (market qualifier: MQ), kritisch marktqualifizierend (order-losing sensitive qualifier: SQ) und marktgewinnend (order winner: OW) eingeordnet. Bei der Strategie ist es insbesondere von Wichtigkeit sich auf die marktgewinnenden Faktoren zu fokussieren, um die wichtigsten Faktoren bzw. Ziele einer Strategie zu unterstreichen (Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 73). Es entsteht eine unternehmensspezifische und, je nach Struktur des betrachteten Unternehmens, auch geschäftsbereichsspezifische Gewichtung der Ziele der Produktions- und Netzwerkstrategie, wodurch die strategische Ausrichtung des globalen Produktionsnetzwerks charakterisiert wird. Eine beispielhafte Fokussierung des Ziels „Preis“ zeigt sich

z.B. in der Automobilzuliefererindustrie. Hier werden Aufträge häufig an den günstigsten Zulieferer vergeben, da die Produktqualität und weitere Spezifikationen des Produktes sich nicht zwischen den einzelnen Zulieferern unterscheiden.

Sofern die Produktions- und die Netzwerkstrategie seitens des betrachteten Unternehmens vor dem Durchlaufen des ersten Schrittes des Vorgehensmodells noch nicht definiert waren, kann dieser Schritt ebenso zur initialen Strategieentwicklung genutzt werden.

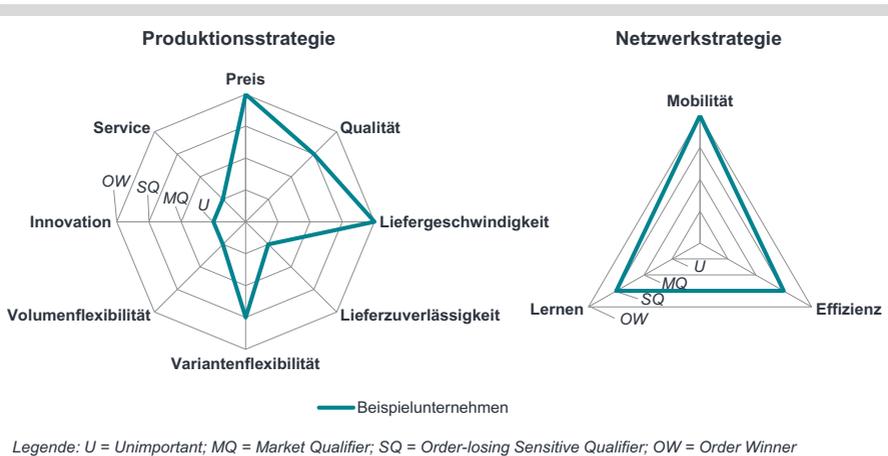


Abbildung 6-2: Exemplarische Priorisierung der Ziele der Produktions- und Netzwerkstrategie (Eigene Darstellung)

### 6.1.2 Analyse der internen und externen Komplexität

Neben der Aufnahme der strategischen Rahmenbedingungen werden auch externe Rahmenbedingungen aus der Netzwerk- oder Unternehmensumwelt betrachtet. Es werden die Elemente des Betrachtungsbereiches der externen Komplexität (vgl. Kapitel 5.1.4) für den aktuellen Zeitpunkt analysiert. Demnach werden Analysen hinsichtlich der Einflüsse seitens der Lieferanten, Kunden und Wettbewerber auf das fokale Unternehmen durchgeführt. Ebenso ist es zielführend, wenn auch zukünftige Entwicklungen dieser Einflüsse in Betracht gezogen werden (Pümpin 1992, S. 103). Darüber hinaus wird die interne Komplexität des betrachteten Produktionsnetzwerks erfasst. Es wird sich an den Elementen des Betrachtungsbereiches der internen Komplexität orientiert (vgl. Kapitel 5.1.4). Dementsprechend werden Analysen hinsichtlich der Komplexität

der Produkte, Technologien, Prozesse sowie des Netzwerkes durchgeführt. Sollten weitere Komplexitätstreiber interner und externer Natur relevant sein, kann das Ursache-Wirkungs-Diagramm, auch bekannt als Ishikawa-Methode, durchgeführt werden, um diese zu identifizieren und klassifizieren (Kamiske 2015, S. 671 ff.). Es sollten alle für das fokale Unternehmen relevanten internen und externen Komplexitätstreiber abgebildet werden. Für die Erfassung der externen und internen Komplexität wird ein an das „Market Qualifier- Order Winner“-Konzept von Hill (2000) (vgl. Kapitel 6.1.1) angelehntes Format (vgl. (Hill 2000)) gewählt, das die Komplexität bzgl. ihres Einflusses auf das fokale Unternehmen bzw. Produktionsnetzwerk charakterisiert (vgl. Abbildung 6-3). Es wird zwischen den Ausprägungen *Kein Einfluss* (KE), *Wenig Einfluss* (WE), *Moderater Einfluss* (ME) und *Starker Einfluss* (SE) unterschieden.

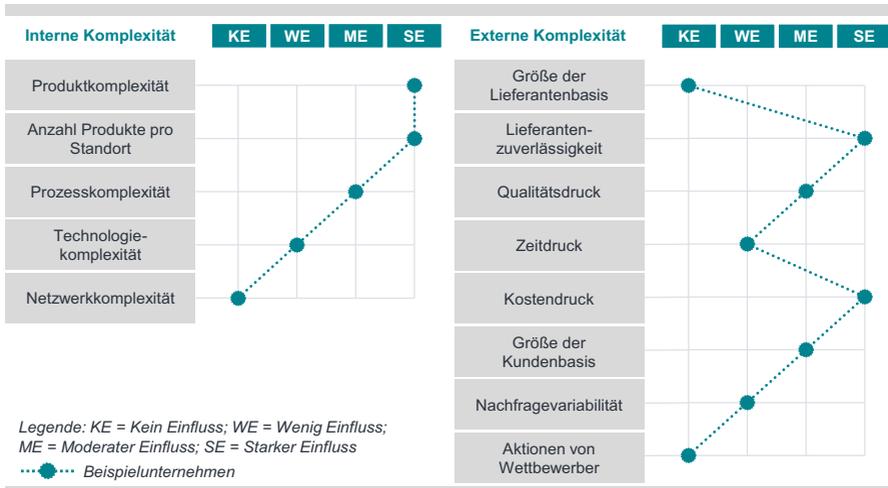


Abbildung 6-3: Exemplarische Priorisierung der internen und externen Komplexität (Eigene Darstellung)

### 6.1.3 Analyse der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Äquivalent zur Aufnahme der Strategie und der Komplexität wird auch die aktuelle Entscheidungsverteilung zwischen zentraler Instanz, z.B. dem Produktionsnetzwerk oder dem Leitwerk, und dem einzelnen untergeordneten Produktionsstandort aufgenommen. Diese Analyse ermöglicht Transparenz und schafft ein Verständnis des Managements des Produktionsnetzwerkes für das jeweilige Unternehmen. Hierbei werden die

spezifischen Gegebenheiten des fokalen Produktionsnetzwerkes beachtet. Dies bedeutet, dass das betrachtete Produktionsnetzwerk z.B. eine Business Unit, ein Produktionsnetzwerk für eine spezifische Produktgruppe o.Ä. eines Unternehmens, darstellen kann. Die analysierten Entscheidungen sind dem Betrachtungsbereich der Entscheidungen (vgl. Kapitel 5.1.5) zu entnehmen. Die Ausprägungen der einzelnen Entscheidungen rangieren zwischen den beiden Extrema „vollständige Entscheidung durch den Produktionsstandort“ und „vollständige Entscheidung durch die zentrale Instanz“ (vgl. Abbildung 6-4). Zwischen den Extrema liegen Abstufungen vor, die eine Kooperation zwischen den beiden Instanzen darstellen.

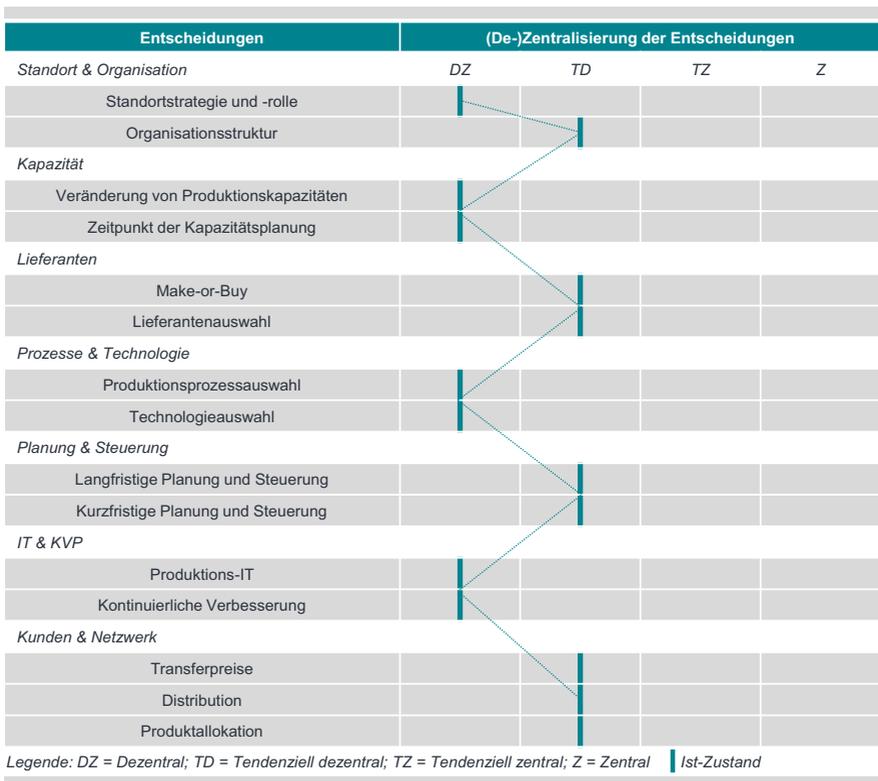


Abbildung 6-4: Exemplarische Ausprägungen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)

## 6.2 Ableitung des Zielzustandes der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Der zweite Schritt des Vorgehensmodells zielt auf die Ableitung eines Zielzustandes der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken ab. Die identifizierten empirischen Wirkzusammenhänge (vgl. Kapitel 5.1-5.5) werden genutzt, durch Methoden zur unternehmensspezifischen Ableitung von Wirkzusammenhängen zwischen den Betrachtungsbereichen Strategie, Komplexität und Entscheidungen ergänzt und in Form von Analysemodellen zusammengefasst. Der Betrachtungsbereich Leistungsfähigkeit wird für die Ableitung eines Zielzustandes der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen nicht weiter betrachtet, da der Betrachtungsbereich nicht als Input in die Ableitung des Zielzustandes eingeht. Damit soll eine möglichst umfassende, auf die spezifischen Rahmenbedingungen eines Unternehmens angepasste Vorgehensweise erreicht werden. Zuletzt wird die ideale (De-)Zentralisierung von Entscheidungen als Zielzustand abgeleitet.

### 6.2.1 Wirkmatrizen

Mit Hilfe der Wirkmatrizen ist es möglich, die Beziehungen bzw. Wirkzusammenhänge zwischen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen sowie den beeinflussenden Faktoren aus der Strategie und der Komplexität herzustellen bzw. zu ermitteln. Aus der vorangegangenen Analyse der empirischen Wirkzusammenhänge wird ersichtlich, dass Wirkzusammenhänge empirisch belegbar sind und generell vorliegen. Es lassen sich empirisch allerdings nur wenige Wirkzusammenhänge belegen, da das Zusammenspiel der drei Betrachtungsebenen wohl noch komplexer ist als angenommen. Nichtsdestotrotz sollte die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken an die beeinflussenden Faktoren aus Strategie und Komplexität angepasst werden, um leistungsfähig zu sein (vgl. Kapitel 5.2.5). Identifizierte empirische Wirkzusammenhänge werden demnach durch Expertenwissen und Zusammenhänge aus der Literatur ergänzt, wodurch eine umfassende Beziehungsübersicht möglich wird. Darüber hinaus ist es mit Hilfe der Beziehungen möglich, eine Analyse der einzelnen Entscheidungen auf Einzelentscheidungsebene durchzuführen, wohingegen die empirische Analyse die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen auf einer übergeordneten Ebene betrachtet hat. Die Analyse auf Einzelentscheidungsebene ist insofern sinnvoll, als dass einzelne Entscheidungen trotz einer generellen Tendenz zur Zentralisierung bzw. Dezentralisierung unterschiedlich allokiert sein können (siehe Kapitel

5.4.1). Die durchschnittliche Allokation von strategischen Entscheidungen ist beispielsweise zentraler als die von operativen Entscheidungen (vgl. Hypothese H1a sowie Kapitel 5.5.1).

In einem ersten Schritt werden die Beziehungen zwischen den beeinflussenden Faktoren, also der Strategie und der Komplexität, untereinander ermittelt. Die Beziehungen werden mit Hilfe einer ersten Wirkmatrix dargestellt. Somit wird sichergestellt, dass die Randbedingungen des globalen Produktionsnetzwerkes umfassend dargestellt werden. Beziehungen zwischen den beeinflussenden Faktoren verdeutlichen die Abhängigkeit und Wichtigkeit der einzelnen Faktoren für die Bestimmung einer idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen (vgl. Kapitel 5.5.6). Es wird ein Vorgehen basierend auf Wirkmatrizen (vgl. Kapitel 2.3.1) gewählt. Dieses Vorgehen stellt eine in der Praxis etablierte Methode dar, um Beziehungen sowie zugehörige Intensitäten zu ermitteln und darzustellen. Hierzu werden in beiden Dimensionen die relevanten Faktoren aufgetragen, die Beziehungen zwischen den Faktoren werden durch Intensitäten zwischen -3 und +3 verdeutlicht. Während -3 eine abschwächende Beziehung symbolisiert, beschreibt die Zahl +3 eine stark positive Beziehung. Die Zahl 0 steht entsprechend für keine Beziehung zwischen den Faktoren. Es sind lediglich diejenigen Wirkzusammenhänge zu analysieren, die einen starken Einfluss auf das globale Produktionsnetzwerk haben. Die Wirkmatrix stellt das Ergebnis der unternehmensspezifischen Expertenworkshops im Rahmen des Konsortialbenchmarkings dar (vgl. Kapitel 5.1.1). Die Ergebnisse sind für den jeweiligen Anwendungsfall zu prüfen und ggf. anzupassen. Die erste Wirkmatrix findet sich in Tabelle 6-1. Eine Visualisierung der Abhängigkeiten der einzelnen Faktoren findet sich in Anhang A10.

Kernergebnis der ersten Wirkmatrix ist, dass vielfältige Wirkbeziehungen innerhalb der internen und externen Komplexität vorliegen. Darüber hinaus liegen ebenso Beziehungen zwischen der externen Komplexität und der Strategie vor, wie bereits in Kapitel 5.4.4 gezeigt. Allerdings wirken sich die Ziele der Strategie auch implizit auf die Komplexität aus, was die „structure follows strategy“-Theorie unterstützt (vgl. Hall & Saias (1980)). Diese und weitere Zusammenhänge müssen im jeweiligen Anwendungsfall berücksichtigt und ggf. geprüft werden. Nicht berücksichtigt werden die Einflüsse von den Zielen der Strategie auf die Komplexität und die Ziele der Strategie selber. Diese wurden in Workshops ermittelt und werden der Vollständigkeit der Tabelle halber dennoch dargestellt.

Einfluss von ... auf		Komplexität														Strategie										Einflussnahme	
		Produktkomplexität	Anzahl Produkte pro Standort	Prozesskomplexität	Technologiekomplexität	Netzwerkkomplexität	Interne Komplexität (gesamt)	Größe Kundenbasis	Größe Lieferantenbasis	Lieferanzuverlässigkeit	Wettbewerber	Zeitdruck	Kostendruck	Qualitätsdruck	Externe Komplexität (gesamt)	Preis	Qualität	Liefargeschwindigkeit	Lieferzuverlässigkeit	Variantenflexibilität	Volumenflexibilität	Innovation	Service	Mobilität	Effizienz		Lernen
Komplexität	Produktkomplexität	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
	Anzahl Produkte pro Standort	0	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
	Prozesskomplexität	1	3	3	3	3	0	1	3	1	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	Technologiekomplexität	1	3	3	3	3	0	0	1	0	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
	Netzwerkkomplexität	1	3	1	0	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	Interne Komplexität (gesamt)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
	Größe Kundenbasis	3	3	0	1	3	3	1	0	1	1	1	1	1	3	3	1	3	3	3	3	0	-3	3	3	3	40
	Größe Lieferantenbasis	1	1	1	1	3	3	1	3	1	3	3	3	3	3	1	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	34
	Lieferanzuverlässigkeit	1	1	1	0	1	3	3	0	0	0	0	0	3	1	1	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	24
	Wettbewerber	1	1	1	3	3	3	1	1	0	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	57
	Zeitdruck	1	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	59
	Kostendruck	1	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	3	3	3	-3	1	3	0	3	3	-3	1	3	3	3	46
	Qualitätsdruck	1	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	0	0	3	0	1	0	47
	Externe Komplexität (gesamt)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	69
Strategie	Preis	-3	0	-3	1	3	-1	0	3	3	3	1	1	1	1	-3	0	0	0	3	0	-3	0	3	0	10	
	Qualität	3	0	3	3	1	3	3	3	3	3	1	1	1	1	-3	1	1	3	1	3	3	0	1	1	40	
	Liefargeschwindigkeit	0	3	0	0	3	3	3	1	1	3	3	3	3	1	1	3	0	1	0	3	3	3	3	3	3	44
	Lieferzuverlässigkeit	0	3	0	0	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	0	1	0	3	3	3	1	0	32	
	Variantenflexibilität	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	34	
	Volumenflexibilität	0	3	3	3	3	3	1	0	0	3	3	0	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	3	3	1	37
	Innovation	3	3	3	3	0	3	0	0	3	0	0	3	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
	Service	0	3	3	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	21
	Mobilität	0	3	3	3	3	3	0	0	0	1	3	1	1	1	1	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	38
	Effizienz	-3	-3	3	3	3	1	1	1	0	0	1	3	1	3	1	3	3	3	0	3	0	0	0	0	1	26
Lernen	3	3	3	3	3	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	25	
<b>Beeinflussbarkeit</b>		24	54	49	54	62	66	45	44	27	37	43	47	43	51	23	17	33	39	19	27	16	13	21	25	24	

Legende: -3: negativer Einfluss, -1: schwach negativer Einfluss, 0: kein Einfluss, 1: schwach positiver Einfluss, 3: positiver Einfluss  
**Zahl fett markiert:** Empirisch belegt, **Zahl unterstrichen:** Literaturanalyse, Zahl ohne Markierung: Expertenworkshops

Tabelle 6-1: Wirkmatrix der beeinflussenden Faktoren

Die zweite Wirkmatrix, die für die Bestimmung einer idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen notwendig ist, verknüpft die beeinflussenden Faktoren mit den einzelnen Entscheidungen. Bei der Entwicklung der Wirkmatrix sind die empirischen Wirkzusammenhänge zwischen den beeinflussenden Faktoren und den Entscheidungen zu berücksichtigen. Auch in der zweiten Wirkmatrix wird das gleiche Vorgehen wie bei der Wirkmatrix der beeinflussenden Faktoren verwendet. In der einen Dimension werden die Entscheidungen aufgetragen, in der anderen Dimension die beeinflussenden Faktoren aus Strategie und Komplexität aufgetragen werden. Die Intensität der Beziehungen wird erneut im stark positiven Fall in Richtung Zentralisierung mit +3 und im stark negativen Fall in Richtung Dezentralisierung mit -3, dargestellt. Die zweite Wirkmatrix ist in Tabelle 6-2 zu finden.

Einfluss von ... auf		Zentralisierung von Entscheidungen															
		Gewichtung	Standortrolle & -strategie	Organisationsstruktur des Standorts	Veränderung von Produktionskapazitäten	Zeitpunkt der Kapazitätsplanung	Produktions-IT-Entscheidungen	Make-or-Buy-Entscheidungen	Produktallokationen	Lieferantenauswahl	Transferpreise	Produktionsprozessauswahl	Technologieauswahl	Kontinuierliche Verbesserung	Langfristige Planung und Steuerung	Kurzfristige Planung und Steuerung	Distributionsentscheidungen
Komplexität	Produktkomplexität	1	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Anzahl Produkte pro Standort	1	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Prozesskomplexität	1	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Technologiekomplexität	1	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Netzwerkkomplexität	1	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Interne Komplexität (gesamt)	1	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Größe Kundenbasis	1	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Größe Lieferantenbasis	1	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Lieferantenzuverlässigkeit	1	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Wettbewerber	1	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Zeitdruck	1	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Kostendruck	1	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Qualitätsdruck	1	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
Externe Komplexität (gesamt)	1	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3	
Strategie	Preis	1	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3
	Qualität	1	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3
	Liefargeschwindigkeit	1	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Lieferzuverlässigkeit	1	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Variantenflexibilität	1	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Volumenflexibilität	1	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Innovation	1	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Service	1	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Mobilität	1	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3
	Effizienz	1	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3
Lernen	1	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	
<b>Zentralisierungsindikator</b>			0	0	3	3	0	-3	-3	3	0	3	3	3	3	3	3

Legende: -3: Tendenz Dezentralisierung, 0: Kein Einfluss, 3: Tendenz Zentralisierung  
**Zahl fett markiert:** Empirisch belegt, Zahl unterstrichen: Literaturanalyse, Zahl ohne Markierung: Expertenworkshops

Tabelle 6-2: Wirkmatrix der Einflüsse auf die Zentralisierung von Entscheidungen

Die entwickelten Wirkmatrizen enthalten umfassenden Beziehungen zwischen den Betrachtungsebenen Strategie, Komplexität und Entscheidungen. Es kann allerdings kein Anspruch auf Vollständigkeit gewährleistet werden. Die Bewertung der Wirkzusammenhänge bzw. Beziehungen wurde auf Basis von Expertenwissen und Literatur sowie der Ergebnisse der empirischen Studie (vgl. Kapitel 5) durchgeführt. Die Wirkzusammenhänge sind unternehmensspezifisch zu prüfen, anzupassen und mitunter zu ergänzen. (Maue 2015, S. 181 f.) Zur unternehmensspezifischen Individualisierung eignen sich die Kausal-Netz-Analyse, die Ishikawa-Methode (Kamiske 2015, S. 271 ff.), das heuristische Screening (Mayers 1997, S. 45 ff.) oder das Relationendiagramm (Bünting 2013, S. 40 ff.).

### 6.2.2 Ableitung der idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Nach der Analyse der Beziehungen zwischen der Strategie, der Komplexität und den Entscheidungen erfolgt die Ableitung der idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen.

Die Ergebnisse der Beziehungen müssen vom Unternehmen analysiert und interpretiert werden. Hierzu werden die einzelnen Entscheidungen hinsichtlich ihrer Einflüsse bzgl. der Richtung der (De-)Zentralisierung aus der Komplexität und der Strategie betrachtet. Unternehmen priorisieren die Gesamtheit der Einflussfaktoren aus Strategie und Komplexität, sodass nur die relevanten Einflüsse in die Allokation der Entscheidungen miteinbezogen werden. So ergeben sich Tendenzen für einzelne Entscheidungen hinsichtlich ihrer Zentralisierung oder Dezentralisierung. Entscheidungen, die eine klare Tendenz in Richtung Zentralisierung oder Dezentralisierung aufzeigen, sollten entsprechend ausgestaltet werden. Entscheidungen, die keine klare Tendenz aufzeigen, sollten der Tendenz der Mehrheit der Entscheidungen folgen, da Entscheidungen häufig ganzheitlich zentral oder dezentral allokiert werden (vgl. Kapitel 5.5.1). Diese Entscheidungen sollten im nächsten Schritt individuell diskutiert werden. Der Zentralisierungsindikator (siehe Tabelle 6-2) hilft, die Tendenz der Entscheidungen zu bestimmen. Dieser ist die Summe der gewichteten Einflussfaktoren ( $g_i$ ) aus der Komplexität und der Strategie multipliziert mit dem Einfluss auf die Zentralisierung von Entscheidungen ( $e_{i,j}$ ). Nach folgendem Schema wird der Zentralisierungsindikator  $ZI_j$  für jede Entscheidung  $j$  berechnet:

$$ZI_j = \sum_i e_{i,j} * g_i, \quad \forall j$$

6-1

Ein positiver Zentralisierungsindikator weist auf eine Tendenz zur Zentralisierung hin, ein negativer Zentralisierungsindikator zeigt eine Tendenz zur Dezentralisierung. Der Gewichtungsfaktor ist unternehmensindividuell festzulegen. Durch Expertenworkshops wurden Gewichtungen von „1“ für Komplexitätsfaktoren mit starkem Einfluss, „1“ für wichtige strategische Ziele (SQ) sowie „2“ für Order-Winner-Ziele (OW) festgelegt. Alle anderen Komplexitätsfaktoren sowie strategischen Ziele werden für die Zentralisierung von Entscheidungen nachrangig betrachtet bzw. mit „0“ gewichtet.

Entscheidungen, nicht durch die Einflussfaktoren beeinflusst werden, sollten ebenso individuell diskutiert werden, da keine bevorzugte Allokation erkennbar ist. Demnach ist die Allokation nicht strategie- und komplexitätsabhängig. Das Ergebnis der Ableitung des idealen bzw. des Zielzustandes der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen ist eine Empfehlung bzgl. der Allokation jeder einzelnen betrachteten Entscheidung basierend auf den Wirkeinflüssen aus der Strategie und der Komplexität. Das folgende Ablaufdiagramm in Abbildung 6-5 visualisiert die Ableitung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen.

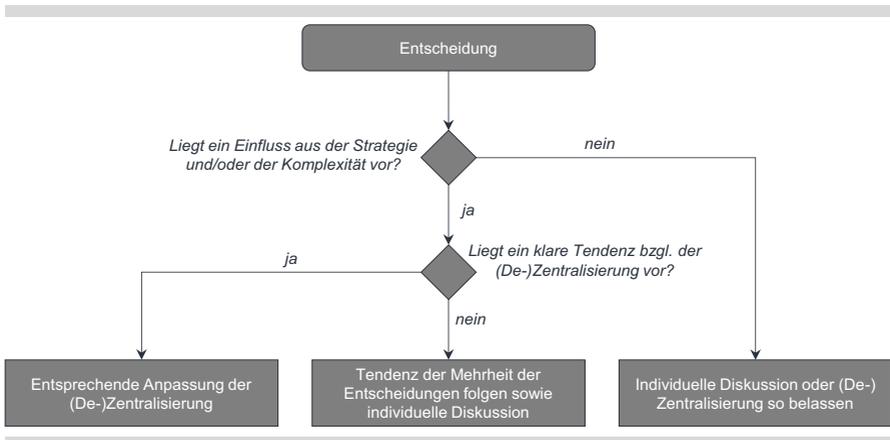


Abbildung 6-5: Ablaufdiagramm zur Ableitung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)

### 6.3 Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Nachdem die ideale (De-)Zentralisierung von Entscheidungen identifiziert wurde, erfolgt nun der Vergleich dieser mit der aktuellen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen (vgl. Abbildung 6-6). Entscheidungen, bei denen kein Unterschied zwischen dem aktuellen und dem idealen Zustand vorliegt, werden nicht weiter betrachtet, da diese schon ideal allokiert sind. Entscheidungen, bei denen ein Unterschied vorliegt, werden entsprechend des idealen Zustandes angepasst. Hierzu ist es notwendig, dass z.B. in Workshops sowohl Netzwerk- als auch Standortvertreter bei der Anpassung involviert werden, sodass die Empfehlung aus dem Schritt der Ableitung des Zielzustandes der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen unternehmensindividuell ausgestaltet werden kann. So kann die strategieorientierte, top-down Sichtweise eines Netzwerkmanagers als auch eine bottom-up Sichtweise, z.B. eines Werkleiters, integriert betrachtet und den individuellen Randbedingungen des Unternehmens Rechnung getragen werden (Kim, Sting & Loch 2014, S. 462 f.; Mengel 2017, S. 123). Das Managementurteil (engl. management judgement) eines Unternehmens findet hier Anwendung. So können Aspekte wie beispielsweise die Unternehmenskultur, die Rechtsformen der einzelnen Standorte, die Center-Struktur oder weitere individuelle Rahmenbedingungen eines Unternehmens bzw. Produktionsnetzwerks integriert werden.

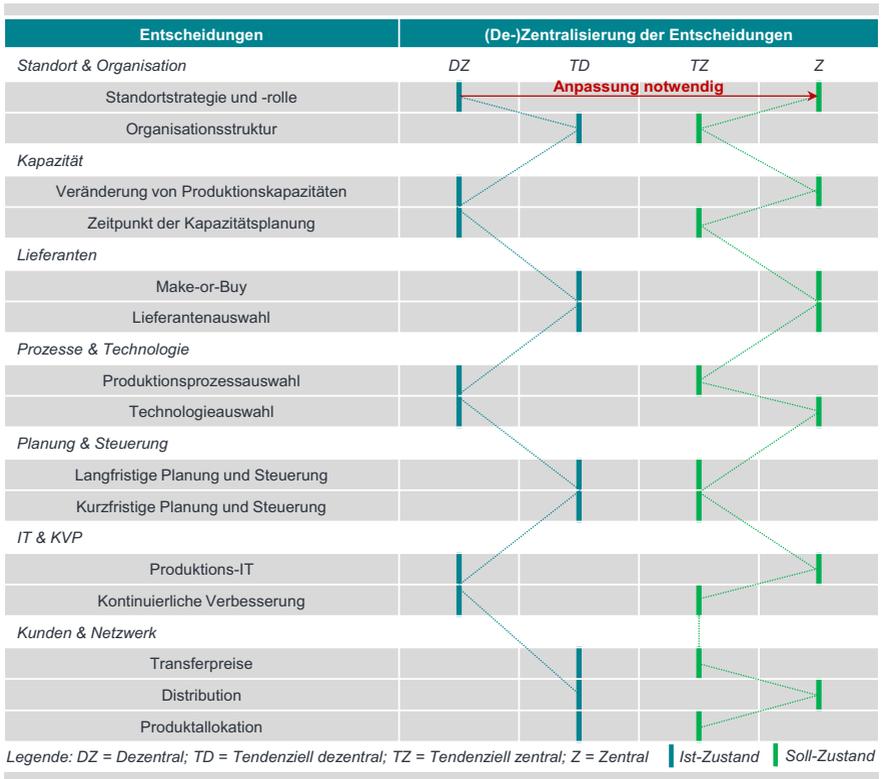


Abbildung 6-6: Darstellung des Ist-Soll-Vergleichs bzgl. der Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)

### 6.4 Maßnahmen zur Implementierung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Der letzte Schritt des Vorgehensmodells zur Bestimmung und Umsetzung bzw. Gestaltung einer idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken fokussiert die Formulierung und Implementierung von Maßnahmen zur Anpassung sowie das regelmäßige Controlling der idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen.

### 6.4.1 Maßnahmen zur Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Maßnahmen zur Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken sollten an den jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden. Grundlegend wird für die Maßnahmen eine allgemeine Struktur angestrebt (siehe Tabelle 6-3). Jede Maßnahme betrifft mindestens eine Entscheidung an, die sie in ihrer (De-)Zentralisierung ändert. Ebenso bieten verschiedene Digitalisierungsmaßnahmen ein Potential, die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen bzw. die Vernetzung im Produktionsnetzwerk zu unterstützen. Diese sollten in den Maßnahmen betrachtet werden. Darüber hinaus werden Verantwortliche auf Netzwerk- und Standortebene identifiziert und ein Zeithorizont zur Umsetzung definiert.

Entscheidung	Ziel (De-)Zentralisierung	Maßnahme	Digitalisierungspotential	Verantwortlichkeiten	Zeithorizont
Lieferantenauswahl	Dezentral	Aufbau von Kompetenz am Standort Ungarn	-	Zentrales Lieferantemanagement, Werkleiter	Q4 2022
...	...	...	...	...	...

*Tabelle 6-3: Maßnahmenbeschreibung zur Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)*

### 6.4.2 Kontinuierliches Controlling der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Die Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen im globalen Produktionsnetzwerk bedarf eines längeren Prozesses, da Strukturen angepasst, Systeme aufgebaut und Mitarbeiter bzw. Standorte hinsichtlich ihrer Fähigkeiten entwickelt werden müssen. Dies hat zur Folge, dass eine eventuell zu Anfang der Maßnahmendefinition ideale (De-)Zentralisierung von Entscheidungen nach der Umsetzung der Maßnahmen nicht mehr ideal ist, da sich Randbedingungen aus der Strategie oder der Komplexität geändert haben. Dementsprechend sollte die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen im globalen Produktionsnetzwerk kontinuierlich geprüft werden, sodass eine strategie- und komplexitätsorientierte Gestaltung eben dieser stets gewährleistet werden kann.

## **7 Erprobung des Vorgehens**

Das Vorgehen zur Bestimmung einer idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken wird auf reale, globale Produktionsnetzwerke angewendet, um die Funktionsweise des Vorgehens als auch die Praxistauglichkeit zu verdeutlichen. Die Erprobung ist zweigeteilt. In einem ersten Anwendungsfall (vgl. Kapitel 7.1) wird das Vorgehen bei einem Elektronikhersteller eingesetzt. Im zweiten Anwendungsfall (vgl. Kapitel 7.2) erfolgt die Erprobung bei einem Unternehmen der Automobilzuliefererindustrie.

### **7.1 Anwendung bei einem Elektronikhersteller**

#### **7.1.1 Vorstellung des Anwendungsfalls**

Die industrielle Erprobung des Lösungsansatzes erfolgt anhand zweier Produktionsnetzwerke (Business Units) eines Elektronikherstellers aus Deutschland, der im Folgenden Elektronik AG genannt wird. Das Produktportfolio der Elektronik AG reicht von Sensoren bis hin zu Systemlösungen in unterschiedlichen Geschäftsfeldern. Der Umsatz betrug in 2020 ca. 2 Mrd. €. Über 10.000 Mitarbeiter sind bei der Elektronik AG beschäftigt. Die Elektronik AG betreibt 50 Standorte, wovon 15 Produktionsstandorte sind. Diese sind in den Ländern Deutschland, USA, China, Malaysia und Ungarn allokiert.

Die Elektronik AG eignet sich aus drei Gründen für eine Erprobung der Methodik zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken. Zum einen hat in den vergangenen Jahren ein Strategieprozess, der in einer neuen Unternehmensstrategie gipfelte, stattgefunden. Diese soll im globalen Produktionsnetzwerk der Elektronik AG über die verschiedenen Business Units hinweg umgesetzt werden. Dementsprechend sollen die Strukturen, die Hoheit über Entscheidungen sowie Prozesse im Produktionsnetzwerk bzgl. der Strategieerfüllung überprüft werden. Zweitens stellt die Elektronik AG ein repräsentatives Beispiel eines deutschen Elektronikherstellers dar, wodurch Herausforderungen und Potentiale der Elektronik AG auf eine Vielzahl von produzierenden Unternehmen übertragen werden können. Letztlich ist das Management der Elektronik AG dazu bereit die Methodik bzw. das Vorgehensmodell im Unternehmen exemplarisch zu erproben.

Die Elektronik AG verspricht sich von der Anwendung der Methodik, dass die aktuellen Strukturen und Prozesse hinsichtlich ihrer Strategieerfüllung überprüft werden. Darüber

hinaus ist die Elektronik AG daran interessiert, wie die Entscheidungsverteilung strategische Ziele unterstützen und den Umgang mit Komplexität erleichtern kann. Ebenso von Interesse ist ein gesamtheitliches Verständnis zwischen den drei Ebenen globaler Produktionsnetzwerke, also der Produktionsstrategie, dem Netzwerk-Footprint und dem Netzwerk-Management.

Charakteristika	USA	China	Malaysia	Ungarn	Deutschland
Anzahl Mitarbeiter	300	250	200	600	700
Produktionsprinzip	MTS, MTO, ETO	MTS, MTO, ETO		MTS, MTO, ETO	MTS, MTO, ETO
<b>Business Unit Zugehörigkeit</b>					
BU 1	X		X	X	X
BU 2	X	X			X
<b>Funktionen vor Ort</b>					
Logistik	X	X			X
Engineering	X	X	X	X	X
Forschung & Entwicklung	X		X		X
Produktion	X	X	X	X	X
Vertrieb	X	X		X	X
Einkauf	X	X	X	X	X
Qualität	X	X	X	X	X
<b>Kompetenzen</b>					
Elektronikfertigung				X	X
Mechanische Fertigung				X	X
Optische Fertigung					X
Endmontage	X	X	X	X	X
Baugruppenfertigung			X	X	X
Betriebsmittelbau	X		X	X	X
<b>Bediente Märkte</b>					
Amerika	x		X	X	X
Asien (ohne China)			X	X	X
China		X		X	X
Europa				X	X

*Tabelle 7-1: Produktionsstandorte der Elektronik AG mit Bezug zu den im Fokus stehenden Business Units*

Im Fokus der Analyse stehen fünf Produktionsstandorte der Elektronik AG (vgl. Tabelle 7-1). Diese sind in den Ländern Deutschland, Ungarn, USA, Malaysia und China allokiert. Die Standorte der Länder China und Deutschland werden als jeweils ein Standort aufgefasst, da diese eng miteinander vernetzt und quasi als ein Standort gemanagt

werden. In Tabelle 7-1 werden charakteristische Merkmale wie die Anzahl der Mitarbeiter, das vorherrschende Produktionsprinzip, die Funktionen am Standort, die Kompetenzen, die Business Unit Zugehörigkeit sowie die bedienten Märkte der Produktionsstandorte dargestellt.

Im Folgenden werden die vier Schritte des Vorgehensmodells (vgl. Kapitel 6) exemplarisch anhand der zwei im Fokus stehenden Produktionsnetzwerke durchlaufen. Es werden die Business Unit 1 (BU 1), welche einfache Sensoren produziert, und die Business Unit 2 (BU 2), die komplexe Sensorsysteme herstellt, unterschieden.

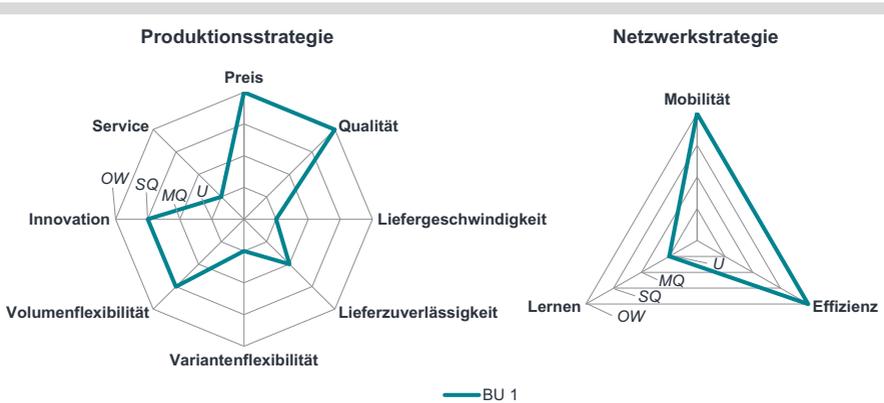
### **7.1.2 Analyse des Status Quo**

#### **BU 1 – einfache Sensoren**

##### *Analyse der Produktions- und Netzwerkstrategie*

Die BU 1 ist gekennzeichnet durch ein starkes Wettbewerberumfeld und einen hohen Preisdruck. Dementsprechend relevant ist eine Fokussierung auf den Differenzierungsfaktor Preis bzw. Kosten, um sich am Markt behaupten zu können (vgl. Abbildung 7-1). Ebenso relevant ist das Thema Qualität, welches für die Elektronik AG ein weiterer Differenzierungsfaktor ist. Die Qualität wird allerdings als Voraussetzung für einen erfolgreichen Marktauftritt und nicht zur Differenzierung bzgl. der Wettbewerber gesehen. Die Liefergeschwindigkeit sowie die Variantenflexibilität sind unbedeutend für die Differenzierung bzgl. der Wettbewerber. Die Kunden erwarten eine kurze Lieferzeit, die durch alle Wettbewerber gegeben ist. Darüber hinaus ist das Produktportfolio nicht komplex. Die Lieferzuverlässigkeit wird als marktqualifizierend (MQ) eingeschätzt, da diese gegeben sein muss, um mit den Wettbewerbern überhaupt zu konkurrieren. Von Relevanz ist zudem eine hohe Volumenflexibilität, da die Kunden der BU 1 Lose zwischen 1 und 5.000 Produkten bestellen. Die BU 1 kann diesen hohen Volumenunterschieden durch verschiedene Schichtmodelle und weitere kapazitive Anpassungen begegnen. Um erfolgreich auch neue Produktgenerationen am Markt absetzen zu können, spielt das Ziel Innovation eine ebenso relevante Rolle. Durch neue Sensorarten und die Verknüpfung verschiedener Sensorprinzipien erfindet sich die Elektronik AG und damit auch die BU 1 immer wieder neu und kann so neuartige Anwendungsfälle für die verschiedenen Sensoren realisieren. Entsprechend der Wichtigkeit der unterschiedlichen Differenzierungsfaktoren ist die BU 1 dem Produktionsstrategie-Idealtypen

„Preiskämpfer“ zuzuordnen, der sich durch ein exzellentes Preis-Qualitäts-Niveau auszeichnet und dennoch durch fortlaufende Innovationen eine hohe Zukunftsorientierung aufweist (Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 77 f.).



Legende: U = Unimportant; MQ = Market Qualifier; SQ = Order-losing Sensitive Qualifier; OW = Order Winner

Abbildung 7-1: Priorisierung der Ziele der Produktions- und Netzwerkstrategie für die BU 1 (Eigene Darstellung)

Die Netzwerkstrategie der BU 1 strebt den Zugang zu Märkten an. Dies wird durch die verschiedenen Produktionsstandorte in den drei relevanten Märkten (Amerika, Europa und Asien) erreicht. In jedem dieser Märkte liegt mindestens ein Endmontagestandort vor, der die jeweiligen lokalen Märkte beliefern kann. Da der Fokus des ersten Schritts des Vorgehensmodells auf den koordinationsrelevanten Netzwerkstrategiezielen liegt, wird der „Zugang zu Märkten“ nicht weiter verfolgt. Ebenso charakteristisch ist das Streben nach Effizienz bzw. Skalen- und Verbundeffekten. Diese werden fokussiert, um sowohl dem hohen Kostendruck als auch den Nachfrageschwankungen gerecht zu werden. Darüber hinaus ist das Produktportfolio relativ homogen, wodurch Verbundeffekte überhaupt erst realisiert werden können. Das Netzwerkstrategieziel Lernen wird nicht priorisiert, da es sich um etablierte Produkte mit stabilen Prozessen handelt. Zusätzlich wird eine hohe Mobilität von Ressourcen und Aufträgen in der BU 1 angestrebt. Hier sehen die Manager der Elektronik AG den größten Nutzen in der Weiterentwicklung des Produktionsnetzwerks, da auch hierdurch Nachfrageschwankungen besser begegnet werden kann. Entsprechend ist es das Ziel der BU 1, den Netzwerkstrategie-

Idealtyp „Globale Effizienz“ zu erreichen, um standortübergreifend sowohl Skalen- und Verbundeffekte als auch Synergien realisieren zu können.

*Analyse der internen und externen Komplexität*

Im Rahmen der Komplexitätsanalyse wurden vor allem externe Komplexitätsarten als besonders relevant für die BU 1 der Elektronik AG eingeschätzt (vgl. Abbildung 7-2). Ein großer Einfluss wird von den Wettbewerbern auf das fokale Produktionsnetzwerk ausgeübt. Der Markt, in dem die BU 1 zugegen ist, ist stark umkämpft. Viele neue Wettbewerber aus Asien streben eine hohe Marktmacht an und können mit niedrigen Preisen Aufträge gewinnen. Dementsprechend hoch sind ebenso der Kosten- als auch der Zeitdruck für die BU 1. Dies spiegelt sich, wie bereits beschrieben, auch in der Strategie wider. Die interne Komplexität wird aufgrund des Produktportfolios als gering eingeschätzt.

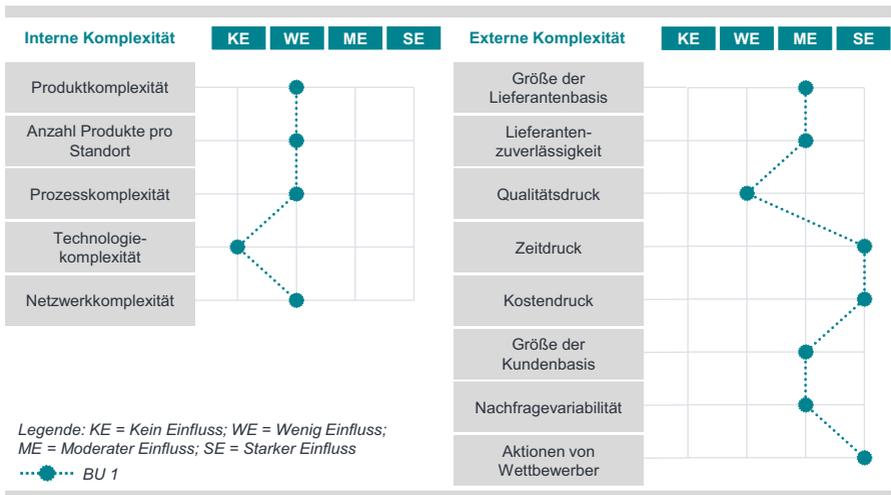


Abbildung 7-2: Einfluss unterschiedlicher Komplexitätsarten auf die BU 1 (Eigene Darstellung)

*Aktuelle (De-)Zentralisierung von Entscheidungen*

Die Elektronik AG unterscheidet in der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen nicht zwischen den einzelnen Business Units (vgl. Abbildung 7-3). Es gibt eine einheitliche Verteilung von Entscheidungsautonomie für alle Business Units. Die aktuelle (De-)Zent-

ralisierung von Entscheidungen ist in den BUs 1 und 2 der Elektronik AG divers ausgeprägt. Es liegt keine klare Zentralisierung bzw. Dezentralisierung für alle Entscheidungen vor. Ferner sind zwischen den einzelnen Entscheidungen Unterschiede zu erkennen.

Tendenziell strategische Entscheidungen wie die Standortrolle und -strategie, IT-Entscheidungen, Make-or-buy, Produktallokationen, Lieferantenauswahl, Transferpreise, Lieferantenauswahl und der Zeitpunkt der Kapazitätsplanung sind in zentralen Instanzen allokiert. Die Organisationsstruktur, Veränderung von Kapazitäten, Prozess- und Technologieauswahl, KVPs sowie lang- und kurzfristige Planung und Steuerung sind eher dezentral allokiert. Eine tendenziell dezentrale Allokation (TD) bedeutet im Anwendungszusammenhang, dass es Abstimmungen zwischen den zentralen und dezentralen Instanzen bzgl. der relevanten Entscheidung gibt, die finale Entscheidung jedoch bei der dezentralen Instanz liegt. Zentrale Instanzen werden durch Technologiecenter oder durch zentrale Funktionen wie Operations und Logistik realisiert. Diese sind in der Unternehmenszentrale in Deutschland ansässig. Dezentrale Instanzen sind die einzelnen Produktionsstandorte der Elektronik AG.

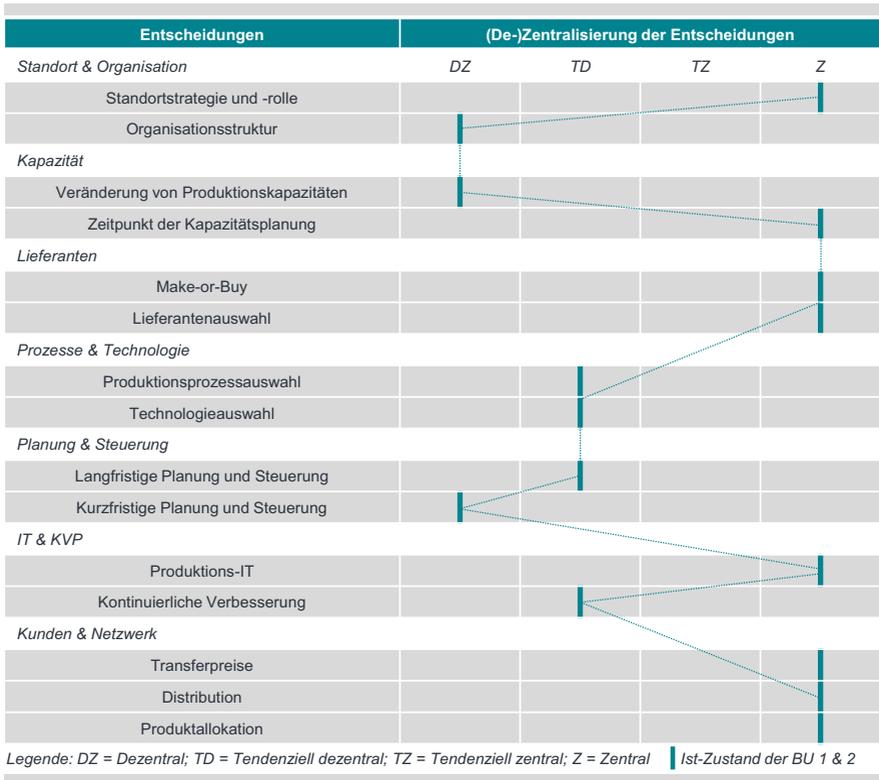


Abbildung 7-3: Aktuelle (De-)Zentralisierung von Entscheidungen der BU 1 und BU 2 (Eigene Darstellung)

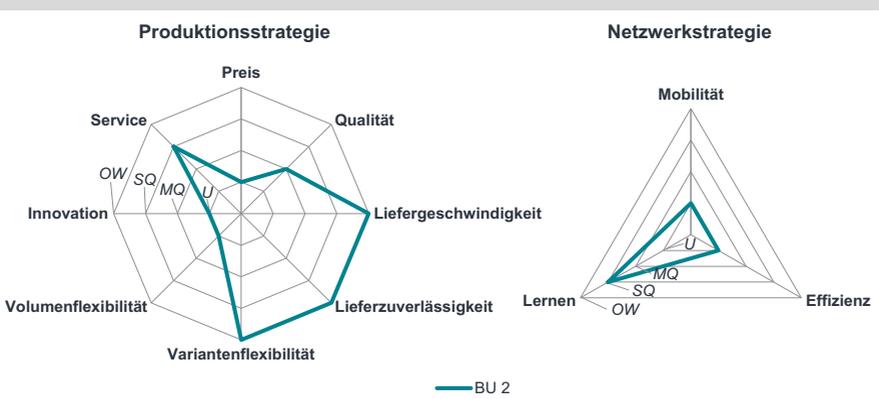
## BU 2 – komplexe Sensorsysteme

### Analyse der Produktions- und Netzwerkstrategie

Im Gegensatz zur BU 1 ist die BU 2 auf kundenindividuelle Produkte bzw. Systemlösungen spezialisiert. Einfache Sensoren werden zu komplexen Sensorsystemen kombiniert und durch verschiedene Aufbauten miteinander verbunden. Dementsprechend entscheidend für den Erfolg am Markt ist eine hohe Kundenorientierung. Die Differenzierungsfaktoren der Produktionsstrategie, nämlich die Lieferzuverlässigkeit und -fähigkeit, werden daher als sehr wichtig klassifiziert (vgl. Abbildung 7-4). Die meisten Sys-

teme sind Einzelstücke, da beliebig viele Sensoren für neuartige Anwendungsfälle miteinander vernetzt und verbaut werden. Eine hohe Variantenflexibilität zeichnet demnach die BU 2 aus. Auch der Differenzierungsfaktor Service ist aufgrund der hohen Kundenorientierung und der Individualisierung maßgebend für diese BU. Entsprechend der Wichtigkeit der unterschiedlichen Differenzierungsfaktoren ist die BU 2 dem Idealtyp der Produktionsstrategie „Kundenkönig“ zuzuordnen (Friedli, Thomas & Mundt 2013, S. 78).

Der Zugang zu Märkten und Ressourcen wird in der BU 2 ebenfalls durch die Produktionsstandorte in den Zielmärkten erreicht. Bzgl. der koordinationsrelevanten Netzwerkstrategieziele wurde lediglich das Lernen als besonders relevant und zukunftsorientiert identifiziert. Zwischen den einzelnen Standorten liegt aktuell wenig Wissensaustausch bzgl. den Produkten oder Montagetechniken vor. Da die Produkte der BU 2 trotz der Kundenindividualität ähnliche Produktionsschritte aufweisen, ist der Austausch bzw. das interne Lernen für die BU 2 relevant. Demzufolge ist die BU 2 dem Netzwerkstrategieidealtypen des „Markts“ sowie der „Kompetenzen & Ressourcen“ zuzuordnen.

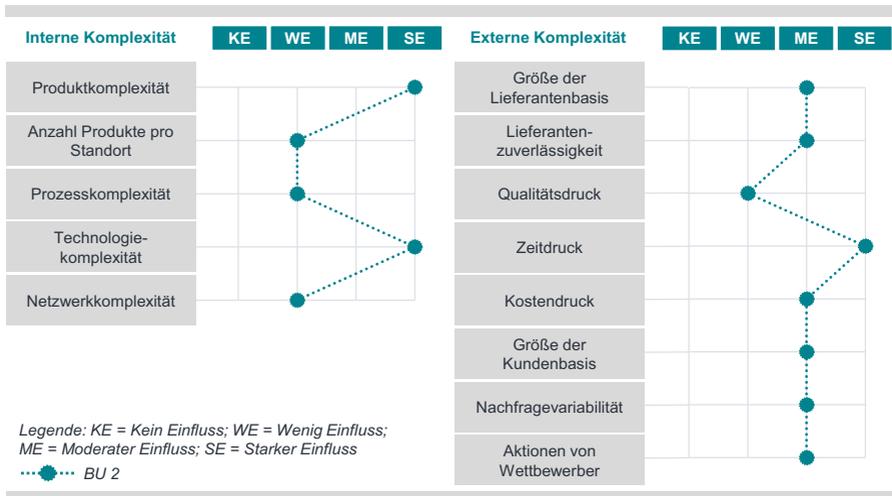


Legende: U = Unimportant; MQ = Market Qualifier; SQ = Order-losing Sensitive Qualifier; OW = Order Winner

Abbildung 7-4: Priorisierung der Ziele der Produktions- und Netzwerkstrategie für die BU 2 (Eigene Darstellung)

*Analyse der internen und externen Komplexität*

Im Rahmen der Komplexitätsanalyse wurden die internen Komplexitätsarten der Technologie und des Produkts als besonders relevant in der BU 2 der Elektronik AG eingeschätzt (vgl. Abbildung 7-5). Diese spiegeln sich in den individuellen Produktionsschritten und der hohen Verkettung und Individualität der Sensorsysteme wider. Im Gegensatz zur BU 1 werden einzelne Sensoren zu einem System zusammengefügt, wodurch das Komplexitätsniveau ansteigt. Ebenso steigt hierdurch die Technologiekomplexität, da verschiedene Produktionstechnologien und Montageschritte für die Finalisierung der Sensorsysteme an den einzelnen Standorten notwendig sind. Die Produktkomplexität ist durch die Kombination verschiedener Sensoren, von Halterungen, Gehäusen und weiteren Modulen zu erklären. Bei der externen Komplexität ist vor allem der Zeitdruck hervorzuheben. Durch die hohe Individualisierung der Produkte sowie kurze Lieferzeitanforderungen übt diese Komplexitätsart einen hohen Einfluss auf das Produktionsnetzwerk der BU 2 aus.



*Abbildung 7-5: Einfluss unterschiedlicher Komplexitätsarten auf die BU 2 (Eigene Darstellung)*

### *Aktuelle (De-)Zentralisierung von Entscheidungen*

Die aktuelle (De-)Zentralisierung der Entscheidungen wird in der Elektronik AG BU-übergreifend festgelegt. Demnach liegt die gleiche Form wie in der BU 1 vor (vgl. Abbildung 7-3).

### **7.1.3 Ableitung des Zielzustandes der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen**

Nachdem die Strategie, die Komplexität und die (De-)Zentralisierung der Entscheidungen in den globalen Produktionsnetzwerken der BU 1 und BU 2 der Elektronik AG analysiert wurden, erfolgt nun die Entwicklung einer angepassten (De-)Zentralisierung der Entscheidungen zur bestmöglichen Reaktion auf die interne und externe Komplexität des Produktionsnetzwerks sowie zur Strategieorientierung.

#### **BU 1 – einfache Sensoren**

##### *Wirkmatrizen*

In einem ersten Schritt werden die Beziehungen der Randbedingungen aus Strategie und Komplexität untereinander analysiert. Wie in Kapitel 5.4 erörtert, wird durch die Strategie u.a. auf die vorherrschende Komplexität reagiert. Durch die erste Wirkmatrix wird dieser Fit untersucht und ggf. bestätigt. Die als besonders relevant herausgestellten Komplexitätsarten Zeitdruck, Kostendruck sowie Wettbewerbsdruck wirken sich alle auf eine Fokussierung auf die Ziele Preis (OW), Qualität (OW), Volumenflexibilität (SQ) und Innovation (SQ) aus (vgl. Tabelle 7-2). Lediglich der Kostendruck steht laut der Wirkmatrix im Konflikt mit dem Ziel „Qualität“, was allerdings damit zu begründen ist, dass eine gute Qualität als gegeben bei der Elektronik AG angesehen wird und diese durch den Kostendruck nicht beeinflusst wird. Dementsprechend sinnvoll ist die Fokussierung auf diese Ziele seitens der BU 1. Ebenso stehen die Netzwerkziele Effizienz und Mobilität in Beziehung mit den obigen Komplexitätsarten. Die Zusammenhänge sind dabei teilweise allerdings nur schwacher Natur (Notation „1“ in Wirkmatrix 1). Dementsprechend lässt sich schließen, dass der Fit aus Komplexität und Strategie gegeben ist.

		Komplexität														Strategie										Einflussnahme	
		Produktkomplexität	Anzahl Produkte pro Standort	Prozesskomplexität	Technologiekomplexität	Netzwerkkomplexität	Interne Komplexität (gesamt)	Größe Kundenbasis	Größe Lieferantenbasis	Lieferantenzuverlässigkeit	Wettbewerber	Zeitdruck	Kostendruck	Qualitätsdruck	Externe Komplexität (gesamt)	Preis (OW)	Qualität (OW)	Lieferschwwindigkeit	Lieferzuverlässigkeit	Variantenflexibilität	Volumenflexibilität (SQ)	Innovation (SQ)	Service	Mobilität (OW)	Effizienz (OW)		Lernen
Komplexität	Produktkomplexität	0	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
	Anzahl Produkte pro Standort	0	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
	Prozesskomplexität	1	3	3	3	3	0	1	3	1	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	Technologiekomplexität	1	3	3	3	3	3	0	0	1	0	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
	Netzwerkkomplexität	1	3	1	0	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	Interne Komplexität (gesamt)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
	Größe Kundenbasis	3	3	0	1	3	3	1	0	1	1	1	1	1	3	3	1	3	3	3	3	0	0	0	0	0	40
	Größe Lieferantenbasis	1	1	1	1	3	3	1	3	1	3	3	3	3	3	1	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	34
	Lieferantenzuverlässigkeit	1	1	1	0	1	3	0	3	0	0	0	0	3	1	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	24
	Wettbewerber	1	1	1	3	3	3	1	1	0	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	57
	Zeitdruck	1	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	3	3	3	1	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	59
	Kostendruck	1	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	3	3	3	-3	1	3	0	3	3	-3	1	3	3	3	46
	Qualitätsdruck	1	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	0	0	3	1	0	1	47
	Externe Komplexität (gesamt)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	69
Strategie	Preis (OW)	-3	0	-3	1	3	-1	0	3	3	1	1	1	1	3	0	0	0	0	3	0	-3	0	3	0	10	
	Qualität (OW)	3	0	3	3	1	3	3	3	3	1	1	1	1	-3	1	1	3	1	3	3	1	3	3	1	1	40
	Lieferschwwindigkeit	0	3	0	0	3	3	1	1	3	3	3	3	3	1	1	3	0	1	0	3	3	-3	1	3	3	44
	Lieferzuverlässigkeit	0	3	0	0	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	0	1	0	3	3	3	1	1	0	32
	Variantenflexibilität	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	34
	Volumenflexibilität (SQ)	0	3	3	3	3	3	1	0	0	3	3	0	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	3	3	1	37
	Innovation (SQ)	3	3	3	3	0	3	3	0	0	3	1	0	3	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
	Service	0	3	3	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	21
	Mobilität (OW)	0	3	3	3	3	3	3	0	0	1	3	1	1	1	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	38
	Effizienz (OW)	-3	-3	3	3	3	1	1	1	0	1	3	1	1	3	1	3	3	0	3	0	0	0	0	0	1	26
Lernen	3	3	3	3	3	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	1	25	
<b>Beeinflussbarkeit</b>	24	54	49	54	62	66	45	44	27	37	43	47	43	51	23	17	33	39	19	27	16	13	21	25	24		

Legende: -3: negativer Einfluss, -1: schwach negativer Einfluss, 0: kein Einfluss, 1: schwach positiver Einfluss, 3: positiver Einfluss

Grüne Markierung: Relevante Komplexitätstreiber bzw. strategische Ziele

Zahl fett markiert: Empirisch belegt, Zahl unterstrichen: Literaturanalyse, Zahl ohne Markierung: Expertenworkshops

Tabelle 7-2: Wirkmatrix der beeinflussenden Faktoren der BU 1

Der Einfluss der Komplexität und Strategie auf die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen wird mittels der zweiten Wirkmatrix herausgestellt. Hervorzuheben ist, dass sämtliche wichtige Einflüsse seitens Strategie und Komplexität auf eine Zentralisierung der Entscheidungen hindeuten (vgl. Tabelle 7-3). Sowohl die Ziele Preis (OW) und Qualität (OW), als auch die Netzwerkziele Effizienz und Mobilität werden tendenziell durch die Zentralisierung von Entscheidungen unterstützt. Demgegenüber sind die geringfügig priorisierten Ziele Volumenflexibilität (SQ) und Innovation (SQ) tendenziell durch Dezentralisierung zu erreichen. (vgl. Kapitel 5.4.2)

		Zentralisierung von Entscheidungen															
		Gewichtung	Standortrolle & -strategie	Organisationsstruktur des Standorts	Veränderung von Produktionskapazitäten	Zeitpunkt der Kapazitätsplanung	Produktions-IT-Entscheidungen	Make-or-Buy-Entscheidungen	Produktallokationen	Lieferantenauswahl	Transferpreise	Produktionsprozessauswahl	Technologieauswahl	Kontinuierliche Verbesserung	Langfristige Planung und Steuerung	Kurzfristige Planung und Steuerung	Distributionsentscheidungen
Komplexität	Einfluss von ... auf																
	Produktkomplexität	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Anzahl Produkte pro Standort	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Prozesskomplexität	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Technologiekomplexität	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Netzwerkkomplexität	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Interne Komplexität (gesamt)	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Größe Kundenbasis	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Größe Lieferantenbasis	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Lieferantenzuverlässigkeit	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Wettbewerber	1	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Zeitdruck	1	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Kostendruck	1	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Qualitätsdruck	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
Externe Komplexität (gesamt)	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3	
Strategie	Preis (OW)	2	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	
	Qualität (OW)	2	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	
	Liefersgeschwindigkeit	0	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	
	Lieferzuverlässigkeit	0	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	
	Variantenflexibilität	0	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	
	Volumenflexibilität (SQ)	1	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	
	Innovation (SQ)	1	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	
	Service	0	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	
	Mobilität (OW)	2	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	
	Effizienz (OW)	2	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	
	Lernen	0	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	
	Zentralisierungsindikator	0	0	27	27	0	18	18	27	0	27	27	27	27	27	27	

Legende: -3: Tendenz Dezentralisierung, 0: Kein Einfluss, 3: Tendenz Zentralisierung  
 Grüne Markierung: Relevante beeinflussende Faktoren  
 Zahl fett markiert: Empirisch belegt, Zahl unterstrichen: Literaturanalyse, Zahl ohne Markierung: Expertenworkshops

Tabelle 7-3: Wirkmatrix der Zentralisierung von Entscheidungen der BU 1

Ableitung der idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Den Wirkzusammenhängen der Analysemodelle entsprechend wird eine vorwiegend zentrale Auslegung der Entscheidungsverteilung für die BU 1 empfohlen. Dies lässt sich an den Zentralisierungsindikatoren (vgl. Kapitel 6.2.2) für die einzelnen Entscheidungen ablesen. Diese sind größtenteils > 0, was für eine Zentralisierung von Entscheidungen spricht. Entgegen der Tendenz zur Zentralisierung wirkt die Fokussierung auf

die Produktionsstrategieziele Volumenflexibilität und Innovation. Eine hohe Volumenflexibilität soll ebenso zentral durch die zentrale langfristige Planung und Steuerung erreicht werden, da so Synergieeffekte mit anderen BUs realisiert werden können. Eine hohe Innovationsfähigkeit kann ebenfalls durch zentrale Strukturen erreicht werden, wenn der Wissensaustausch über Standorte hinweg gefördert wird und Anreize geschaffen werden.

## **BU 2 – komplexe Sensorsysteme**

### *Wirkmatrizen*

Die Beziehungen zwischen den beeinflussenden Faktoren aus der Strategie und der Komplexität werden ebenso analysiert wie in BU 1. Die externe Komplexität „Zeitdruck“ steht mit den Zielen Lieferung und Service in Beziehung (vgl. Tabelle 7-4). Demzufolge sind die Ziele Lieferzuverlässigkeit (OW) und -fähigkeit (OW) und Service (SQ) passend von der Elektronik AG für die strategische Ausrichtung der BU 2 gewählt. Die Variantenflexibilität (OW) wird als wichtig für die BU 2 angesehen. Dieses Ziel weist keinen Zusammenhang mit den externen Komplexitätsfaktoren der BU 2 auf. Dennoch ist dieser Faktor für die Marktdifferenzierung wichtig, da eine hohe Kundenindividualisierung vorliegt und der Großteil der Produkte Engineer-to-order ist.

Einfluss von ... auf		Komplexität													Strategie										Einflussnahme	
		Produktkomplexität	Anzahl Produkte pro Standort	Prozesskomplexität	Technologiekomplexität	Netzwerkkomplexität	Interne Komplexität (gesamt)	Größe Kundenbasis	Größe Lieferantenbasis	Lieferanzuverlässigkeit	Wettbewerber	Zeitdruck	Kostendruck	Qualitätsdruck	Externe Komplexität (gesamt)	Preis	Qualität	Liefargeschwindigkeit (OW)	Lieferzuverlässigkeit (OW)	Variantenflexibilität (OW)	Volumenflexibilität	Innovation	Service (SQ)	Mobilität		Effizienz
Komplexität	Produktkomplexität	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
	Anzahl Produkte pro Standort	0	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
	Prozesskomplexität	1	3	3	3	3	0	1	3	1	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	Technologiekomplexität	1	3	3	3	3	0	0	1	0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
	Netzwerkkomplexität	1	3	1	0	3	3	3	1	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	Interne Komplexität (gesamt)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
	Größe Kundenbasis	3	3	0	1	3	3	1	0	1	1	1	1	3	3	1	3	3	3	3	0	-3	3	0	3	40
	Größe Lieferantenbasis	1	1	1	1	3	3	1	3	1	3	3	3	3	1	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	34
	Lieferanzuverlässigkeit	1	1	1	0	1	3	3	0	0	0	0	0	3	1	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	24
	Wettbewerber	1	1	1	3	3	3	1	1	0	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	57
	Zeitdruck	1	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	3	3	1	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	59
	Kostendruck	1	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	3	3	-3	1	3	0	3	3	-3	1	3	3	3	46
	Qualitätsdruck	1	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	3	3	3	3	1	3	0	0	0	3	0	1	0	47
Externe Komplexität (gesamt)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	69	
Strategie	Preis	-3	0	-3	1	3	-1	0	3	3	3	1	1	1	1	-3	0	0	0	3	0	-3	0	3	0	10
	Qualität	3	0	3	3	1	3	3	3	3	3	1	1	1	1	-3	1	1	3	1	3	3	0	1	1	40
	Liefargeschwindigkeit (OW)	0	3	0	0	3	3	3	1	1	3	3	3	3	1	1	3	0	1	0	3	3	3	0	0	44
	Lieferzuverlässigkeit (OW)	0	3	0	0	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	3	0	1	0	3	3	3	1	0	0	32
	Variantenflexibilität (OW)	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	34
	Volumenflexibilität	0	3	3	3	3	3	1	0	0	3	3	0	1	0	0	1	3	0	0	0	0	3	3	1	37
	Innovation	3	3	3	0	3	3	0	0	3	0	0	3	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
	Service (SQ)	0	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	21
	Mobilität	0	3	3	3	3	3	0	0	0	1	3	1	1	1	1	3	3	3	3	0	0	0	0	0	38
	Effizienz	-3	-3	3	3	3	1	1	1	0	0	1	3	1	3	1	3	3	0	3	0	0	0	0	0	1
Lernen (SQ)	3	3	3	3	3	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	25	
<b>Beeinflussbarkeit</b>	24	54	49	54	62	66	45	44	27	37	43	47	43	51	23	17	33	39	19	27	16	13	21	25	24	

Legende: -3: negativer Einfluss, -1: schwach negativer Einfluss, 0: kein Einfluss, 1: schwach positiver Einfluss, 3: positiver Einfluss

Grüne Markierung: Relevante Komplexitätstreiber bzw. strategische Ziele

Zahl fett markiert: Empirisch belegt, Zahl unterstrichen: Literaturanalyse, Zahl ohne Markierung: Expertenworkshops

Tabelle 7-4: Wirkmatrix der beeinflussenden Faktoren der BU 2

Die Einflüsse der Komplexität sowie der Strategie auf die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken sind vielfältig (vgl. Tabelle 7-5). Die externe Komplexität „Zeitdruck“ erfordert kurze Lieferzeiten und effiziente Abstimmungen im Produktionsnetzwerk, was durch eine Zentralisierung erreicht wird. Die Ziele der Produktionsstrategie, Lieferzuverlässigkeit (OW) und -fähigkeit (OW), werden durch eine dezentrale Verteilung von Entscheidungsautonomie unterstützt. Ebenso wird der Service (SQ) durch dezentrale Hoheiten und kurze Reaktionszeiten effizienter realisiert als durch zentrale Strukturen, da die bedienten Märkte heterogen sind. Die Variantenflexibilität (OW) wird, bei unterschiedlichen Anforderungen in den Märkten, auch eher durch dezentrale Entscheidungsstrukturen erreicht.

Die BU 2 wird nicht geprägt durch einen Fokus auf mobile Ressourcen oder Skaleneffekte. Lediglich das Lernen ist als Netzwerkziel relevant, wodurch zentrale KVPs bzgl. Prozessen und Produkten geteilt werden sollten. Die hohe Relevanz der internen Komplexitätstreiber geht, ebenso wie die Ziele der Produktionsstrategie, mit einer Dezentralisierung von Entscheidungen einher, um heterogenen Produkten und Maschinen bzw. Montagestationen in den einzelnen Märkten bzw. Produktionsstandorten begegnen zu können.

		Zentralisierung von Entscheidungen															
		Gewichtung	Standortrolle & -strategie	Organisationsstruktur des Standorts	Veränderung von Produktionskapazitäten	Zeitpunkt der Kapazitätsplanung	Produktions-IT-Entscheidungen	Make-or-Buy-Entscheidungen	Produktlokationen	Lieferantenwahl	Transferpreise	Produktionsprozesswahl	Technologieauswahl	Kontinuierliche Verbesserung	Langfristige Planung und Steuerung	Kurzfristige Planung und Steuerung	Distributionsentscheidungen
Komplexität	Produktkomplexität	1	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Anzahl Produkte pro Standort	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Prozesskomplexität	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Technologiekomplexität	1	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Netzwerkkomplexität	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Interne Komplexität (gesamt)	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Größe Kundenbasis	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Größe Lieferantenbasis	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Lieferanzuverlässigkeit	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Wettbewerber	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Zeitdruck	1	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Kostendruck	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Qualitätsdruck	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Externe Komplexität (gesamt)	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
Preis	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3	
Qualität	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3	
Liefargeschwindigkeit (OW)	2	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3	
Lieferzuverlässigkeit (OW)	2	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3	
Varianteflexibilität (OW)	2	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3	
Volumenflexibilität	0	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3	
Innovation	0	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3	
Service (SQ)	1	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3	
Mobilität	0	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	
Effizienz	0	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	
Lernen (SQ)	1	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	
Zentralisierungsindikator	0	0	0	-21	-21	0	-18	-18	-21	0	-21	-21	-21	-21	-21	-21	

Legende: -3: Tendenz Dezentralisierung, 0: Kein Einfluss, 3: Tendenz Zentralisierung  
**Grüne Markierung:** Relevante beeinflussende Faktoren  
**Zahl fett markiert:** Empirisch belegt, Zahl unterstrichen: Literaturanalyse, Zahl ohne Markierung: Expertenworkshops

Tabelle 7-5: Wirkmatrix der Zentralisierung von Entscheidungen der BU 2

### *Ableitung der idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen*

Entsprechend den Wirkzusammenhängen der Wirkmatrizen wird eine vorwiegend dezentrale Auslegung der Entscheidungsverteilung für die BU 2 empfohlen, was sich ebenfalls in den Zentralisierungsindikatoren ablesen lässt. Die meisten Entscheidungen weisen eine klare Tendenz zur Dezentralisierung auf (Zentralisierungsindikator  $< 0$ ). Lediglich tendenziell strategische Entscheidungen bzw. Entscheidungen ohne Relevanz für die Strategie oder Komplexität, wie z.B. die Standortstrategie und -rolle oder Produktions-IT-Entscheidungen, können zentral allokiert werden, um eine Standardisierung im Netzwerk zu erreichen und internes Lernen fördern zu können.

### **7.1.4 Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen**

Die Ergebnisse der ersten beiden Schritte des Vorgehensmodells wurden dem Management der Elektronik AG in einem Workshop vorgestellt. Gemeinsam wurde auf Entscheidungsebene diskutiert, welche Anpassungen bzgl. der Strategieumsetzung in den Produktionsnetzwerken der Elektronik AG sinnvoll sind. Die Ergebnisse des Workshops werden im Folgenden für die BUs 1 und 2 dargelegt.

#### **BU 1 – einfache Sensoren**

Wie im zweiten Schritt des Vorgehensmodells, der Ableitung des Zielzustandes der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen, festgestellt, unterstützt eine vorwiegende Zentralisierung von Entscheidungen in BU 1 die Strategie als auch eine passende Reaktion auf die vorherrschende Komplexität. Lediglich die Organisationsstruktur als Entscheidung soll dezentral verweilen, da es keine Wechselwirkungen mit der Strategie und der Komplexität gibt. Diverse Anpassungen der (De-)Zentralisierung der Entscheidungen sind in der BU 1 von Nöten (vgl. Abbildung 7-6).

Die **Veränderung von Produktionskapazitäten** soll künftig in zentralen Einheiten entschieden werden. Durch eine zentrale Lösung wird die Möglichkeit der Realisierung von Skalen- und Verbundeffekten erreicht. Darüber hinaus wird ein flexibles Verteilen von Aufträgen durch eine zentrale Kapazitätsplanung vorbereitet.

Ebenso wird die **Prozess- und Technologieauswahl** an zentrale Abteilungen hoheitlich vergeben. Es soll eine hohe Standardisierung der Maschinen und der Abläufe bzw. Prozesse in der Produktion und Entwicklung erreicht werden. Hierfür eignet sich eine zentrale Instanz zur Entscheidung über die Prozesse und Technologien in der BU 1.

Die lang- und kurzfristige Produktionsplanung und -steuerung wird ebenfalls vom Standort zu zentralen Einheiten allokiert. Eine zentrale Allokation soll eine bessere Auslastung der Maschinen im Produktionsnetzwerk gewährleisten. Ebenso sollen Skaleneffekte und Verbundeffekte zur besseren Erreichung des Differenzierungsfaktors „Preis bzw. Kosten“ so unterstützt werden.

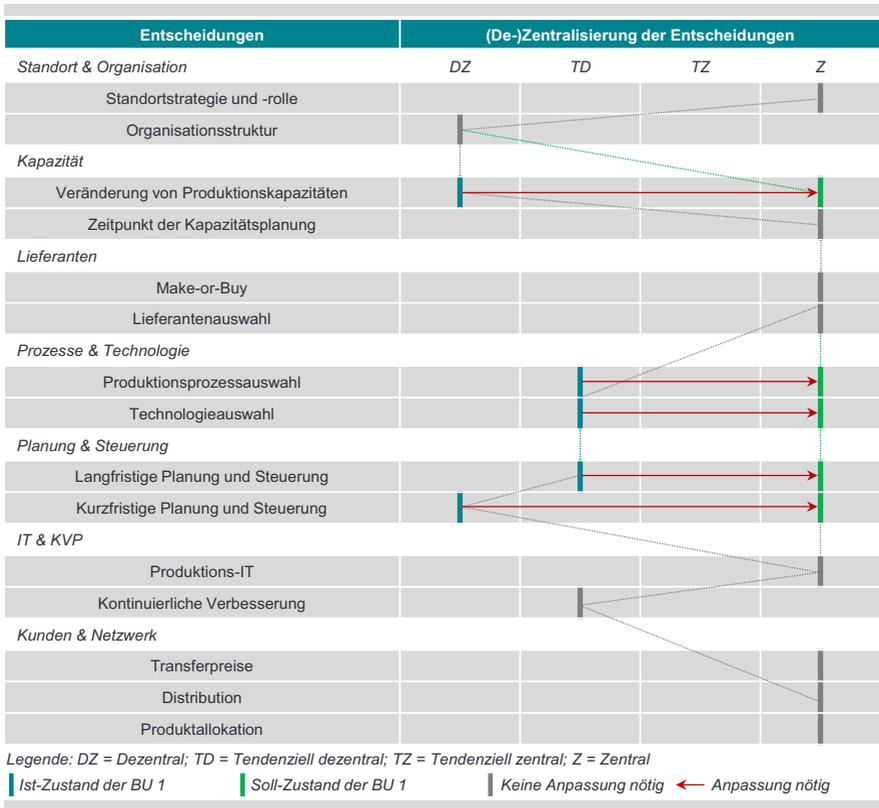


Abbildung 7-6: Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in der BU 1 der Elektronik AG (Eigene Darstellung)

## BU 2 – komplexe Sensorsysteme

Ergebnis des zweiten Schritts des Vorgehensmodells ist, dass eine vorwiegende Dezentralisierung von Entscheidungen in der BU 2 die Strategie bestmöglich im Produkti-

onsnetzwerk umsetzt und die vorherrschende Komplexität bestmöglich meistert. Strategische Entscheidungen, die nicht nur die BU 2, sondern auch andere BUs betreffen, bleiben fortan in den zentralen Instanzen der Elektronik AG allokiert. Zwei Entscheidungen besitzen das Potential zur Dezentralisierung, um eine strategie- und komplexitätsorientierte Entscheidungsverteilung zu erreichen (siehe Abbildung 7-7).

Der **Zeitpunkt der Kapazitätsplanung** soll fortan dezentral in den einzelnen Produktionsstandorten entschieden werden. So soll lokalen Marktanforderungen besser begegnet werden können. Die abgesetzten Produkte sind in den verschiedenen Märkten unterschiedlich. Dementsprechend ist eine hohe Autonomie der Standorte bzgl. dieser Entscheidung sinnvoll. Ebenso soll die hohe Technologiekomplexität besser eingeschätzt werden können, wodurch Ausfälle und Reparaturen besser in die Kapazitätsplanung integriert werden können.

Die **Lieferantenauswahl** soll ebenfalls hoheitlich den Produktionsstandorten überlassen werden. Viele Vorprodukte bzw. Module sind stark verschieden an den einzelnen Standorten. Dementsprechend gibt es einige Lieferanten, die nur in einzelnen Märkten vorkommen. Diese sollten von den Standorten ausgewählt werden können, da dort die Qualitätsprüfung der Vorprodukte bzw. Module durchgeführt wird, das Know-How für die Produkte vorliegt und Lieferanten vor Ort auch entwickelt werden können.

Zur Verbesserung des internen Lernens werden fortan Themen der **kontinuierlichen Verbesserung** über die Standorte hinweg geteilt. Die Entscheidungen zur Verbesserung an sich bleiben dezentral, allerdings werden Lerneffekte und Best Practices im Netzwerk durch Expertenrunden geteilt.

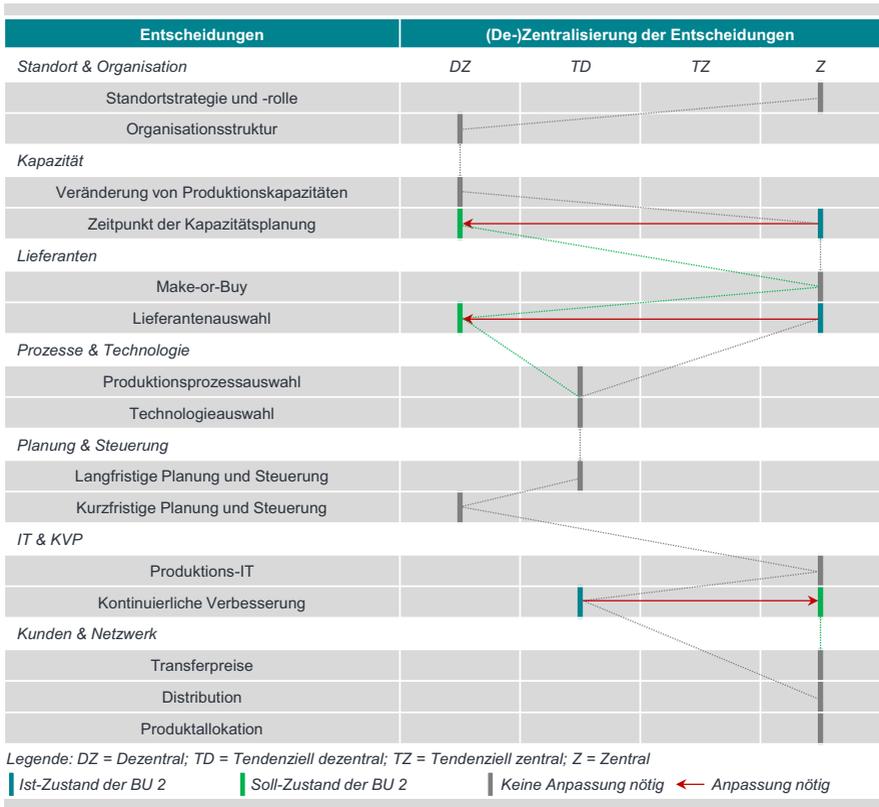


Abbildung 7-7: Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in der BU 2 der Elektronik AG (Eigene Darstellung)

Im Folgenden wird für die BUs 1 und 2 die Ausgestaltung und Realisierung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen diskutiert.

### 7.1.5 Maßnahmen zur Implementierung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Zur Realisierung der idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in den BU 1 und BU 2 wurden diverse Maßnahmen bzw. Projekte identifiziert. Diese wurden in einem gemeinsamen Workshop diskutiert.

**BU 1 – einfache Sensoren**

Zur Realisierung der zentralen Kapazitätsplanung wurde ein „Global Demand Planning“-Projekt gestartet. Es soll die Kundennachfrage in die Kapazitätsplanung aller Produktionsstandorte integrieren. Darüber hinaus soll dies um eine Szenarienplanung angereicht werden, um möglichst umfassend auf Nachfrageschwankungen reagieren zu können.

Eine einheitliche zentrale Prozess- und Technologieauswahl soll sowohl durch einen Wissensaustausch von Experten (Community, z.B. für das Fügen) der einzelnen Standorte als auch durch ein zentrales Team realisiert werden. Durch ein Treffen aller Prozess- und Technologieexperten sollen diejenigen Prozesse und Technologien identifiziert werden, die für die BU 1 am besten geeignet sind, um die Sensoren herzustellen. Diese werden in einem nächsten Schritt von einem zentralen Team weiter detailliert und im Produktionsnetzwerk ausgerollt.

Die zentrale kurz- und langfristige Planung und Steuerung soll durch eine weitreichende Digitalisierung im Rahmen eines Smart Factory Projekts erreicht werden. Ein zentrales Produktionsteam entwickelt die vollständige digitale Abbildung aller Produktionsstandorte im Digitalen. So sollen z.B. Fertigungsprozesse als Dienste modelliert werden. Aufträge können diese Dienste in Anspruch nehmen und erhalten dadurch die bestmögliche Zuordnung zu den Betriebsmitteln. Die Zuordnung wird mittels Simulation, künstlicher Intelligenz oder Optimierung erreicht. In einem Pilotprojekt soll zuerst ein Standort in Deutschland abgebildet werden.

**BU 2 – komplexe Sensorsysteme**

Der Zeitpunkt der Kapazitätsplanung soll durch den Aufbau lokaler Kompetenzen dezentral entschieden werden. Hierzu sollen Experten aus der Zentrale in den einzelnen Standorten Schulungen durchführen, um diese zu befähigen. Ebenso ist eine Integration der BU 2 in das „Global Demand Planning“-Projekt möglich, sodass eine weitreichende Digitalisierung in der Elektronik AG durchgesetzt wird. Dieses Projekt soll trotz der Intention einer zentralen Entscheidung dazu dienen, in der BU 2 dezentral anhand der vorhandenen Daten zu entscheiden.

Die Lieferantenauswahl wird durch den Auf- bzw. Ausbau lokaler Einkaufsabteilungen dezentral allokiert. In einem Pilotprojekt in Asien werden die benötigten Zukaufteile definiert. Für diese Teile werden Anforderungen bzgl. der Lieferanten definiert. Die zuständigen Mitarbeiter werden von Mitarbeitern der Zentrale befähigt, die Anforderungen

zu prüfen und Lieferanten auszuwählen. Nach einem erfolgreichen Pilotprojekt soll das Vorgehen auch auf den amerikanischen Produktionsstandort ausgeweitet werden.

Kontinuierliche Verbesserungsprozesse sollen durch den Aufbau von Expertenrunden zentralisiert werden. An diesen Expertenrunden sollen Prozessexperten der einzelnen Werke als auch die zentralen Technologiecenter teilnehmen. Die Expertenrunden sollen monatlich stattfinden und pro Prozess bzw. Technologie durchgeführt werden.

Für jede der Maßnahmen wurden Verantwortlichkeiten bzw. beteiligte Stakeholder identifiziert (vgl. Tabelle 7-6). Darüber hinaus wurde ein Zeitplan zur Umsetzung und Kontrolle der Maßnahmen erstellt. Im Strategieprozess der Elektronik AG finden regelmäßige Treffen zum Monitoring der Maßnahmen statt. An diesen Treffen nehmen alle relevanten Stakeholder, wie z.B. Werkleiter, BU-Leiter, Corporate Funktionen sowie das Management teil.

BU	Entscheidung	Ziel (De-)Zentralisierung	Maßnahme	Digitalisierungspotential	Verantwortlichkeiten	Zeithorizont
1	Kapazitätsplanung	Zentral	Global Demand Planning Projekt	Aufbau integriertes System Kundennachfrage und Kapazitätsplanung	Zentrale und dezentrale Planer	Q4 2022
1	Prozess- und Technologieauswahl	Zentral	Aufbau Wissensaustausch Community	Standortübergreifende, digitale Durchführung	Technologieexperten	Q1 2022
1	Kurz- und langfristige PPS	Zentral	Smart Factory Projekt	Digitale Abbildungen einer Fabrik	Werkleiter, Digitalisierungsabteilung	Q2 2022
2	Zeitpunkt Kapazitätsplanung	Dezentral	Aufbau lokaler Kompetenzen	Integration in Global Demand Planning Projekt	Zentrale und dezentrale Planer	Q4 2022
2	Lieferantenauswahl	Dezentral	Aufbau lokaler Einkaufsabteilungen	Digitale Anbindung von Lieferanten	Zentrale und dezentrale Einkaufsabteilungen	Q2 2022
2	Kontinuierliche Verbesserung	Zentral	Aufbau von Expertenrunden	Standortübergreifende, digitale Durchführung	Prozessexperten	Q1 2022

*Tabelle 7-6: Maßnahmen zur Erreichung einer angepassten (De-)Zentralisierung von Entscheidungen*

## **7.2 Anwendung bei einem Automobilzulieferer**

### **7.2.1 Vorstellung des Anwendungsfalls**

Eine weitere industrielle Erprobung der entwickelten Methodik konnte bei einem Tier-1 Automobilzulieferer, im Folgenden mit Zulieferer AG bezeichnet, durchgeführt werden. Die Zulieferer AG mit Hauptsitz und Zentrale in Süddeutschland ist ein global führender Spezialist für Mechatronik. Gegründet wurde die Zulieferer AG im Jahr 1925. Aktuell werden über 10.000 Mitarbeiter an 20 Standorten weltweit beschäftigt. Die Zulieferer AG vereint Kompetenzen aus der Mechanik, Elektronik und Software miteinander. Das Produktportfolio umfasst mechatronische Systeme.

Wie die Elektronik AG eignet sich auch die Zulieferer AG aus drei Gründen für die Anwendung der Methodik zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken. Erstens wurde eine neue Unternehmensstrategie entwickelt, die im Produktionsnetzwerk umgesetzt und ausgerollt wird. Zweitens stellt auch die Zulieferer AG ein repräsentatives Beispiel eines Tier-1-Zulieferers in der Automobilindustrie dar, wodurch Ergebnisse der Methodik auf andere Unternehmen übertragen werden können. Drittens ist das Management der Zulieferer AG bereit für eine Zusammenarbeit zur Prüfung und Gestaltung der Entscheidungsautonomie.

Die Zulieferer AG verspricht sich von der Anwendung der Methodik, dass die aktuellen Strukturen und Prozesse bzgl. Skalierbarkeit und der neuen Unternehmensstrategie ausgerichtet werden, damit das Unternehmen ein effizientes Wachstum erreichen kann.

Charakteristika	Deutschland A (Zentrale)	Deutschland B	Osteuropa A	Osteuropa B	Afrika
Anzahl Mitarbeiter	600	200	2.500	1.000	2.500
Produktionsprinzip	MTS	MTS	MTS	MTS	MTS
<b>Funktionen vor Ort</b>					
Logistik	X	X			X
Engineering	X	X	X	X	X
Forschung & Entwicklung	X		X		X
Produktion	X	X	X	X	X
Vertrieb	X		X		X
Einkauf	X		X		X
Qualität	X	X	X	X	X
<b>Kompetenzen</b>					
Elektronikfertigung	X	X	X	X	X
Spritzguss	X	X	X	X	X
Montage	X	X	X	X	X
Metallfertigung	X				
Galvanik	X				
Lackierung			X		
<b>Produktgruppen</b>	A, B, C	B, D	A, B, C, D	D	C, D
<b>Bediente Kunden</b>					
Europäische OEM	X	X	X	X	X
Deutsche OEM	X	X	X	X	
Französische OEM			X		X

*Tabelle 7-7: Fokussierte Produktionsstandorte der Zulieferer AG in Europa*

Im Fokus der Analyse stehen fünf Produktionsstandorte in Europa (vgl. Tabelle 7-7). Das Produktionsnetzwerk der Zulieferer ist marktorientiert gestaltet. Das bedeutet, dass in den einzelnen Märkten die jeweiligen Produkte für die Kunden gefertigt werden. Zur Reduzierung der Komplexität in der Analyse wird lediglich der europäische Markt bzw. das europäische Netzwerk fokussiert. Im Folgenden werden die vier Schritte des Vorgehensmodells (vgl. Kapitel 6) exemplarisch in der Zulieferer AG durchlaufen.

## 7.2.2 Analyse des Status Quo

### *Analyse der Produktions- und Netzwerkstrategie*

Das Umfeld der Zulieferer AG ist gekennzeichnet durch einen stark preisgetriebenen Wettbewerb. Dementsprechend relevant ist die Fokussierung auf den Differenzierungsfaktor Preis bzw. Kosten zur Gewinnung von Kundenaufträgen (vgl. Abbildung 7-8). Die

Zulieferer AG ist direkt an die OEMs der Automobilindustrie angebunden und fertigt große Lose für verschiedene Automobilmodelle über den jeweiligen Lebenszyklus des Fahrzeugs. Die Qualität und die Lieferzuverlässigkeit stellen wesentliche Elemente der Produktion der Zulieferer AG dar. Ohne eine hohe Qualität und eine erstklassige Lieferzuverlässigkeit werden keine Aufträge gewonnen bzw. können Aufträge auch wieder verloren werden. Für die stetige Weiterentwicklung des eigenen Produktportfolios spielt auch die Innovation eine wichtige Rolle. Neuartige Produkte wie z.B. ein Batteriemanagementsystem wurden durch Innovationen entwickelt und sichern so die Zukunftsfähigkeit der Zulieferer AG im Bereich der Elektromobilität.

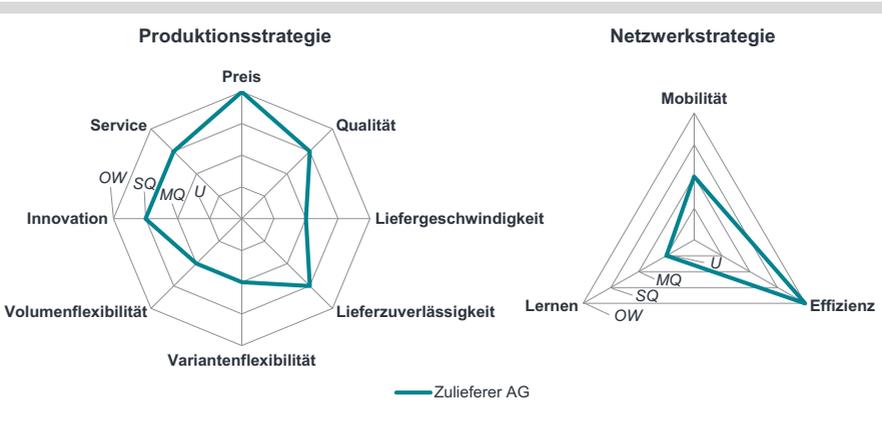


Abbildung 7-8: Priorisierung der Ziele der Produktions- und Netzwerkstrategie für die Zulieferer AG (Eigene Darstellung)

Bzgl. der koordinationsrelevanten Ziele bzw. Differenzierungsfaktoren der Netzwerkstrategie ist vor allem die Effizienz bei der Zulieferer AG zu erwähnen. Hierbei sind Skaleneffekte relevant, um möglichst kostengünstig produzieren zu können. Dies spiegelt sich auch in der Wichtigkeit des Ziels Preis wider.

*Analyse der internen und externen Komplexität*

Im Rahmen der Komplexitätsanalyse wurden vor allem externe Komplexitätsarten als einflussgebend eingeschätzt (vgl. Abbildung 7-9). Wie bereits in der Strategieanalyse verdeutlicht, herrscht ein hoher Kostendruck, der seitens der Kunden aber auch durch einen steigenden Wettbewerberdruck ausgeübt wird. Auch der Qualitätsdruck ist nicht

zu vernachlässigen, da in neuen Produktfeldern noch keine etablierten Prozesse vorliegen und sich diese erst entwickeln müssen. Hervorzuheben ist ebenfalls die heterogene Lieferantenstruktur bzw. die Größe der Lieferantenbasis, die sich in einem moderaten Einfluss im Produktionsnetzwerk äußert. Intern ist lediglich die Anzahl an Produkten pro Standort mit einem moderaten Einfluss behaftet. Dies liegt primär an steigenden Produktarten, die die Zulieferer AG für unterschiedliche OEM produziert. Jede Produktart benötigt eine eigene Linie an den einzelnen Standorten, wodurch vor allem der Platz auf dem Shopfloor zu einer Herausforderung wird.

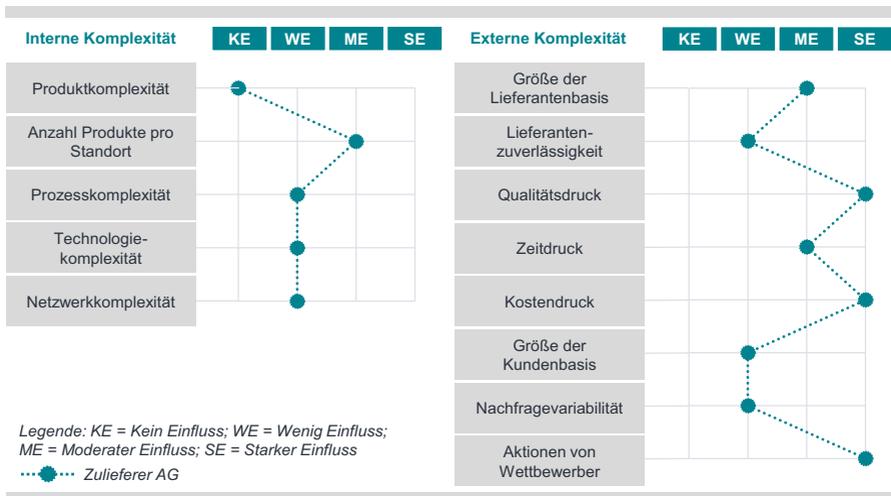


Abbildung 7-9: Einfluss unterschiedlicher Komplexitätsarten auf die Zulieferer AG (Eigene Darstellung)

### Aktuelle (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Die aktuelle (De-)Zentralisierung der Entscheidungen im Produktionsnetzwerk der Zulieferer AG ist primär zentral geprägt (vgl. Abbildung 7-10). Bis auf eher operative Entscheidungen, wie die kontinuierliche Verbesserung und die kurzfristige Planung und Steuerung, sind alle Entscheidungen in der Zentrale allokiert. Als möglicher Grund dieser starken Zentralisierung wird die Historie des Unternehmens angesehen. Aus der Zentrale heraus ist die Zulieferer AG in den letzten Jahrzehnten stark global gewachsen. Managementaufgaben wurden aus Deutschland durchgeführt und den Standorten

wurde wenig Autonomie gewährt. Entsprechend zentralisiert ist das Produktionsnetzwerk noch heute.

Entscheidungen	(De-)Zentralisierung der Entscheidungen			
	DZ	TD	TZ	Z
<i>Standort &amp; Organisation</i>				
Standortstrategie und -rolle				
Organisationsstruktur				
<i>Kapazität</i>				
Veränderung von Produktionskapazitäten				
Zeitpunkt der Kapazitätsplanung				
<i>Lieferanten</i>				
Make-or-Buy				
Lieferantenauswahl				
<i>Prozesse &amp; Technologie</i>				
Produktionsprozessauswahl				
Technologieauswahl				
<i>Planung &amp; Steuerung</i>				
Langfristige Planung und Steuerung				
Kurzfristige Planung und Steuerung				
<i>IT &amp; KVP</i>				
Produktions-IT				
Kontinuierliche Verbesserung				
<i>Kunden &amp; Netzwerk</i>				
Transferpreise				
Distribution				
Produktallokation				

*Legende: DZ = Dezentral; TD = Tendenziell dezentral; TZ = Tendenziell zentral; Z = Zentral | Ist-Zustand der Zulieferer AG*

Abbildung 7-10: Aktuelle (De-)Zentralisierung von Entscheidungen der Zulieferer AG (Eigene Darstellung)

### 7.2.3 Ableitung des Zielzustandes der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Nachdem die Strategie, die Komplexität und die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen im Produktionsnetzwerk der Zulieferer AG analysiert wurde, erfolgt nun die Ableitung einer idealen (De-)Zentralisierung der Entscheidungen zur bestmöglichen Reaktion auf die interne und externe Komplexität des Produktionsnetzwerks sowie zur Strategieorientierung.

### *Wirkmatrizen*

Zuerst werden die Beziehungen der Randbedingungen aus Strategie und Komplexität untereinander analysiert. Wie in Kapitel 5.4.3 dargestellt, wird durch die Strategie auf die vorherrschende Komplexität reagiert. Durch die erste Wirkmatrix wird dieser Fit untersucht und mitunter bestätigt. Die als besonders relevant herausgestellten Komplexitätsarten Qualitätsdruck, Kostendruck und Wettbewerbsdruck wirken sich alle auf eine Fokussierung auf die Ziele Preis, Qualität und Innovation aus (vgl. Tabelle 7-8). Lediglich der Kostendruck weist keine Tendenz bzw. Verbindung zu den Zielen Qualität und Service auf. Eine hohe Qualität der Produkte sowie der Service nach dem Verkauf der Produkte sind bei der Zulieferer AG dennoch relevant, da diese unbedingt gegeben sein müssen, sodass Produkte überhaupt vom Kunden gekauft werden. Dementsprechend zielführend ist die Fokussierung auf diese Ziele seitens der Zulieferer AG. Ebenso steht die Fokussierung auf das Netzwerkziel Effizienz in Beziehung mit den obigen Komplexitätsarten. Dementsprechend lässt sich schließen, dass der Fit aus Komplexität und Strategie als ausreichend anzunehmen ist.

Einfluss von ... auf		Komplexität														Strategie										Einflussnahme	
		Produktkomplexität	Anzahl Produkte pro Standort	Prozesskomplexität	Technologiekomplexität	Netzwerkkomplexität	Interne Komplexität (gesamt)	Größe Kundenbasis	Größe Lieferantenbasis	Lieferantenzuverlässigkeit	Wettbewerber	Zeitdruck	Kostendruck	Qualitätsdruck	Externe Komplexität (gesamt)	Preis (OW)	Qualität (SQ)	Liefergeschwindigkeit	Lieferzuverlässigkeit (SQ)	Variantenflexibilität	Volumenflexibilität	Innovation (SQ)	Service (SQ)	Mobilität	Effizienz (OW)		Lernen
Komplexität	Produktkomplexität	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
	Anzahl Produkte pro Standort	0	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
	Prozesskomplexität	1	3	3	3	3	0	1	3	1	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	Technologiekomplexität	1	3	3	3	3	0	0	1	0	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
	Netzwerkkomplexität	1	3	1	0	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	Interne Komplexität (gesamt)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
	Größe Kundenbasis	3	3	0	1	3	3	1	0	1	1	1	1	1	3	3	1	3	3	3	3	0	-3	3	3	3	40
	Größe Lieferantenbasis	1	1	1	1	3	3	1	3	1	3	3	3	3	3	1	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	34
	Lieferantenzuverlässigkeit	1	1	1	0	1	3	0	3	0	0	0	0	0	3	1	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	24
	Wettbewerber	1	1	1	3	3	3	1	1	0	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	57
	Zeitdruck	1	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	3	3	3	1	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	59
	Kostendruck	1	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	3	3	3	-3	1	3	0	3	3	-3	1	3	3	3	46
	Qualitätsdruck	1	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	0	3	0	3	0	1	0	47
	Externe Komplexität (gesamt)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	69
Strategie	Preis (OW)	-3	0	-3	1	3	-1	0	3	3	3	1	1	1	1	-3	0	0	0	3	0	-3	0	3	0	10	
	Qualität (SQ)	3	0	3	3	1	3	3	3	3	3	1	1	1	1	-3	1	1	3	1	3	3	0	1	1	40	
	Liefergeschwindigkeit	0	3	0	0	3	3	3	1	1	3	3	3	3	1	1	3	0	1	0	3	3	3	3	0	44	
	Lieferzuverlässigkeit (SQ)	0	3	0	0	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	0	1	0	3	3	3	1	0	32	
	Variantenflexibilität	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	34	
	Volumenflexibilität	0	3	3	3	3	3	1	0	0	3	3	0	1	0	0	1	3	0	0	0	3	3	1	3	37	
	Innovation (SQ)	3	3	3	0	3	3	0	0	3	0	3	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	
	Service (SQ)	0	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	21	
	Mobilität	0	3	3	3	3	3	0	0	0	1	3	1	1	1	1	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	38
	Effizienz (OW)	-3	-3	3	3	3	1	1	1	0	1	3	1	1	3	1	3	3	0	3	0	0	0	0	0	1	26
	Lernen	3	3	3	3	3	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	1	25
<b>Beeinflussbarkeit</b>	24	54	49	54	62	66	45	44	27	37	43	47	43	51	23	17	33	39	19	27	16	13	21	25	24		

Legende: -3: negativer Einfluss, -1: schwach negativer Einfluss, 0: kein Einfluss, 1: schwach positiver Einfluss, 3: positiver Einfluss

Grüne Markierung: Relevante Komplexitätstreiber bzw. strategische Ziele

Zahl fett markiert: Empirisch belegt, Zahl unterstrichen: Literaturanalyse, Zahl ohne Markierung: Expertenworkshops

Tabelle 7-8: Wirkmatrix der beeinflussenden Faktoren der Zulieferer AG

Die Einflüsse der Komplexität und Strategie auf die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen werden mit Hilfe der zweiten Wirkmatrix ermittelt (vgl. Tabelle 7-9). Die Einflüsse sind dabei unterschiedlicher Richtung bzgl. der Zentralisierung von Entscheidungen. Für eine Zentralisierung sprechen die Priorisierung der Ziele Preis und Qualität sowie das Netzwerkziel Effizienz. Für eine Dezentralisierung spricht die Wichtigkeit der Innovation und des Services. Komplexitätsseitig liegen hohe Einflüsse aus der externen Komplexität vor (Qualitäts-, Kosten- und Wettbewerbsdruck). Diese tendieren zu zentralen Entscheidungen in Produktionsnetzwerken, da durch zentrale Zusammenarbeit höhere Netzwerkeffekte, z.B. kostenseitig, realisiert werden können. Die hohe Anzahl

an Produkten pro Standort führt zu einer Favorisierung der Dezentralisierung von Entscheidungen. Dies kann vor allem für einzelne produktrelevante Entscheidungen von Vorteil sein.

Einfluss von ... auf		Zentralisierung von Entscheidungen															
		Gewichtung	Standortrolle & -strategie	Organisationsstruktur des Standorts	Veränderung von Produktionskapazitäten	Zeitpunkt der Kapazitätsplanung	Produktions-IT-Entscheidungen	Make-or-Buy-Entscheidungen	Produktallokationen	Lieferantenauswahl	Transportpreise	Produktionsprozessauswahl	Technologieauswahl	Kontinuierliche Verbesserung	Langfristige Planung und Steuerung	Kurzfristige Planung und Steuerung	Distributionsentscheidungen
Komplexität	Produktkomplexität	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Anzahl Produkte pro Standort	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Prozesskomplexität	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Technologiekomplexität	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Netzwerkkomplexität	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Interne Komplexität (gesamt)	0	0	0	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	Größe Kundenbasis	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Größe Lieferantebasis	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Lieferantenzuverlässigkeit	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Wettbewerber	1	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Zeitdruck	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Kostendruck	1	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Qualitätsdruck	1	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
	Externe Komplexität (gesamt)	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3
Strategie	Preis (OW)	2	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	
	Qualität (SQ)	1	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	
	Liefergeschwindigkeit	0	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	
	Lieferzuverlässigkeit (SQ)	1	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	
	Variantenflexibilität	0	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	
	Volumenflexibilität	0	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	
	Innovation (SQ)	1	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	
	Service (SQ)	1	0	0	-3	-3	0	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3	-3	-3	
	Mobilität	0	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	
	Effizienz (OW)	2	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	
	Lernen	0	0	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	
Zentralisierungsindikator	0	0	0	15	15	0	6	6	15	0	15	15	15	15	15	15	

Legende: -3: Tendenz Dezentralisierung, 0: Kein Einfluss, 3: Tendenz Zentralisierung  
 Grüne Markierung: Relevante beeinflussende Faktoren  
 Zahl **fett** markiert: Empirisch belegt, Zahl unterstrichen: Literaturanalyse, Zahl ohne Markierung: Expertenworkshops

Tabelle 7-9: Wirkmatrix der Zentralisierung von Entscheidungen der Zulieferer AG

Ableitung der idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Entsprechend der Wirkzusammenhänge sowie der Zentralisierungsindikatoren wird eine vorwiegende Zentralisierung der Entscheidungen für das Produktionsnetzwerk bei

gleichzeitiger Dezentralisierung von produktbezogenen Entscheidungen, wie z.B. der Veränderung von Kapazitäten, empfohlen. Es sollte demnach eine vorwiegende Dezentralisierung von Verantwortlichkeiten umgesetzt werden, da aktuell alle Entscheidungen, mit Ausnahme der KVPs und der kurzfristigen Planung und Steuerung, zentral allokiert sind.

### 7.2.4 Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Die Ergebnisse der ersten beiden Schritte des Vorgehensmodells wurden dem Management der Zulieferer AG in einem Workshop vorgestellt. Gemeinsam wurde auf Entscheidungsebene diskutiert, welche Anpassungen bzgl. der Strategieumsetzung in den Produktionsnetzwerken der Zulieferer AG sinnvoll sind. Entgegen der Ergebnisse der Wirkmatrix der Zentralisierung von Entscheidungen (vgl. Tabelle 7-9), die einer weitreichenden Zentralisierung entspricht, werden einige Entscheidungen fortan dezentraler ausgestaltet als im Ist-Zustand, um dem marktabhängigen Produktportfolio gerecht zu werden und die Autonomie der Standorte zu erhöhen. Die Ergebnisse des Workshops werden im Folgenden dargelegt (vgl. Abbildung 7-11).

**Standortstrategie und –rolle** sollen zukünftig tendenziell dezentral entschieden bzw. definiert werden, auch wenn es in der Wirkmatrix der Zentralisierung von Entscheidungen (vgl. Tabelle 7-9) diesbezüglich keine Zusammenhänge bzgl. Dezentralisierung gibt. Die Standortrolle soll dezentral entwickelt, mit Hilfe der Zentrale ausgearbeitet und letztlich zentral entschieden werden. Die einzelnen Standorte sollen dabei eine Roadmap für die zukünftige Entwicklung des Werkes ausarbeiten. Dementsprechend ist dieses Entscheidungsfeld tendenziell dezentral auszuführen.

Die **Organisationsstruktur** soll tendenziell zentral entschieden werden, auch wenn es in der Wirkmatrix der Zentralisierung von Entscheidungen (vgl. Tabelle 7-9) diesbezüglich keine Zusammenhänge gibt. Eine Standardstruktur der Standortorganisation wird von der Zentrale vorgegeben, wodurch Vergleichbarkeit und Austauschbarkeit für einzelne Stellen gewährleistet werden. Diese Standardstruktur wird allerdings gemeinsam mit den Werken entwickelt. Die konkrete Ausgestaltung der Standortorganisation kann jeder einzelne Standort, abhängig von der Größe und der Produktvielfalt am Standort, selber entscheiden.

Der **Zeitpunkt** und die generelle **Veränderung von Kapazitäten** soll künftig dezentral in den einzelnen Produktionsstandorten entschieden werden. Die einzelnen Standorte sind einzelnen Kunden zugeordnet, welche direkt am Standort bestellen. Entsprechend

sinnvoll ist es, den Standorten die Hoheit über eigene Kapazitäten zu übergeben, wodurch eine Anpassung an veränderte Kundenabrufe schneller realisiert werden kann.

Ebenso sollen Entscheidungen bzgl. **Make-or-Buy** und die **Lieferantenauswahl** künftig dezentraler entschieden werden können. Dadurch kann den unterschiedlichen Produkten und der heterogenen Lieferantenstruktur an den einzelnen Standorten Rechnung getragen werden. Eine Rücksprache mit der Zentrale bzgl. globalem Sourcing und der grundsätzlichen Lieferantenqualifikation wird dennoch benötigt.

Die **Produktionsprozess-** und die **Technologieauswahl** sollen zukünftig ebenso tendenziell dezentral entschieden werden. Durch eine Rücksprache mit der Zentrale sollen grundsätzlich unterschiedliche Prozesse oder Technologien vermieden werden. Allerdings soll die Hoheit bei den einzelnen Standorten liegen, da die Gleichheit der Prozesse und Technologien standortübergreifend gering ist.

Die **langfristige Planung und Steuerung** soll ebenfalls tendenziell dezentral allokiert werden. Dies lässt sich ebenso über die starke Anbindung der einzelnen Standorte an die jeweiligen Kunden begründen. Eine hohe Planbarkeit ist durch die langen Planungshorizonte in der Automobilindustrie gegeben. Bei starken Abweichungen kann der einzelne Standort besser agieren als das Produktionsnetzwerk, da vor Ort Kapazitäten hoch- bzw. runtergefahren und Entscheidungswege verkürzt werden können.

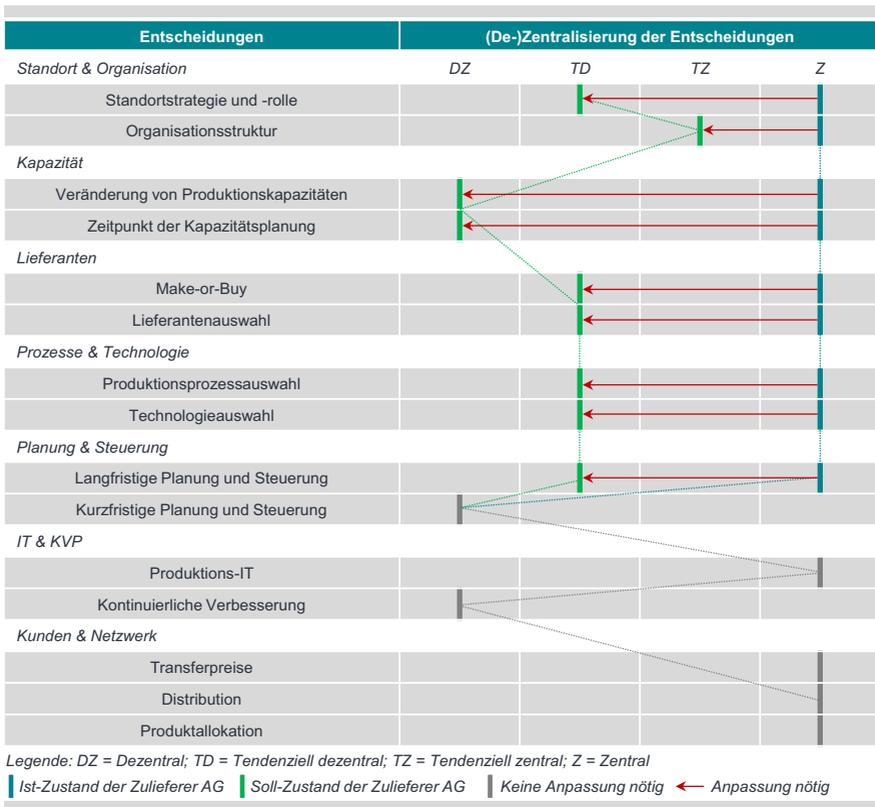


Abbildung 7-11: Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen der Zulieferer AG (Eigene Darstellung)

### 7.2.5 Maßnahmen zur Implementierung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Zur Realisierung der Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen der Zulieferer AG wurden Projekte identifiziert. Diese wurden in einem gemeinsamen Workshop diskutiert und der Zulieferer AG übergeben.

Die Projekte zur Realisierung der neuen Zentralisierung lassen sich in eine grundsätzliche Neugestaltung des Managements des Produktionsnetzwerks einsortieren. Dieses soll künftig zentral koordiniert und dezentral ausgeführt werden. Es wurden autonome

Produktionseinheiten (Englisch: autonomous production units, APUs) definiert. Diese Einheiten übernehmen die Verantwortung für ihre Kunden und sowohl die finanziellen als auch die operativen Ergebnisse. Sie führen das Tagesgeschäft innerhalb der Organisation selbstständig. Sie sind lösungsorientiert unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit entlang des Wertstroms. Es wird eine cross-funktionale Kollaboration auf Standortebene erreicht, wodurch Wissen geteilt und die Effizienz gesteigert werden soll. Ebenso sollen Probleme und Störungen direkt beim Auftreten im Standort behoben werden, ohne, dass die Zentrale Prozesse freigeben oder intervenieren muss. Es soll so eine hohe Dezentralisierung bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Unternehmensinteressen gewahrt werden. Auf Standortebene werden diese APUs zusammengefasst und als autonomer Standort verstanden. Dieser kann sich von neu geschaffenen, produktorientierten Exzellenzhubs Wissen bzgl. Technologien und Prozessen einholen, wodurch eine teilweise Dezentralisierung von Entscheidungsautonomie realisiert werden kann.

Neben der grundsätzlichen Neugestaltung der Organisation im Produktionsnetzwerk wurden für einzelne Entscheidungen weitere Maßnahmen definiert und umgesetzt. Zur Realisierung einer dezentralen Standortstrategie wurden Teams auf Standortebene gegründet, die die zukünftigen Produkte für die Standorte evaluieren. Diese Teams tauschen sich mit zentralen Funktionen bzgl. der Allokation der Produkte aus.

Aufbauend auf den APUs konzipieren die Standorte die Feinplanung der Organisationsstruktur selbst, da die Anzahl und Ausprägungen der APUs für jeden Standort unterschiedlich sein können. Lediglich der grundsätzliche Aufbau der Aufbauorganisation wird weiterhin zentral vorgegeben, um eine Vergleichbarkeit und Rotation von Mitarbeitern zu erreichen. Entsprechend wird von einer tendenziell zentral allokierten Entscheidung gesprochen.

Ebenfalls werden die einzelnen APUs und damit auch die einzelnen Standorte fortan dabei unterstützt die Kapazitätsplanung, die Prozess- und Technologieauswahl und die langfristige Planung und Steuerung der Produktion dezentral auszuführen. Für die Prozess- und Technologieauswahl werden pro Standort Mitarbeiter eingestellt, die sich mit den Exzellenzhubs austauschen sollen. Für die Kapazitätsplanung werden Mitarbeiter mit Hilfe zentraler Funktionen befähigt. Darüber hinaus werden Planungstools implementiert und Schnittstellen zu den lokalen Kunden auf Systemebene geknüpft.

Die Lieferantenauswahl und die Make-or-buy Entscheidungen werden durch den Aufbau lokaler Einkaufsabteilungen tendenziell dezentral allokiert. Die zentrale Einkaufsabteilung steht mit diesen lokalen Einheiten im engen Austausch, um Standards zu gewährleisten und eventuelle Mengeneffekte realisieren zu können.

Für alle Maßnahmen wird der Standort in Osteuropa A als Pilotprojekt definiert. Dieses wird die einzelnen Maßnahmen initial umsetzen und als Lernobjekt für die weiteren europäischen Standorte dienen.

Entscheidung	Ziel (De-) Zentralisierung	Maßnahme	Digitalisierungs- potential	Verantwort- lichkeiten	Zeithorizont
Alle relevanten Entscheidungen	Dezentral & tendenziell dezentral	Neugestaltung der Organisation im Produktionsnetzwerk	Aufbau zentraler Datenmanagementsysteme und dezentraler Datenaufnahmesysteme	COO-Bereich	Q1 2018 – Q4 2022
Standortstrategie	Tendenziell dezentral	Aufbau lokaler Teams	-	Werkleiter	Q1 2018 – Q3 2018
Organisationsstruktur	Tendenziell zentral	Ausgestaltung der Org.struktur pro Standort	-	Werkleiter	Q1 2018 – Q4 2018
Kapazitätsplanung	Dezentral	Aufbau lokaler Kompetenzen	Aufbau integriertes System Kundennachfrage und Kapazitätsplanung	Zentrale und dezentrale Planer	Q4 2018 – Q2 2019
Prozess- und Technologieauswahl	Tendenziell dezentral	Aufbau lokaler Kompetenzen	-	Wissenshub und dezentrale Experten	Q4 2018 – Q2 2019
Lieferantenauswahl, Make-or-buy	Tendenziell dezentral	Aufbau lokaler Kompetenzen	Digitale Anbindung von Lieferanten	Zentrale und dezentrale Einheiten	Q4 2018 – Q2 2019

*Tabelle 7-10: Maßnahmen zur Erreichung einer angepassten (De-)Zentralisierung von Entscheidungen bei der Zulieferer AG*

## 8 Diskussion und Ausblick

Der Lösungsansatz zur Bestimmung einer idealen (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken wird in Kapitel 8.1 bzgl. der Erfüllung der formulierten Zielsetzung und Anforderungen bewertet. Kapitel 8.2 gibt einen Ausblick auf die zukünftige Forschung.

### 8.1 Diskussion und kritische Würdigung

Das Ziel dieser Arbeit war es, einen Lösungsansatz zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken zu entwickeln (vgl. Kapitel 1.2). Der Lösungsansatz sollte Formen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen identifizieren, Wirkzusammenhänge mit der Strategie und der Komplexität identifizieren und beschreiben sowie ein Vorgehen darstellen, das Unternehmen bei der Gestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen unterstützt. Zur Erreichung der Zielsetzung wurden diverse Anforderungen an den Lösungsansatz gestellt (vgl. Kapitel 3.1). Der aktuelle Stand der Forschung wurde bzgl. dieser Anforderungen analysiert. Es ließ sich schließen, dass diese nicht erfüllt wurden (vgl. Kapitel 3).

Der Lösungsansatz sollte die relevanten Strategien im Produktionsnetzwerk, also die Produktions- und Netzwerkstrategie, bei der Gestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen betrachten. Die beiden Strategien wurden innerhalb der statistischen Analyse integriert betrachtet und im Vorgehensmodell werden die Strategien als Randbedingungen analysiert. Die Anforderungen wurden demnach erfüllt.

Der Lösungsansatz sollte die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen umfassend betrachten. Die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen wurde empirisch erforscht und beschrieben. Ebenso wurden einzelne Entscheidungen bzgl. ihrer Allokation untersucht. Es wurden darüber hinaus einzelne Entscheidungen analysiert, wie z.B. die Standortstrategie und -rolle, die Transferpreise, die Produktallokationen, die Produktions-IT-Entscheidungen und die Organisationsstruktur, die bspw. eher zur Zentralisierung tendieren als andere, operative Entscheidungen. Die Anforderung wurde demnach erfüllt.

Der Lösungsansatz sollte Wirkzusammenhänge der (De-)Zentralisierung von Entscheidung mit der Strategie, Komplexität und Leistungsfähigkeit erörtern. Elementare Wirk-

zusammenhänge zwischen der Strategie und der (De-)Zentralisierung wurden identifiziert und im Kontext der globalen Produktion erörtert. Es konnten Wirkzusammenhänge der Strategie mit der Zentralisierung von Entscheidungen identifiziert werden. Ebenso wurden Belege für den Einfluss der externen Komplexität auf die Priorisierung von strategischen Zielen gefunden. Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der (De-)Zentralisierung der Entscheidungen konnten nicht gefunden werden. Wirkzusammenhänge zwischen der (De-)Zentralisierung der Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit von Produktionsnetzwerken konnte nur für die Netzwerkfähigkeit „Effizienz“ identifiziert werden. Diese wird allerdings lediglich zum erweiterten Signifikanzniveau ( $p < 0,1$ ) mit der Zentralisierung von Entscheidungen erreicht. Die Anforderung „Entscheidungsautonomie auf Leistungsfähigkeit“ wurde teilweise erfüllt, „Produktions- und Netzwerkstrategie auf Entscheidungsautonomie“ wurde voll erfüllt, „Komplexität auf Entscheidungsautonomie“ wurde nicht erfüllt und „Komplexität auf Strategie“ wurde erfüllt.

Für ein tiefgreifendes Verständnis realer, globaler Produktionsnetzwerke wurde auf den Ergebnissen einer empirischen Studie aufgebaut, um die Wirkzusammenhänge zwischen der Strategie, der Komplexität und der Zentralisierung von Entscheidungen praxisorientiert ableiten zu können. Es wurde eine Studie im Rahmen eines Konsortialbenchmankings durchgeführt. Der Fokus dieser Studie lag auf dem Produktionsnetzwerk international tätiger Unternehmen. Personell wurden Manager angesprochen, die für mindestens zwei Produktionsstandorte verantwortlich sind. Insgesamt nahmen 86 Unternehmen an der Konsortialbenchmankingstudie teil. Die meisten Unternehmen haben ihre Zentrale in Deutschland, Österreich oder der Schweiz, haben weniger als 5 Produktionsstandorte, sind im Maschinenbau beheimatet, setzten 2019 zwischen 250 und 500 Millionen € um und beschäftigen zwischen 1.000 und 2.499 Mitarbeiter in ihrem Produktionsnetzwerk. Mit der Durchführung der internationalen Konsortialbenchmankingstudie wurde diese Anforderung erfüllt.

Der Lösungsansatz sollte einen Zielzustand der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen darstellen. Mit Hilfe des Vorgehensmodells wurde, aufbauend auf Wirkzusammenhängen aus Strategie, Komplexität und (De-)Zentralisierung, eine ideale (De-)Zentralisierung von Entscheidungen entwickelt. Diese ist unternehmensspezifisch auszulegen und bei einer Änderung der Randbedingungen iterativ anzupassen. Diese Anforderung wurde demnach erfüllt.

Ebenso sollten verschiedene Gestaltungsebenen eines Produktionsnetzwerks bei der Auslegung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen betrachtet werden. Im Rahmen der Anpassung der (De-)Zentralisierung wurden die unterschiedlichen Standorte eines Unternehmens als Gestaltungsebenen betrachtet und bzgl. ihrer Kompetenz erweitert. Andere Gestaltungsebenen wie z.B. die Aufbau- oder Ablauforganisation wurden nicht weiter integriert. Diese Anforderung wurde entsprechend teilweise erfüllt.

Letztlich sollte der Lösungsansatz Handlungsempfehlungen bzw. Maßnahmen zur Realisierung eines Zielzustandes der (De-)Zentralisierung entwickeln, um Unternehmen zu unterstützen. Im Rahmen des Vorgehensmodells wurde ein Steckbrief zur Beschreibung von unternehmensindividuellen Maßnahmen entwickelt und exemplarisch bei der Erprobung des Vorgehens angewendet. Hierbei wurden die relevante Entscheidung, Verantwortliche, Digitalisierungspotenziale sowie eine Zeitschiene als Elemente des Steckbriefs eingeführt. Diese fungieren als Leitfaden für die Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in weiteren Unternehmen. Die Anforderung wurde demnach erfüllt.

Abbildung 8-1 bewertet den Lösungsansatz bzgl. der in Kapitel 3.1 aufgestellten Anforderungen. Der Ansatz erfüllt die Anforderungen und erweitert den Stand der Forschung.

Anforderungen ○ nicht erfüllt ◐ teilweise erfüllt ● voll erfüllt	Strategie		(De-)Zentralisierung und Entscheidungsautonomie		Ermittlung von Wirkzusammenhängen				Zielzustand und Handlungsempfehlungen			
	Produktionsstrategie	Netzwerkstrategie	(De-)Zentralisierung von Entscheidungen	Einfluss der Entscheidungsautonomie auf Leistungsfähigkeit	Produktionsstrategie auf Entscheidungsautonomie	Netzwerkstrategie auf Entscheidungsautonomie	Komplexität auf Entscheidungsautonomie	Komplexität auf Strategie	Empirische Datenerfassung	Zielzustand der (De-)Zentralisierung	Gesamthebene eines Unternehmens	Ableitung von Handlungsempfehlungen
Vorgestellter Lösungsansatz	●	●	●	◐	●	●	○	●	●	●	●	●

Abbildung 8-1: Bewertung der Eignung des vorgestellten Lösungsansatzes bzgl. der formulierten Anforderungen (vgl. Kapitel 3.1)

## 8.2 Ausblick

Für zukünftige Forschungsvorhaben ergeben sich vielfältige Anknüpfungspunkte zur Weiterentwicklung des Ansatzes zur (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken.

Die exemplarische Anwendung des Vorgehensmodells erfolgt anhand zweier Produktionsnetzwerke eines Unternehmens sowie anhand eines weiteren Unternehmens. Diese stellen isolierte, gedachte Systeme innerhalb des Unternehmens dar. Zukünftige

Forschung könnte neben größeren Unternehmen mit mehreren Produktionsnetzwerken auch kleinere Unternehmen mit nur einem Netzwerk und wenigen Standorten genauer analysieren, um Rückschlüsse für das gesamte Unternehmen zu erhalten. Darüber hinaus könnte zukünftige Forschung mehrere Iterationen des letzten Schritts des Vorgehensmodells, dem Controlling der (De-)Zentralisierung der Entscheidungen, durchlaufen, wodurch die Wirksamkeit und Langfristigkeit der Maßnahmenumsetzung beobachtet werden könnte.

Der bisherige Lösungsansatz forciert die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen statisch. Zukünftige Forschung könnte die zeitliche Änderung von beeinflussenden Faktoren auf die (De-)Zentralisierung von Entscheidungen analysieren, um weitere Erkenntnisse zu deren Anpassung zu erlangen.

Darüber hinaus ist es prinzipiell möglich, die thematisierten Entscheidungen weiter herunter zu brechen, wodurch auch Entscheidungen, die direkt auf dem Shopfloor gefällt werden, strategie- und komplexitätsorientiert ausgelegt werden könnten. Es würden sich die Durchgängigkeit der Strategie sowie der Fit im globalen Produktionsnetzwerk weiterentwickeln.

Ebenso ist es möglich, Wirkzusammenhänge auf Einzelentscheidungsebene weiter zu diskutieren und analysieren. So könnten, wie bereits bei Maritan, Brush & Karnani (2004) geschehen, Entscheidungen identifiziert werden, die eher zentralisiert werden als andere. Hierzu müsste jedoch eine feingliedrige Unterteilung der Entscheidungen erfolgen, um diejenigen Entscheidungen zu identifizieren, die eine solche Charakteristik aufweisen. Diese Entscheidungen könnten dann tiefergehend analysiert und anhand relevanter Einflussfaktoren allokiert werden.

Der vorgestellte Lösungsansatz betrachtet lediglich die Strategie und die Komplexität als Einflussfaktoren der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen. Das nicht firmenspezifische Umfeld bleibt dabei außer Acht. Zukünftige Forschung könnte die Einflussfaktoren der globalen Produktion (Lanza et al. 2019) in die Analyse der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen integrieren, wodurch z.B. unterschiedliche Kulturen und entsprechende Machtdistanzen integriert betrachtet werden könnten. Ebenso könnte zukünftige Forschung einzelne Branchen isoliert betrachten, wodurch Unterschiede der Zentralisierung erkennbar gemacht werden können. Es eignet sich eine globale empirische Studie, wie z.B. die International Manufacturing Strategy Survey (vgl. Größler, Grübner & Milling (2006)).

Darüber hinaus könnten zukünftige Forschungsvorhaben unterschiedliche Rechtsformen in die Analyse integrieren. So mögen Managementholdings über eine per se andere Zentralisierung verfügen als Familienunternehmen. Ebenso mag der Einfluss finanzieller Stakeholder groß auf die Zentralisierung sein, was einer tiefergehenden, fokussierten Analyse bedarf.

Auch wird im vorgestellten Lösungsansatz die Konfiguration bzw. der Footprint eines globalen Produktionsnetzwerkes nur bedingt behandelt. Dieser könnte als Befähiger oder Hemmnis der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen fungieren, was in zukünftiger Forschung adressiert werden könnte. Hierbei kann der strategische Fit (vgl. Friedli, Thomas & Mundt (2013)) im globalen Produktionsnetzwerk näher und umfangreicher betrachtet werden.

Methodisch könnten zukünftige Forschungsvorhaben auf Fallstudien anstatt Fragebögen zurückgreifen. Im vorgestellten Lösungsansatz wurde deutlich, dass die vermuteten Wirkzusammenhänge nur selten in den Fragebögen herausgestellt werden konnten. Detaillierte longitudinale Fallstudien könnten weitere Rückschlüsse für das behandelte Forschungsgebiet liefern.

Die Digitalisierung wurde im vorgestellten Lösungsansatz als unterstützende Maßnahme zur Anpassung einer (De-)Zentralisierung von Entscheidungen integriert. Künftige Forschung könnte den Einfluss der Digitalisierung, wie z.B. die Verbreitung bzw. Standardisierung eines Manufacturing Execution Systems (MES) im Produktionsnetzwerk, als Einflussfaktor der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen betrachten. So könnten Rückschlüsse gezogen werden, welche Arten der Digitalisierung für eine Zentralisierung bzw. Dezentralisierung zielführend sind.

## 9 Zusammenfassung

Im Rahmen der Globalisierung und unter dem Druck effizient produzieren zu müssen, organisieren Unternehmen unterschiedlicher Größe und Branche ihre Produktion in globalen Netzwerken. Diese Netzwerke bestehen unternehmensintern aus einzelnen Produktionsstandorten. Sie können auf unterschiedliche Weise gemanagt werden, entweder mit einer hohen Autonomie seitens der Standorte oder durch eine zentralisierte Führung durch das Headquarter. Verschiedene strategische Rahmenbedingungen und Wechselwirkungen stellen das Management des Produktionsnetzwerks vor Herausforderungen. Preisgetriebene Unternehmen in einem umkämpften Markt forcieren kostengünstige, zentralisierte Prozesse und Abläufe. Innovative Unternehmen lassen einzelnen Mitarbeitern mehr Freiräume, um Innovationen zu entwickeln. Es werden ebenso Prozesse etabliert, um diese Ideen auszutauschen und unternehmensweit weiterzuentwickeln. Das richtige Maß an Zentralisierung bzw. Dezentralisierung von Entscheidungen, bei gleichzeitiger Beachtung der strategischen Unternehmensausrichtung sowie der unternehmensspezifischen Umwelt, ist dementsprechend entscheidend für produzierende Unternehmen.

Mit der Motivation beginnend identifiziert diese Arbeit, aufbauend auf den Daten einer empirischen Studie, elementare Formen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken. Wirkzusammenhänge zwischen diesen Formen, der Strategie sowie der internen und externen Komplexität werden analysiert und im Kontext der globalen Produktion interpretiert. Diese Erkenntnisse fließen in ein Vorgehensmodell zur unternehmensspezifischen strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken ein.

Zunächst wurden die relevanten Elemente der drei Ebenen Strategie, Komplexität und Entscheidungen anhand der Literatur und eines Expertenkreises identifiziert. Basierend auf einer Literaturrecherche wurden im Rahmen einer theoretischen Diskussion Grundformen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen beschrieben und Wirkzusammenhänge zwischen den Ebenen der Strategie, der Komplexität, der Entscheidungen sowie der Leistungsfähigkeit inkl. Netzwerkfähigkeiten theoretisch hergeleitet.

Anschließend wurde die Konsortialbenchmarkingstudie zur empirischen Erforschung der obigen Inhalte durchgeführt. 86 produzierende Unternehmen haben an der Studie teil-

genommen und den Fragebogen vollständig ausgefüllt. Die Branchen der Unternehmen reichen von der Automobilindustrie bis hin zur Pharmaindustrie. Ansprechpartner waren Manager, die für mindestens zwei Produktionsstandorte verantwortlich sind.

Die Studienrückläufer wurden anhand von Regressions-, Cluster- und Faktorenanalysen ausgewertet. Es konnten in einem ersten Schritt die Formen der vollständigen Zentralisierung und Dezentralisierung von Entscheidungen identifiziert werden. Wirkzusammenhänge zwischen der Strategie und der (De-)Zentralisierung wurden identifiziert. So führt eine Priorisierung der Netzwerkstrategieziele „Mobilität“, „Lernen“ und „Effizienz“ beispielsweise zu einer Zentralisierung von Entscheidungen. Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der (De-)Zentralisierung konnten nicht identifiziert werden. Die empirischen Wirkzusammenhänge wurden im Literatur- und Praxiszusammenhang diskutiert und interpretiert.

Letztlich fließen die Erkenntnisse der empirischen Analyse in ein Vorgehensmodell ein, das Unternehmen dabei unterstützt, die strategie- und komplexitätskonforme (De-)Zentralisierung von Entscheidungen im eigenen Produktionsnetzwerk zu gestalten. Das Vorgehensmodell setzt sich aus vier aufeinander aufbauenden und iterativ zu durchlaufenden Schritten zusammen. Ergebnis des Vorgehensmodells ist ein Zielzustand der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen sowie eine Implementierung von Maßnahmen zur zielgerichteten Erreichung eben dieser ausgehend vom Status Quo.

Das Vorgehensmodell wurde in zwei Anwendungsfällen validiert. Zum einen wurden zwei Business Units eines Elektronikherstellers und zum anderen ein Produktionsnetzwerk eines Automobilzulieferers analysiert und gestaltet. Die Ergebnisse zeigen, dass das Vorgehensmodell Unternehmen dabei hilft, den strategischen Fit im Produktionsnetzwerk zu verbessern und zielgerichtet eine passende (De-)Zentralisierung von Entscheidungen im Produktionsnetzwerk zu entwickeln.

In toto leistet der entwickelte Ansatz einen Beitrag zur Verbesserung des strategischen Fits in globalen Produktionsnetzwerken. Er trägt zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit von produzierenden Unternehmen bei. Schwerpunktmäßig wurden empirische Analysen zur Bestimmung von Formen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen sowie von Wirkzusammenhängen zwischen diesen und der Strategie sowie der Komplexität durchgeführt. Zukünftige Forschungsvorhaben sollten sich vermehrt mit der digitalisierten und nachhaltigen Gestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen beschäftigen.

## 10 Liste eigener Veröffentlichungen

Benfer et al. 2021

Benfer, M.; Verhaelen, B.; Peukert, S. & Lanza, G. (2021), „Resilience Measures in Global Production Networks: A Literature Review and Conceptual Framework“, *Die Unternehmung*, 75(4), S. 491–520.

Brützel et al. 2021

Brützel, O.; Küppers, F.; Overbeck, L.; Stricker, N.; Verhaelen, B. & Lanza, G. (2021), „Eine automatisierungsgerechte robuste Produktionsplanung“, *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 116(1-2), S. 44–48.

Lanza et al. 2019

Lanza, G.; Häfner, B.; Verhaelen, B. & Peukert, S. (2019), „Produktionsnetzwerke und Fabriktypen der Zukunft“, *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 114(12), S. 797–801.

Lanza et al. 2020

Lanza, G.; Schuh, G.; Friedli, T.; Verhaelen, B.; Rodemann, N. & Remling, D. (2020), „Transformation globaler Produktionsnetzwerke“, *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 115(4), S. 196–199.

Moser et al. 2021

Moser, E.; Verhaelen, B.; Haefner, B. & Lanza, G. (2021), „Configuration and optimization of migration planning in global production networks“, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 35(1), S. 803–818.

Ungermann et al. 2019

Ungermann, F.; Jacob, A.; Verhaelen, B.; Itterheim, A.; Park, Y.-B.; Stricker, N. & Lanza, G. (2019), „Die Zukunft der Kennzahlensysteme– Unternehmenssteuerung durch ein ganzheitliches KPI-Netzwerk auf Basis eines Digital Twins“, *Industrie 4.0 Management*, 35(5), S. 25–29.

Verhaelen et al. 2021

Verhaelen, B.; Mayer, F.; Peukert, S. & Lanza, G. (2021), „A comprehensive KPI network for the performance measurement and management in global production networks“, *Production Engineering*, 15(5), S. 635–650.

Verhaelen, Haefner & Lanza 2019

Verhaelen, B.; Haefner, B. & Lanza, G. (2019), „Scalable and flexible production ramp-up in global production networks - a strategic network approach“, *Proceedings of the 26<sup>th</sup> European Operations Management Association. Operations adding value to society*, Hrsg. G. Kovács & M. Kuula, 26<sup>th</sup> EurOMA Conference, 17.-19.6.2019, Helsinki, Finland. Helsinki, Hanken School of Economics, S. 317–326.

## Verhaelen, Haefner &amp; Lanza 2021

Verhaelen, B.; Haefner, B. & Lanza, G. (2021), „Methodology for the strategy-oriented distribution of decision autonomy in global production networks“, *Procedia CIRP*, 96(2), S. 15–20.

## Verhaelen et al. 2020

Verhaelen, B.; Kehm, F.; Häfner, B. & Lanza, G. (2020), „Reaktion auf Störungen globaler Produktionsanläufe“, *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 115(7-8), S. 492–496.

## Verhaelen &amp; Lanza 2021

Verhaelen, B. & Lanza, G. (2021), „Decision-making autonomy of production plants in global production networks – Analysis of the interplay between strategy and decisions“, *Proceedings of the 28<sup>th</sup> European Operations Management Association. Managing the "new normal": The future of Operations and Supply Chain Management in unprecedented times*, Hrsg. C. Blome, 28<sup>th</sup> EurOMA Conference, 5.-7.7.2021, Berlin, Germany. Sussex, University of Sussex, S. 281-290.

## Verhaelen et al. 2019a

Verhaelen, B.; Thomas, K.; Häfner, B.; Lanza, G. & Schuh, G. (2019), „Potenziale datenbasierter Produktallokationen“, *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 114(3), S. 96–100.

## Verhaelen et al. 2019b

Verhaelen, B.; Treber, S.; Häfner, B. & Lanza, G. (2019), „Standortgerechter Produktionsanlauf im Netzwerk“, *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 114(3), S. 110–114.

## 11 Literaturverzeichnis

Verweise gemäß dem Schema *A\_Nachname Jahr* beziehen sich auf studentische Arbeiten am wbk des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), die vom Verfasser der Dissertation angeleitet wurden.

A\_Bazlen 2019

Bazlen, F. (2019), *Entwicklung eines Modells zur Planung der Migration von Produktionsstandorten hin zu autonomen Werken innerhalb eines globalen Produktionsnetzwerkes am Beispiel der Marquardt GmbH*. Masterarbeit, Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, wbk Institut für Produktionstechnik.

A\_Rahier 2021

Rahier, A.-C. (2021), *Gestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken unter Berücksichtigung der strategischen Ausrichtung, der Komplexität und des Einsatzes von Digitalisierungstechnologien*. Masterarbeit, Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, wbk Institut für Produktionstechnik.

A\_Weil 2021

Weil, H. (2021), *Entwicklung eines empirischen Modells zur Erklärung der Zusammenhänge zwischen strategischen Zielen, Komplexitäten und der Zentralität von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken*. Masterarbeit, Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, wbk Institut für Produktionstechnik.

Abele et al. 2008

Abele, E.; Meyer, T.; Näher, U.; Strube, G. & Sykes, R. (Hrsg.) (2008), *Global Production. A Handbook for Strategy and Implementation*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783540716532.

Abele, Kluge & Näher 2006

Abele, E.; Kluge, J. & Näher, U. (2006), *Handbuch globale Produktion*, Hanser, München. ISBN: 9783446406100.

Amason et al. 1995

Amason, A. C.; Thompson, K. R.; Hochwarter, W. A. & Harrison, A. W. (1995), „Conflict: An important dimension in successful management teams“, *Organizational Dynamics*, 24(2), S. 20–35.

Ambos, Andersson & Birkinshaw 2010

Ambos, T. C.; Andersson, U. & Birkinshaw, J. (2010), „What are the consequences of initiative-taking in multinational subsidiaries?“, *Journal of International Business Studies*, 41(7), S. 1099–1118.

Andersen 2004

Andersen, T. J. (2004), „Integrating Decentralized Strategy Making and Strategic Planning Processes in Dynamic Environments“, *Journal of Management Studies*, 41(8), S. 1271–1299.

Arellano et al. 2020

Arellano, M. C.; Sancha, C.; Netland, T. & Gimenez Thomsen, C. (2020), „Manufacturing network integration and culture: an institution-based view“, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(6), S. 1121–1143.

Arndt 2018

Arndt, T. (2018), *Bewertung und Steigerung der Prozessqualität in globalen Produktionsnetzwerken*. Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie, Shaker, Aachen. ISBN: 9783844058512.

Backhaus et al. 2016

Backhaus, K.; Erichson, B.; Plinke, W. & Weiber, R. (2016), *Multivariate Analysemethoden*, Springer Gabler, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783662460757.

Barnes 2008

Barnes, D. (2008), *Operations management. An international perspective*, Cengage Learning, London. ISBN: 9781844805341.

Bea & Haas 2019

Bea, F. X. & Haas, J. (2019), *Strategisches Management*, UTB, Stuttgart. ISBN: 9783825287535.

Beer 2014

Beer, A. (2014), *Der Bullwhip-Effekt in einem komplexen Produktionsnetzwerk. Entwicklung eines realitätsadäquaten Simulationsmodells in Anlehnung an ein Realexperiment und Quantifizierung der Wirksamkeit von Maßnahmen gegen den Bullwhip-Effekt*. Dissertation, Universität Duisburg-Essen, Springer Gabler, Wiesbaden. ISBN: 9783658061173.

## Bertalanffy 1968

Bertalanffy, L. von (1968), *General System Theory. Foundations, Development, Applications*, George Braziller, New York.

## Beugelsdijk &amp; Jindra 2018

Beugelsdijk, S. & Jindra, B. (2018), „Product innovation and decision-making autonomy in subsidiaries of multinational companies“, *Journal of World Business*, 53(4), S. 529–539.

## Birkinshaw, Hood &amp; Young 2005

Birkinshaw, J.; Hood, N. & Young, S. (2005), „Subsidiary entrepreneurship, internal and external competitive forces, and subsidiary performance“, *International Business Review*, 14(2), S. 227–248.

## Birkinshaw &amp; Morrison 1995

Birkinshaw, J. M. & Morrison, A. J. (1995), „Configurations of Strategy and Structure in Subsidiaries of Multinational Corporations“, *Journal of International Business Studies*, 26(4), S. 729–753.

## Blecker &amp; Kaluza 2003

Blecker, T. & Kaluza, B. (2003), *Forschung zu Produktionsstrategien. Ergebnisse und Entwicklungsperspektiven*, Universität Klagenfurt, Klagenfurt. ISBN: 9783854960247.

## Bliss 2000

Bliss, C. (2000), *Management von Komplexität. Ein integrierter, systemtheoretischer Ansatz zur Komplexitätsreduktion*, Gabler, Wiesbaden. ISBN: 9783663107200.

## Börsig 2008

Börsig, C. (2008), „Globalisierung als Chance für Wachstum und Wohlstand — Eine deutsche Standortbestimmung“, *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, 60(6), S. 618–629.

## Boßow-Thies &amp; Panten 2009

Boßow-Thies, S. & Panten, G. (2009), „Analyse kausaler Wirkungszusammenhänge mit Hilfe von Partial Least Squares (PLS)“ in *Methodik der empirischen Forschung*, Hrsg. S. Albers, D. Klapper, U. Konradt, A. Walter & J. Wolf, Gabler Verlag, Wiesbaden, S. 365–380.

Brick & Kalton 1996

Brick, J. M. & Kalton, G. (1996), „Handling missing data in survey research“, *Statistical methods in medical research*, 5(3), S. 215–238.

Bryman & Bell 2015

Bryman, A. & Bell, E. (2015), *Business research methods*, Oxford University Press, Oxford. ISBN: 9780199668649.

Bucic & Gudergan 2004

Bucic, T. & Gudergan, S. P. (2004), „The Impact of Organizational Settings on Creativity and Learning in Alliances“, *Management*, 7(3), S. 257–273.

Budde 2015

Budde, L. (2015), *Integriertes Komplexitätsmanagement in produzierenden Unternehmen. Ein Modell zur Bewertung von Komplexität*. Dissertation, Universität St.Gallen, St. Gallen.

Bünting 2013

Bünting, F. (2013), *Vom Messen von Prozessen zum Steuern von Unternehmen.: Ein Leitfaden von der Kennzahl zum Wirkmodell*, VDMA Verlag, Frankfurt am Main. ISBN: 9783816306504.

Butollo 2020

Butollo, F. (2020), „Digitalization and the geographies of production: Towards reshoring or global fragmentation?“, *Competition & Change*, 25(2), S. 259–278.

Cappelli & Cini 2020

Cappelli, A. & Cini, E. (2020), „Will the COVID-19 pandemic make us reconsider the relevance of short food supply chains and local productions?“, *Trends in food science & technology*, 99, S. 566–567.

Carifio & Perla 2007

Carifio, J. & Perla, R. J. (2007), „Ten Common Misunderstandings, Misconceptions, Persistent Myths and Urban Legends about Likert Scales and Likert Response Formats and their Antidotes“, *Journal of Social Sciences*, 3(3), S. 106–116.

Chandler 2003

Chandler, A. D. (2003), *Strategy and structure: chapters in the history of the American industrial enterprise*, Beard Books, Washington. ISBN: 9781587981982.

## Cheng &amp; Farooq 2018

Cheng, Y. & Farooq, S. (2018), „The role of plants in manufacturing networks: A revisit and extension“, *International Journal of Production Economics*, 206, S. 15–32.

## Cheng, Farooq &amp; Johansen 2011

Cheng, Y.; Farooq, S. & Johansen, J. (2011), „Manufacturing network evolution: a manufacturing plant perspective“, *International Journal of Operations & Production Management*, 31(12), S. 1311–1331.

## Claver-Cortés, Pertusa-Ortega &amp; Molina-Azorín 2012

Claver-Cortés, E.; Pertusa-Ortega, E. M. & Molina-Azorín, J. F. (2012), „Characteristics of organizational structure relating to hybrid competitive strategy: Implications for performance“, *Journal of Business Research*, 65(7), S. 993–1002.

## Cohen 1992

Cohen, J. (1992), „A power primer“, *Psychological bulletin*, 112(1), S. 155–159.

## Colotla, Shi &amp; Gregory 2003

Colotla, I.; Shi, Y. & Gregory, M. J. (2003), „Operation and performance of international manufacturing networks“, *International Journal of Operations & Production Management*, 23(10), S. 1184–1206.

## Dangayach &amp; Deshmukh 2001

Dangayach, G. S. & Deshmukh, S. G. (2001), „Manufacturing strategy“, *International Journal of Operations & Production Management*, 21(7), S. 884–932.

## Deflorin 2007

Deflorin, P. (2007), *Fähigkeiten zur Umsetzung hybrider Produktionsstrategien in der Schweiz*. Dissertation, Universität St.Gallen, St. Gallen.

## Dillman 2000

Dillman, D. A. (2000), *Mail and internet surveys. The tailored design method*, Wiley, New York. ISBN: 9780471323549.

## Donaldson 2001

Donaldson, L. (2001), *The Contingency Theory of Organizations*, Sage Publications, Los Angeles. ISBN: 9780761915744.

Dörner & Bick 1983

Dörner, D. & Bick, T. (1983), *Lohhausen. Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität*, Huber, Bern. ISBN: 9783456812168.

Eisend & Kuß 2021

Eisend, M. & Kuß, A. (2021), *Grundlagen empirischer Forschung. Zur Methodologie in der Betriebswirtschaftslehre*, Springer Gabler, Wiesbaden. ISBN: 9783658328894.

Feldmann et al. 2013

Feldmann, A.; Olhager, J.; Fleet, D. & Shi, Y. (2013), „Linking networks and plant roles: the impact of changing a plant role“, *International Journal of Production Research*, 51(19), S. 5696–5710.

Feldmann & Olhager 2013

Feldmann, A. & Olhager, J. (2013), „Plant roles“, *International Journal of Operations & Production Management*, 33(6), S. 722–744.

Ferdows 1997

Ferdows, K. (1997), „Making the Most of Foreign Factories“, *Harvard business review*, 75(3-4), S. 73–88.

Ferdows 2006

Ferdows, K. (2006), „Transfer of Changing Production Know-How“, *Production and Operations Management*, 15(1), S. 1–9.

Ferdows 2018

Ferdows, K. (2018), „Keeping up with growing complexity of managing global operations“, *International Journal of Operations & Production Management*, 38(2), S. 390–402.

Fornell & Larcker 1981

Fornell, C. & Larcker, D. F. (1981), „Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error“, *Journal of Marketing Research*, 18(1), S. 39–50.

Forza 2002

Forza, C. (2002), „Survey research in operations management: a process-based perspective“, *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), S. 152–194.

## Frese 1992

Frese, E. (Hrsg.) (1992), *Handwörterbuch der Organisation*, Schäffer-Poeschel, Stuttgart. ISBN: 9783791080277.

## Friedli, Lanza &amp; Remling 2021

Friedli, T.; Lanza, G. & Remling, D. (Hrsg.) (2021), *Global Manufacturing Management. From Excellent Plants Toward Network Optimization*, Springer International Publishing, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783030727390.

## Friedli &amp; Schuh 2012

Friedli, T. & Schuh, G. (2012), *Wettbewerbsfähigkeit der Produktion an Hochlohnstandorten*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783642302756.

## Friedli, Thomas &amp; Mundt 2013

Friedli, T.; Thomas, S. & Mundt, A. (2013), *Management globaler Produktionsnetzwerke*, Hanser, München. ISBN: 9783446434493.

## Gammelgaard et al. 2012

Gammelgaard, J.; McDonald, F.; Stephan, A.; Tüselmann, H. & Dörrenbächer, C. (2012), „The impact of increases in subsidiary autonomy and network relationships on performance“, *International Business Review*, 21(6), S. 1158–1172.

## Gates &amp; Egelhoff 1986

Gates, S. R. & Egelhoff, W. G. (1986), „Centralization in Headquarters–Subsidiary Relationships“, *Journal of International Business Studies*, 17(2), S. 71–92.

## Gereffi 2020

Gereffi, G. (2020), „What does the COVID-19 pandemic teach us about global value chains? The case of medical supplies“, *Journal of International Business Policy*, 3(3), S. 287–301.

## Gerschberger, Manuj &amp; Freinberger 2017

Gerschberger, M.; Manuj, I. & Freinberger, P. (2017), „Investigating supplier-induced complexity in supply chains“, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 47(8), S. 688–711.

## Gießmann &amp; Lasch 2010

Gießmann, M. & Lasch, R. (2010), „Der Einfluss der Beschaffungskomplexität auf den Logistikerfolg“ in *Supply Management Research*, Hrsg. R. Bogaschewsky, M. Eßig, R. Lasch & W. Stölzle, Gabler, Wiesbaden, S. 149–196.

## Göpfert 1998

Göpfert, J. (1998), *Modulare Produktentwicklung. Zur gemeinsamen Gestaltung von Technik und Organisation*, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden. ISBN: 9783663081524.

## Größler, Grübner &amp; Milling 2006

Größler, A.; Grübner, A. & Milling, P. M. (2006), „Organisational adaptation processes to external complexity“, *International Journal of Operations & Production Management*, 26(3), S. 254–281.

## Haberfellner, Weck &amp; Fricke 2019

Haberfellner, R.; Weck, O. de & Fricke, E. (2019), *Systems Engineering. Fundamentals and Applications*, Birkhäuser, Basel. ISBN: 9783030134310.

## Hagedorn 1994

Hagedorn, A. (1994), *Modellgestützte Planung und Kontrolle von Produktionsstandorten*, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden. ISBN: 9783824401987.

## Hair et al. 2014

Hair, J. F.; Babin, B. J.; Anderson, R. E. & Black, W. C. (2014), *Multivariate data analysis*, Pearson, Harlow. ISBN: 9781292021904.

## Hall &amp; Saias 1980

Hall, D. J. & Saias, M. A. (1980), „Strategy follows structure!“, *Strategic Management Journal*, 1(2), S. 149–163.

## Hayes et al. 2005

Hayes, R. H.; Pisano, G. P.; Upton, D. & Wheelwright, S. C. (2005), *Operations, strategy, and technology. Pursuing the competitive edge*, Wiley, Hoboken, NJ. ISBN: 9780471655794.

## Hayes &amp; Wheelwright 1984

Hayes, R. H. & Wheelwright, S. C. (1984), *Restoring our competitive edge. Competing through manufacturing*, Wiley, New York. ISBN: 9780471051596.

## Heiss &amp; Matthes 2018

Heiss, R. & Matthes, J. (2018), „Operationalisierung und Messung“ in *Handbuch Methoden der Politikwissenschaft*, Hrsg. C. Wagemann, A. Goerres & M. Siewert, Springer, Wiesbaden, S. 1–16.

## Hill 2000

Hill, T. (2000), *Manufacturing strategy. Text and cases*, Palgrave, Basingstoke, Hampshire. ISBN: 9780333762226.

## Hoeschen 2015

Hoeschen, A. (2015), *Komplexitätsorientierte Wertschöpfungsverteilung in multinationalen Produktionssystemen*. Dissertation, RWTH Aachen, Aachen.

## Hungenberg 1995

Hungenberg, H. (1995), *Zentralisation und Dezentralisation. Strategische Entscheidungsverteilung in Konzernen*. Habilitation, Justus-Liebig-Universität Gießen, Springer Fachmedien, Wiesbaden. ISBN: 9783409132602.

## Hungenberg 2014

Hungenberg, H. (2014), *Strategisches Management in Unternehmen. Ziele - Prozesse - Verfahren*, Springer Gabler, Wiesbaden. ISBN: 9783658066802.

## Jansen 2016

Jansen, S. A. (2016), *Mergers & Acquisitions. Unternehmensakquisitionen und -kooperationen. Eine strategische, organisatorische und kapitalmarkttheoretische Einführung*, Springer Gabler, Wiesbaden. ISBN: 9783834947727.

## Kaipia 2007

Kaipia, R. (2007), *Supply chain coordination - studies on planning and information sharing mechanisms*, Dissertation, Helsinki University of Technology, Espoo.

## Kaiser 1995

Kaiser, A. (1995), *Integriertes Variantenmanagement mit Hilfe der Prozesskostenrechnung*. Dissertation, Universität St.Gallen, St. Gallen.

## Kamiske 2015

Kamiske, G. F. (Hrsg.) (2015), *Handbuch QM-Methoden. Die richtige Methode auswählen und erfolgreich umsetzen*, Hanser, München. ISBN: 9783446444416.

## Kaufmann 2007

Kaufmann, M. (2007), *Der Baum der Kybernetik. Die Entwicklungslinien der Kybernetik von den historischen Grundlagen bis zu ihren aktuellen Ausformungen*, Pro-Eval, Dornbirn. ISBN: 9783200010482.

## Kawai &amp; Strange 2014

Kawai, N. & Strange, R. (2014), „Subsidiary autonomy and performance in Japanese multinationals in Europe“, *International Business Review*, 23(3), S. 504–515.

## Kellner, Lienland &amp; Lukesch 2018

Kellner, F.; Lienland, B. & Lukesch, M. (2018), *Produktionswirtschaft. Planung, Steuerung und Industrie 4.0*, Springer Gabler, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783662543405.

## Keupp, Palmié &amp; Gassmann 2011

Keupp, M. M.; Palmié, M. & Gassmann, O. (2011), „Achieving Subsidiary Integration in International Innovation by Managerial “Tools”“, *Management International Review*, 51(2), S. 213–239.

## Kim, Sting &amp; Loch 2014

Kim, Y. H.; Sting, F. J. & Loch, C. H. (2014), „Top-down, bottom-up, or both? Toward an integrative perspective on operations strategy formation“, *Journal of Operations Management*, 32(7-8), S. 462–474.

## Kinkel &amp; Maloca 2009

Kinkel, S. & Maloca, S. (2009), „Drivers and antecedents of manufacturing offshoring and backshoring - A German perspective“, *Journal of Purchasing and Supply Management*, 15(3), S. 154–165.

## Kirchhof 2003

Kirchhof, R. (2003), *Ganzheitliches Komplexitätsmanagement. Grundlagen und Methodik des Umgangs mit Komplexität im Unternehmen*, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden. ISBN: 9783663101291.

## Klarmann &amp; Feurer 2018

Klarmann, M. & Feurer, S. (2018), „Control Variables in Marketing Research“, *Marketing ZFP*, 40(2), S. 26–40.

## Krallmann, Frank &amp; Gronau 2002

Krallmann, H.; Frank, H. & Gronau, N. (2002), *Systemanalyse im Unternehmen. Vorgehensmodelle, Modellierungsverfahren und Gestaltungsoptionen*, Oldenbourg, München. ISBN: 9783486272031.

Kristiansen & Bloch-Poulsen 2021

Kristiansen, M. & Bloch-Poulsen, J. (2021), *Action research in organizations. Participation in change processes*, Verlag Barbara Budrich, Leverkusen-Opladen. ISBN: 9783847424451.

Kubicek 1977

Kubicek, H. (1977), *Empirische und handlungstheoretische Forschungskonzeption in der Betriebswirtschaftslehre*, Poeschel, Stuttgart. ISBN: 3791002147.

Lang et al. 2014

Lang, M.; Deflorin, P.; Dietl, H. & Lucas, E. (2014), „The Impact of Complexity on Knowledge Transfer in Manufacturing Networks“, *Production and Operations Management*, 23(11), S. 1886–1898.

Lanza et al. 2019

Lanza, G.; Ferdows, K.; Kara, S.; Mourtzis, D.; Schuh, G.; Váncza, J.; Wang, L. & Wiendahl, H.-P. (2019), „Global production networks: Design and operation“, *CIRP Annals*, 68(2), S. 823–841.

Laux, Gillenkirch & Schenk-Mathes 2018

Laux, H.; Gillenkirch, R. M. & Schenk-Mathes, H. Y. (2018), *Entscheidungstheorie*, Springer Gabler, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783662578179.

Liebeck 2009

Liebeck, T. (2009), *Markt- und ressourcenorientierter Ansatz zur strategischen Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke*. Dissertation, Technische Universität Darmstadt, Shaker, Aachen. ISBN: 9783832278274.

Lohmer, Kossmann & Lasch 2021

Lohmer, J.; Kossmann, F. & Lasch, R. (2021), „Manufacturing strategy in multi-plant networks – a multi-case study on decision-making authority, network capabilities and competitive advantages“, *International Journal of Production Research*, 75(3), S. 1–22.

Lu & Beamish 2001

Lu, J. W. & Beamish, P. W. (2001), „The internationalization and performance of SMEs“, *Strategic Management Journal*, 22(6-7), S. 565–586.

Luczak & Fricker 1997

Luczak, H. & Fricker, A. (1997), „Komplexitätsmanagement — ein Mittel der strategischen Unternehmensgestaltung“ in *Komplexität und Agilität*, Hrsg. G. Schuh & H.-P. Wiendahl, Springer, Berlin, Heidelberg, S. 309–323.

Luo 2003

Luo, Y. (2003), „Market-seeking MNEs in an emerging market: How parent–subsidiary links shape overseas success“, *Journal of International Business Studies*, 34(3), S. 290–309.

Maritan, Brush & Karnani 2004

Maritan, C. A.; Brush, T. H. & Karnani, A. G. (2004), „Plant roles and decision autonomy in multinational plant networks“, *Journal of Operations Management*, 22(5), S. 489–503.

Matthes, Langhorst & Herzog 2008

Matthes, J.; Langhorst, C. & Herzog, B. (2008), *Deutschland in der Globalisierung. Auswirkungen und Handlungsansätze für eine bessere Balance zwischen Gewinnern und Verlierern*, KAS, Berlin. ISBN: 9783940955173.

Maue 2015

Maue, A. (2015), *Aufwandsorientierte Gestaltung des Produktionsanlaufs am Beispiel der Automobilproduktion*. Dissertation, RWTH Aachen, Apprimus, Aachen. ISBN: 9783863594008.

Mayers 1997

Mayers, B. (1997), *Prozeß- und Produktoptimierung mit Hilfe der statistischen Versuchsmethodik*. Dissertation, RWTH Aachen, Shaker, Aachen. ISBN: 9783826524974.

McDonald, Warhurst & Allen 2008

McDonald, F.; Warhurst, S. & Allen, M. (2008), „Autonomy, Embeddedness, and the Performance of Foreign Owned Subsidiaries“, *Multinational Business Review*, 16(3), S. 73–92.

Meijboom & Vos 2004

Meijboom, B. & Vos, B. (2004), „Site competence dynamics in international manufacturing networks: instrument development and a test in Eastern European factories“, *Journal of Purchasing and Supply Management*, 10(3), S. 127–136.

## Mengel 2017

Mengel, S. (2017), *The Alignment of International Manufacturing Networks. Towards a Fit between Strategy, Configuration, and Coordination*. Dissertation, Universität St.Gallen, St. Gallen.

## Meyer 2006

Meyer, T. (2006), *Globale Produktionsnetzwerke - Ein Modell zur kostenoptimierten Standortwahl*. Dissertation, Technische Universität Darmstadt, Shaker, Aachen. ISBN: 9783832249434.

## Miltenburg 2009

Miltenburg, J. (2009), „Setting manufacturing strategy for a company's international manufacturing network“, *International Journal of Production Research*, 47(22), S. 6179–6203.

## Monostori et al. 2016

Monostori, L.; Kádár, B.; Bauernhansl, T.; Kondoh, S.; Kumara, S.; Reinhart, G.; Sauer, O.; Schuh, G.; Sihn, W. & Ueda, K. (2016), „Cyber-physical systems in manufacturing“, *CIRP Annals*, 65(2), S. 621–641.

## Monteiro, Arvidsson &amp; Birkinshaw 2008

Monteiro, L. F.; Arvidsson, N. & Birkinshaw, J. (2008), „Knowledge Flows Within Multinational Corporations: Explaining Subsidiary Isolation and Its Performance Implications“, *Organization Science*, 19(1), S. 90–107.

## Moser 2017

Moser, E. (2017), *Migrationsplanung globaler Produktionsnetzwerke*. Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie, Shaker, Aachen. ISBN: 9783844057973.

## Mourtzis &amp; Doukas 2012

Mourtzis, D. & Doukas, M. (2012), „Decentralized manufacturing systems review: challenges and outlook“, *Logistics Research*, 5(3-4), S. 113–121.

## Mourtzis, Doukas &amp; Psarommatis 2012

Mourtzis, D.; Doukas, M. & Psarommatis, F. (2012), „A multi-criteria evaluation of centralized and decentralized production networks in a highly customer-driven environment“, *CIRP Annals*, 61(1), S. 427–430.

## Mundt 2012

Mundt, A. (2012), *The Architecture of Manufacturing Networks. Integrating the Coordination Perspective*. Dissertation, Universität St.Gallen, St. Gallen.

## Nell &amp; Andersson 2012

Nell, P. C. & Andersson, U. (2012), „The complexity of the business network context and its effect on subsidiary relational (over-) embeddedness“, *International Business Review*, 21(6), S. 1087–1098.

## Neuner 2009

Neuner, C. (2009), *Konfiguration internationaler Produktionsnetzwerke unter Berücksichtigung von Unsicherheit*. Dissertation, Universität Bayreuth, Gabler, Wiesbaden. ISBN: 9783834919120.

## Noormann 2017

Noormann, P. (Hrsg.) (2017), *Mehrstufige Eigenmarken. Eine empirische Analyse von Zielen, Erfolgsdeterminanten und Grenzen*, Springer Gabler, Wiesbaden. ISBN: 9783658160043.

## O'Donnell 2000

O'Donnell, S. W. (2000), „Managing foreign subsidiaries: agents of headquarters, or an interdependent network?“, *Strategic Management Journal*, 21(5), S. 525–548.

## Olhager &amp; Feldmann 2018

Olhager, J. & Feldmann, A. (2018), „Distribution of manufacturing strategy decision-making in multi-plant networks“, *International Journal of Production Research*, 56(1-2), S. 692–708.

## Olhager &amp; Feldmann 2021

Olhager, J. & Feldmann, A. (2021), „Linking plant roles and operations strategy decision-making autonomy in international manufacturing networks“, *International Journal of Production Research*, 75(2), S. 1–14.

## Patzak 1982

Patzak, G. (1982), *Systemtechnik — Planung komplexer innovativer Systeme*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York. ISBN: 9783540117834.

## Probst &amp; Gomez 1991

Probst, G. J. B. & Gomez, P. (1991), *Vernetztes Denken*, Gabler, Wiesbaden. ISBN: 9783322890733.

## Pümpin 1992

Pümpin, C. (1992), *Strategische Erfolgspositionen. Methodik der dynamischen strategischen Unternehmensführung*, Haupt, Bern. ISBN: 9783258042671.

## Rached, Bahroun &amp; Campagne 2016

Rached, M.; Bahroun, Z. & Campagne, J.-P. (2016), „Decentralised decision-making with information sharing vs. centralised decision-making in supply chains“, *International Journal of Production Research*, 54(24), S. 7274–7295.

## Riesenhuber 2009

Riesenhuber, F. (2009), „Großzahlige empirische Forschung“ in *Methodik der empirischen Forschung*, Hrsg. S. Albers, D. Klapper, U. Konradt, A. Walter & J. Wolf, Gabler Verlag, Wiesbaden, S. 1–16.

## Rittstieg 2018

Rittstieg, M. (2018), *Einflussfaktoren der Leistungsfähigkeit von Produktionsstandorten in globalen Produktionsnetzwerken*. Dissertation, RWTH Aachen, Apprimus, Aachen. ISBN: 9783863596699.

## Rose, Kumar &amp; Ibrahim 2008

Rose, R. C.; Kumar, N. & Ibrahim, H. I. (2008), „The effect of manufacturing strategy on organizational performance“, *Performance Improvement*, 47(1), S. 18–25.

## Rosenzweig &amp; Easton 2010

Rosenzweig, E. D. & Easton, G. S. (2010), „Tradeoffs in Manufacturing? A Meta-Analysis and Critique of the Literature“, *Production and Operations Management*, 19(2), S. 127–141.

## Roth &amp; Behme 1997

Roth, A. & Behme, W. (Hrsg.) (1997), *Organisation und Steuerung dezentraler Unternehmenseinheiten*, Gabler, Wiesbaden. ISBN: 9783409122221.

## Rudberg &amp; Olhager 2003

Rudberg, M. & Olhager, J. (2003), „Manufacturing networks and supply chains: an operations strategy perspective“, *Omega*, 31(1), S. 29–39.

Schenk, Wirth & Müller 2014

Schenk, M.; Wirth, S. & Müller, E. (2014), *Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Methoden für die wandlungsfähige, vernetzte und ressourceneffiziente Fabrik*, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783642054587.

Scherrer-Rathje et al. 2014

Scherrer-Rathje, M.; Deflorin, P.; Thomas, S. & Fischl, M. (2014), „The Whole Picture: Integrating Site and Network Dimensions in Site Roles“ in *International Operations Networks*, Hrsg. J. Johansen, S. Farooq & Y. Cheng, Springer, London, S. 13–28.

Schmaußer 2011

Schmaußer, T. (2011), *Die strategische Planung globaler Produktionsnetzwerke in der Automobilindustrie*. Dissertation, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, Cuvillier, Göttingen. ISBN: 9783869559100.

Schoeneberg 2014

Schoeneberg, K.-P. (2014), *Komplexitätsmanagement in Unternehmen*, Springer Gabler, Wiesbaden. ISBN: 9783658012830.

Schoenherr & Narasimhan 2012

Schoenherr, T. & Narasimhan, R. (2012), „The fit between capabilities and priorities and its impact on performance improvement: revisiting and extending the theory of production competence“, *International Journal of Production Research*, 50(14), S. 3755–3775.

Schuh et al. 2021

Schuh, G.; Gützlaff, A.; Ays, J. & Schlosser, T. X. (2021), „Framework for determining the degree of centralization in global production networks“, *Die Unternehmung*, 75(4), S. 537–551.

Schuh & Riesener 2017

Schuh, G. & Riesener, M. (2017), *Produktkomplexität managen. Strategien - Methoden - Tools*, Hanser, München. ISBN: 9783446453340.

Schuh & Stich 2012

Schuh, G. & Stich, V. (Hrsg.) (2012), *Produktionsplanung und -steuerung 1*, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783642254222.

## Schwer &amp; Hitz 2018

Schwer, K. & Hitz, C. (2018), „Designing Organizational Structure In The Age Of Digitization“, *Journal of Eastern European and Central Asian Research*, 5(1), S. 1–11.

## Shi 2003

Shi, Y. (2003), „Internationalisation and evolution of manufacturing systems: classic process models, new industrial issues, and academic challenges“, *Integrated Manufacturing Systems*, 14(4), S. 357–368.

## Shi &amp; Gregory 1998

Shi, Y. & Gregory, M. (1998), „International manufacturing networks-to develop global competitive capabilities“, *Journal of Operations Management*, 16(2-3), S. 195–214.

## Skinner 1969

Skinner, W. (1969), „Manufacturing - Missing Link in Corporate Strategy“, *Harvard business review*(47), S. 1-9.

## Slack &amp; Lewis 2002

Slack, N. & Lewis, M. (2002), *Operations strategy*, Financial Times/Prentice Hall, Harlow. ISBN: 9780273637813.

## Slack &amp; Lewis 2011

Slack, N. & Lewis, M. (2011), *Operations strategy*, Prentice Hall, Harlow. ISBN: 9780273740445.

## Sommerhäuser 2003

Sommerhäuser, L. (2003), *Der Weg zur richtigen Entscheidung. Ein Modell zur qualitätsorientierten Unterstützung von Entscheidungen in Prozessen*. Dissertation, RWTH Aachen, Shaker, Aachen. ISBN: 9783832221652.

## Stricker 2016

Stricker, N. (2016), *Robustheit verketteter Produktionssysteme*. Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie, Shaker, Aachen. ISBN: 9783844048018.

## Szwejcjewski, Sweeney &amp; Cousens 2016

Szwejcjewski, M.; Sweeney, M. T. & Cousens, A. (2016), „The strategic management of manufacturing networks“, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(1), S. 124–149.

Taggart & Hood 1999

Taggart, J. & Hood, N. (1999), „Determinants of autonomy in multinational corporation subsidiaries“, *European Management Journal*, 17(2), S. 226–236.

Thangavel, Pathak & Chandra 2021

Thangavel, P.; Pathak, P. & Chandra, B. (2021), „Covid-19: Globalization - Will the Course Change?“, *The Journal of Business Perspective*, 26(1), S. 1–4.

Thomas 2013

Thomas, S. (2013), *Produktionsnetzwerksysteme. Ein Weg zu effizienten Produktionsnetzwerken*. Dissertation, Universität St.Gallen, St. Gallen.

Thomas et al. 2015

Thomas, S.; Scherrer-Rathje, M.; Fischl, M. & Friedli, T. (2015), „Linking network targets and site capabilities: A conceptual framework to determine site contributions to strategic manufacturing network targets“, *International Journal of Operations & Production Management*, 35(12), S. 1710–1734.

Thomas 2015

Thomas, S. (2015), *Towards an integrated management of sites in a global manufacturing network. A site role portfolio approach*. Dissertation, Universität St.Gallen, St. Gallen.

Thommen et al. 2017

Thommen, J.-P.; Achleitner, A.-K.; Gilbert, D. U.; Hachmeister, D. & Kaiser, G. (2017), *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, Springer Gabler, Wiesbaden. ISBN: 9783658077679.

Treber 2020

Treber, S. (2020), *Transparenzsteigerung in Produktionsnetzwerken. Verbesserung des Störungsmanagements durch verstärkten Informationsaustausch*. Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie, Shaker, Aachen. ISBN: 9783844074789.

Ulrich, Dyllick & Probst 1984

Ulrich, H.; Dyllick, T. & Probst, G. (1984), *Management*, P. Haupt, Bern. ISBN: 9783258034461.

## Ulrich &amp; Probst 1995

Ulrich, H. & Probst, G. J. B. (1995), *Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln. Ein Brevier für Führungskräfte*, P. Haupt, Bern. ISBN: 9783258051826.

## Urban &amp; Mayerl 2018

Urban, D. & Mayerl, J. (2018), *Angewandte Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Praxis*, Springer, Wiesbaden. ISBN: 9783658019143.

## Váncza et al. 2011

Váncza, J.; Monostori, L.; Lutters, D.; Kumara, S. R.; Tseng, M.; Valckenaers, P. & van Brussel, H. (2011), „Cooperative and responsive manufacturing enterprises“, *CIRP Annals*, 60(2), S. 797–820.

## Váncza 2016

Váncza, J. (2016), *Production Networks*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783642206160.

## Varandani 2014

Varandani, R. M. (2014), *Managementkomplexität als Gestaltungsgröße kostenoptimierter globaler Produktionsnetzwerke*. Dissertation, RWTH Aachen, Apprimus, Aachen. ISBN: 9783863592097.

## Venkatraman &amp; Camillus 1984

Venkatraman, N. & Camillus, J. C. (1984), „Exploring the Concept of "Fit" in Strategic Management“, *The Academy of Management Review*, 9(3), S. 513.

## Vereecke &amp; van Dierdonck 2002

Vereecke, A. & van Dierdonck, R. (2002), „The strategic role of the plant: testing Ferdows's model“, *International Journal of Operations & Production Management*, 22(5), S. 492–514.

## Vereecke, van Dierdonck &amp; Meyer 2006

Vereecke, A.; van Dierdonck, R. & Meyer, A. de (2006), „A Typology of Plants in Global Manufacturing Networks“, *Management Science*, 52(11), S. 1737–1750.

## Verhaelen, Haefner &amp; Lanza 2021

Verhaelen, B.; Haefner, B. & Lanza, G. (2021), „Methodology for the strategy-oriented distribution of decision autonomy in global production networks“, *Procedia CIRP*, 96(2), S. 15–20.

## Verhaelen &amp; Lanza 2021

Verhaelen, B. & Lanza, G. (2021), „Decision-making autonomy of production plants in global production networks – Analysis of the interplay between strategy and decisions“, *Proceedings of the 28th European Operations Management Association. Managing the "new normal": The future of Operations and Supply Chain Management in unprecedented times*, Hrsg. C. Blome, 28th EurOMA Conference, 5.-7.7.2021, Berlin, Germany. Sussex, University of Sussex, S. 281-290.

## Vester 2001

Vester, F. (2001), *Die Kunst vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität*, DVA, Stuttgart. ISBN: 9783421053084.

## Vlados 2020

Vlados, C. (2020), „The Dynamics of the Current Global Restructuring and Contemporary Framework of the US–China Trade War“, *Global Journal of Emerging Market Economies*, 12(1), S. 1–23.

## Walter &amp; Rack 2009

Walter, S. G. & Rack, O. (2009), „Eine anwendungsbezogene Einführung in die Hierarchische Lineare Modellierung (HLM)“ in *Methodik der empirischen Forschung*, Hrsg. S. Albers, D. Klapper, U. Konradt, A. Walter & J. Wolf, Gabler Verlag, Wiesbaden, S. 381–396.

## Warnecke 1999

Warnecke, H.-J. (Hrsg.) (1999), *Vom Fraktal zum Produktionsnetzwerk. Unternehmenskooperationen erfolgreich gestalten*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783540645252.

## Weinreich 2016

Weinreich, U. (2016), *Lean Digitization*, Springer Gabler, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783662505014.

## Westkämper &amp; Decker 2006

Westkämper, E. & Decker, M. (2006), *Einführung in die Organisation der Produktion*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783540307648.

## Westkämper &amp; Löffler 2016

Westkämper, E. & Löffler, C. (2016), *Strategien der Produktion. Technologien*,

*Konzepte und Wege in die Praxis*, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783662489130.

Westphal 2001

Westphal, J. R. (2001), *Komplexitätsmanagement in der Produktionslogistik. Ein Ansatz zur flussorientierten Gestaltung und Lenkung heterogener Produktionssysteme*, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden. ISBN: 9783663086444.

Wiech et al. 2020

Wiech, M.; Boffelli, A.; Elbe, C.; Carminati, P.; Friedli, T. & Kalchschmidt, M. (2020), „Implementation of big data analytics and Manufacturing Execution Systems: an empirical analysis in German-speaking countries“, *Production Planning & Control*, 20, S. 1–16.

Wiendahl et al. 2007

Wiendahl, H.-P.; ElMaraghy, H. A.; Nyhuis, P.; Zäh, M. F.; Wiendahl, H.-H.; Duffie, N. & Brieke, M. (2007), „Changeable Manufacturing - Classification, Design and Operation“, *CIRP Annals*, 56(2), S. 783–809.

Wildemann 1999

Wildemann, H. (1999), „Komplexität. Vermeiden oder beherrschen lernen“, *Harvard Business Manager*, 21(6), S. 30–42.

Wildemann & Voigt 2011

Wildemann, H. & Voigt, K.-I. (2011), *Komplexitätsindex-Tool: Entscheidungsgrundlagen für die Produktprogrammgestaltung bei KMU*, TCW, München. ISBN: 9783941967090.

Xiaosong Peng, Schroeder & Shah 2011

Xiaosong Peng, D.; Schroeder, R. G. & Shah, R. (2011), „Competitive priorities, plant improvement and innovation capabilities, and operational performance“, *International Journal of Operations & Production Management*, 31(5), S. 484–510.

Yeung & Coe 2015

Yeung, H. W.-c. & Coe, N. M. (2015), „Toward a Dynamic Theory of Global Production Networks“, *Economic Geography*, 91(1), S. 29–58.

Young & Tavares 2004

Young, S. & Tavares, A. T. (2004), „Centralization and autonomy: back to the future“, *International Business Review*, 13(2), S. 215–237.

Zajac, Kraatz & Bresser 2000

Zajac, E. J.; Kraatz, M. S. & Bresser, R. K. F. (2000), „Modeling the dynamics of strategic fit: a normative approach to strategic change“, *Strategic Management Journal*, 21(4), S. 429–453.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Herausforderungen der Entscheidungsautonomie in Produktionsnetzwerken (Eigene Darstellung)	3
Abbildung 1-2: Gestaltungsorientierter Bezugsrahmen zur (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken als Forschungsrahmen	4
Abbildung 2-1: Produktionsnetzwerk und Abgrenzung der Lieferkette in Anlehnung an Treber (2020, S. 8)	11
Abbildung 2-2: Planungsaufgaben der globalen Produktion in Anlehnung an Lanza et al. (2019, S. 825)	13
Abbildung 2-3: Zusammenspiel von Strategien, Strukturen und Systemen in Anlehnung an Hungenberg (2014, S. 8)	14
Abbildung 2-4: Ziele der Zentralisierung bzw. Dezentralisierung in Anlehnung an Hungenberg (1995, S. 103)	20
Abbildung 2-5: System-Umwelt-Beziehung in Anlehnung an Göpfert (1998, S. 13)	21
Abbildung 2-6: Systemkomplexität in Anlehnung an Schuh & Riesener (2017, S. 11)	23
Abbildung 2-7: Charakterisierung der Komplexität in Anlehnung an Kirchhof (2003, S. 17)	23
Abbildung 2-8: Zusammenspiel von externer und interner Komplexität in Anlehnung an Kaiser (1995, S. 101)	25
Abbildung 2-9: Schritte der Methode des vernetzten Denkens in Anlehnung an Probst & Gomez (1991, S. 8)	28
Abbildung 2-10: Einfluss- und Intensitätsmatrix in Anlehnung an Probst & Gomez (1991, S. 13 f.)	29
Abbildung 2-11: Strukturierung multivariater Analysemethoden in Anlehnung an (Backhaus et al. 2016, S. 15)	31
Abbildung 2-12: Ablaufschritte der Regressionsanalyse in Anlehnung an Backhaus et al. (2016, S. 69)	35

Abbildung 4-1: Übersicht des Lösungsansatzes zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie in globalen Produktionsnetzwerken	55
Abbildung 5-1: Übersicht der Betrachtungsbereiche des gestaltungsorientierten Bezugsrahmens der Arbeit (Eigene Darstellung)	56
Abbildung 5-2: Methode zur Definition der Elemente der Betrachtungsbereiche (Eigene Darstellung)	58
Abbildung 5-3: Elemente des Betrachtungsbereiches „Strategie“ (Eigene Darstellung)	60
Abbildung 5-4: Elemente des Betrachtungsbereiches „Leistungsfähigkeit und Netzwerkfähigkeiten“ (Eigene Darstellung)	61
Abbildung 5-5: Ishikawa-Methode zur Identifizierung relevanter Komplexitätsfaktoren (Eigene Darstellung)	62
Abbildung 5-6: Ergebnis der Einflussmatrix: Elemente des Betrachtungsbereiches „Komplexität“ (Eigene Darstellung)	64
Abbildung 5-7: Elemente des Betrachtungsbereiches „Entscheidungen“ (Eigene Darstellung)	65
Abbildung 5-8: Theoretische Muster der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken (Eigene Darstellung, i.A.a. Olhager & Feldmann (2018, S. 701))	68
Abbildung 5-9: Theoretische Wirkzusammenhänge zwischen der Strategie und der Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)	72
Abbildung 5-10: Theoretische Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)	74
Abbildung 5-11: Theoretische Wirkzusammenhänge zwischen der externen Komplexität und der Strategie (Eigene Darstellung)	76
Abbildung 5-12: Theoretische Wirkzusammenhänge zwischen der Zentralisierung von Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit sowie Netzwerkfähigkeiten (Eigene Darstellung)	78
Abbildung 5-13: Zusammenfassung der theoretischen Wirkzusammenhänge (Eigene Darstellung)	79

---

Abbildung 5-14: Signifikante Wirkzusammenhänge als Ergebnis der Datenanalyse (Eigene Darstellung)	107
Abbildung 5-15: Empirische Wirkzusammenhänge zwischen der Strategie und der Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)	112
Abbildung 5-16: Empirische Wirkzusammenhänge zwischen der Komplexität und der Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)	115
Abbildung 5-17: Empirische Wirkzusammenhänge zwischen der externen Komplexität und der Strategie (Eigene Darstellung)	117
Abbildung 5-18: Empirische Wirkzusammenhänge zwischen der Zentralisierung von Entscheidungen und der Leistungsfähigkeit sowie Netzwerkfähigkeiten (Eigene Darstellung)	118
Abbildung 5-19: Ergebnis der empirischen Analyse (Eigene Darstellung)	120
Abbildung 6-1: Vorgehensmodell zur strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken (Eigene Darstellung)	124
Abbildung 6-2: Exemplarische Priorisierung der Ziele der Produktions- und Netzwerkstrategie (Eigene Darstellung)	126
Abbildung 6-3: Exemplarische Priorisierung der internen und externen Komplexität (Eigene Darstellung)	127
Abbildung 6-4: Exemplarische Ausprägungen der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)	128
Abbildung 6-5: Ablaufdiagramm zur Ableitung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)	134
Abbildung 6-6: Darstellung des Ist-Soll-Vergleichs bzgl. der Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)	136
Abbildung 7-1: Priorisierung der Ziele der Produktions- und Netzwerkstrategie für die BU 1 (Eigene Darstellung)	141
Abbildung 7-2: Einfluss unterschiedlicher Komplexitätsarten auf die BU 1 (Eigene Darstellung)	142

Abbildung 7-3: Aktuelle (De-)Zentralisierung von Entscheidungen der BU 1 und BU 2 (Eigene Darstellung)	144
Abbildung 7-4: Priorisierung der Ziele der Produktions- und Netzwerkstrategie für die BU 2 (Eigene Darstellung)	145
Abbildung 7-5: Einfluss unterschiedlicher Komplexitätsarten auf die BU 2 (Eigene Darstellung)	146
Abbildung 7-6: Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in der BU 1 der Elektronik AG (Eigene Darstellung)	154
Abbildung 7-7: Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in der BU 2 der Elektronik AG (Eigene Darstellung)	156
Abbildung 7-8: Priorisierung der Ziele der Produktions- und Netzwerkstrategie für die Zulieferer AG (Eigene Darstellung)	161
Abbildung 7-9: Einfluss unterschiedlicher Komplexitätsarten auf die Zulieferer AG (Eigene Darstellung)	162
Abbildung 7-10: Aktuelle (De-)Zentralisierung von Entscheidungen der Zulieferer AG (Eigene Darstellung)	163
Abbildung 7-11: Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen der Zulieferer AG (Eigene Darstellung)	169
Abbildung 8-1: Bewertung der Eignung des vorgestellten Lösungsansatzes bzgl. der formulierten Anforderungen (vgl. Kapitel 3.1)	174
Abbildung 0-1: Gütekriterien der statistischen Analyse in Anlehnung an A_Weil (2021, S. 49)	IX
Abbildung 0-2: Visualisierung der Vernetzung der einzelnen Komplexitätsfaktoren	XIV
Abbildung 0-3: Visualisierung der Vernetzung der beeinflussenden Faktoren der (De-) Zentralisierung von Entscheidungen	XVIII

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Forschungsmethodik	7
Tabelle 3-1: Bewertung und Vergleich von Ansätzen mit Bezug zur (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken	53
Tabelle 5-1: Auszug aus der Einflussmatrix (Eigene Darstellung)	63
Tabelle 5-2: Deskriptive Statistik der Studie	82
Tabelle 5-3: Faktorisierung der Netzwerkstrategieziele	85
Tabelle 5-4: Erste Faktorisierung der Komplexitätstreiber	86
Tabelle 5-5: Zweite Faktorisierung der Komplexitätstreiber	87
Tabelle 5-6: Faktorisierung der Netzwerkfähigkeiten	89
Tabelle 5-7: Durchschnittliche (De-)Zentralisierung der einzelnen Entscheidungen	92
Tabelle 5-8: Ergebnisse der Clusteranalyse zur (De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken	94
Tabelle 5-9: Ergebnisse der Regression von der Produktionsstrategie auf die Zentralisierung von Entscheidungen	97
Tabelle 5-10: Ergebnisse der Regression von der Netzwerkstrategie auf die Zentralisierung von Entscheidungen	98
Tabelle 5-11: Ergebnisse der Regression zur internen und externen Komplexität untereinander und auf die Zentralisierung von Entscheidungen	100
Tabelle 5-12: Ergebnisse der Regression von der externen Komplexität auf die Netzwerkstrategie	102
Tabelle 5-13: Ergebnisse der Regressionsanalysen von der externen Komplexität auf die Produktionsstrategie	103
Tabelle 5-14: Ergebnisse der Regressionsanalysen von der Zentralisierung von Entscheidungen auf die Leistungsfähigkeit des Produktionsnetzwerkes	105
Tabelle 5-15: Ergebnisse der Regressionsanalysen von der Zentralisierung von Entscheidungen auf die Netzwerkfähigkeiten	106
Tabelle 6-1: Wirkmatrix der beeinflussenden Faktoren	131

Tabelle 6-2: Wirkmatrix der Einflüsse auf die Zentralisierung von Entscheidungen	132
Tabelle 6-3: Maßnahmenbeschreibung zur Anpassung der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen (Eigene Darstellung)	137
Tabelle 7-1: Produktionsstandorte der Elektronik AG mit Bezug zu den im Fokus stehenden Business Units	139
Tabelle 7-2: Wirkmatrix der beeinflussenden Faktoren der BU 1	148
Tabelle 7-3: Wirkmatrix der Zentralisierung von Entscheidungen der BU 1	149
Tabelle 7-4: Wirkmatrix der beeinflussenden Faktoren der BU 2	151
Tabelle 7-5: Wirkmatrix der Zentralisierung von Entscheidungen der BU 2	152
Tabelle 7-6: Maßnahmen zur Erreichung einer angepassten (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	158
Tabelle 7-7: Fokussierte Produktionsstandorte der Zulieferer AG in Europa	160
Tabelle 7-8: Wirkmatrix der beeinflussenden Faktoren der Zulieferer AG	165
Tabelle 7-9: Wirkmatrix der Zentralisierung von Entscheidungen der Zulieferer AG	166
Tabelle 7-10: Maßnahmen zur Erreichung einer angepassten (De-)Zentralisierung von Entscheidungen bei der Zulieferer AG	171
Tabelle 0-1: Skalenniveaus in Anlehnung an Backhaus et al. (2016, S. 11) und A_Weil (2021, S. 51)	VIII
Tabelle 0-2: Modellprämissen der Regressionsanalyse in Anlehnung an Backhaus et al. (2016, S. 89) und Rittstieg (2018, S. 90)	XII
Tabelle 0-3: Einfluss der einzelnen Komplexitätsfaktoren untereinander	XIII
Tabelle 0-4: Boxplot der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen	XVII

## Anhang

### A1 Systemtheorie

Während die Systemtheorie einen Rahmen für verschiedene Systemformen bietet, fokussiert die Systemtechnik bzw. Kybernetik die Beherrschung und Regelung von Systemen. Der Schwerpunkt liegt auf der Regelung technischer Systeme. (Patzak 1982, S. 13 ff.) Diese Regelung benötigt eine systematische Vorgehensweise (Haberfellner, Weck & Fricke 2019, S. 27 ff.). Die Systemtechnik eignet sich insbesondere als Werkzeug zur zielgerichteten Steuerung komplexer Systeme, wenn viele verschiedene Lösungen möglich und denkbar sind und kein trivialer Lösungsweg skizziert werden kann (Patzak 1982, S. 13 ff.). Die Systemtechnik wird in das Vorgehensmodell und das Systemdenken unterteilt (Haberfellner, Weck & Fricke 2019, S. 27 f.). Das Systemdenken wiederum lässt sich in die Konstrukte der Systemstruktur und des vernetzten Denkens einteilen.

Für das Vorgehensmodell dieser Arbeit ist hierarchisches Denken notwendig. Hierfür sind in einem ersten Schritt die Systemgrenzen zu skizzieren. Darüber hinaus wird das Detaillierungsniveau der Systembetrachtung top-down ausgestaltet. Dies hilft, eine zu kleinteilige Detaillierung auf eine Vielzahl von Einzelelementen zu vermeiden. Auf jedem Detaillierungsniveau werden verschiedene Varianten gebildet, wodurch unterschiedliche Lösungsalternativen entstehen, welche unterschiedliche Wirkungen auf die Systemelemente besitzen. Es ist festzuhalten, dass nicht eine einzige optimale Lösung zu finden ist, sondern vielmehr mehrere gute Lösungen zu finden sind. Es ergibt sich durch weitere Detaillierung und die Bildung von Varianten eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass eine optimale Lösung gefunden werden kann. Es ist dabei zu beachten, dass bei fortschreitender Detaillierung die Anzahl an Lösungsalternativen nicht überproportional steigt. Eine systematische Variantenreduzierung löst dieses Problem. (Haberfellner, Weck & Fricke 2019, S. 28 ff.; Maue 2015, S. 105)

In dieser Arbeit wird die Systemtechnik genutzt, wodurch eine interdisziplinäre Lösung für das Problem der strategie- und komplexitätsorientierten Gestaltung der Entscheidungsautonomie erreicht und somit der Anforderung nach einer ganzheitlichen Komplexitätsbeherrschung entsprochen wird. Die Methode des vernetzten Denkens, als Element der Systemtechnik, eignet sich zur Problemstrukturierung, welche die Grundlage für das zu entwickelnde Vorgehensmodell bildet. Ebenso können verschiedene Modellarten in die Methode des vernetzten Denkens eingeordnet werden.

## A2 Skalenniveaus in Fragebögen

Fragen innerhalb eines Fragebogens können durch unterschiedliche Skalenniveaus erfasst werden. Es werden die Nominal-, Ordinal- und Intervallskala unterschieden. Mit Hilfe von Nominalskalen werden qualitativen Daten Zahlenwerte zugeordnet. Häufigkeiten können so ermittelt werden. Ordinalskalen dienen der Sortierung von Objekten zur Aufstellung einer Rangfolge. Intervallskalen zeichnen sich durch äquidistante Skalenabschnitte aus. (Riesenhuber 2009, S. 10)

Skalenniveau	Nominalskala	Ordinalskala	Intervallskala
Messbare Eigenschaften	Häufigkeit	Häufigkeit, Reihenfolge	Häufigkeit, Reihenfolge, quantifizierbarer Abstand
Beispiel	Geschlecht	Führungs-kräfterang	Alter

*Tabelle 0-1: Skalenniveaus in Anlehnung an Backhaus et al. (2016, S. 11) und A\_Weil (2021, S. 51)*

Eine Sonderform der Skalenniveaus stellt die Likert-Skala dar. Durch sie können Items bzgl. unterschiedlicher Stufen z.B. von „nicht wichtig“ bis „sehr wichtig“ eingeteilt werden. Häufig werden hierzu fünf bzw. sieben vorgegebene Stufen genutzt. Entsprechend ist die Likert-Skala einer Ordinalskala gleichzustellen. Gegeben der Annahmen, dass die Abstände der einzelnen Stufen äquidistant sind, die Variable als kontinuierlich angesehen werden kann und mindestens fünf Stufen vorliegen, können Likert-Skalen als gleichwertig zu Intervallskalen angesehen werden. (Urban & Mayerl 2018, S. 301) Neben dem Skalenniveau spielt die Anzahl an abhängigen und unabhängigen Variablen eine Rolle für das Design einer Experimentdurchführung und die Auswahl von multivariaten Analysemethoden. Dies wird im Folgenden näher beschrieben.

## A3 Gütekriterien der statistischen Analyse

Zur Wahrung des Aussagegehalts und des Messvorgangs der empirischen Forschung haben sich verschiedene Gütekriterien etabliert. Diese sind die Objektivität, Reliabilität und Validität. Sie werden zur Prüfung der gesamten Umfrage sowie einzelner Konstrukte herangezogen.

Die Objektivität stellt die Unabhängigkeit der Messung dar. Objektivität ist gegeben, wenn die Fragebogenrückläufer und die Ergebnisse der Auswertung nicht durch den

Auswertenden beeinflusst werden. Ebenso müssen zur Wahrung der Objektivität anerkannte multivariate Analysemethoden angewendet werden. (Boßow-Thies & Panten 2009, S. 375)

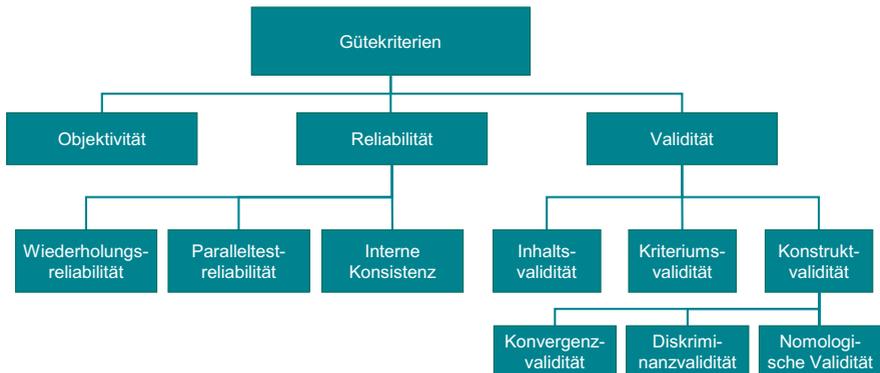


Abbildung 0-1: Gütekriterien der statistischen Analyse in Anlehnung an A\_Weil (2021, S. 49)

Reliabilität beschreibt die Vergleichbarkeit mehrerer Erhebungen einer Variablen (Hair et al. 2014, S. 123). Es wird das Verhältnis der Varianz der Messung mit der Varianz der Gesamtheit analysiert, womit die Unabhängigkeit der Befragung vom Befragungsvorgang und situativen Einflüssen gewährleistet werden kann (Eisend & Kuß 2021, S. 181). Die Reliabilität wird in die Paralleltestreliabilität, die Wiederholungsreliabilität und die interne Konsistenz unterteilt. Paralleltest- und Wiederholungsreliabilität sind gewährleistet, wenn Tests zu unterschiedlichen Zeitpunkten gleiche Ergebnisse liefern. So wird die Reproduzierbarkeit der Tests sichergestellt. Für die Prüfung der Reliabilität von Konstrukten wird die interne Konsistenz betrachtet. Diese liegt vor, wenn die einzelnen Items eines Konstruktes stark miteinander korrelieren. (Noormann 2017, S. 158)

Validität liegt vor, wenn etwas gemessen wurde, das auch gemessen werden sollte (Noormann 2017, S. 158). So können systematisch Fehler ausgeschlossen werden. Die Validität wird unterteilt in die Inhalts-, Kriteriums- und Konstruktvalidität. Die Inhaltsvalidität gibt die Übereinstimmung von Items mit einem übergeordneten Konstrukt an. Diese wird durch Befragung von Experten oder Pretests überprüft. Vor allem bei neu entwickelten Messmodellen ist die Inhaltsvalidität von Wichtigkeit. (Hair et al. 2014, S. 123)

Im Rahmen der Clusteranalyse (vgl. Kapitel 2.3.2.4) wird die Kriteriumsvalidität betrachtet, um zu prüfen, ob ein Konstrukt mit einem anderen Konstrukt stark korreliert. (Walter & Rack 2009, S. 382)

Die Konstruktvalidität wird geprüft, wenn einzelne Items zu einem Konstrukt vereint werden. Die Konstruktvalidität wird durch die Konvergenz-, Diskriminanz- und nomologische Validität beschrieben. Die Konvergenzvalidität gibt das Maß der Korrelation der Items eines Konstruktes an und zeigt, wie hoch die Übereinstimmung der Varianz der Items ist. Die Diskriminanzvalidität gibt an, ob sich Konstrukte ausreichend von anderen Konstrukten unterscheiden. Eine hohe Unterscheidung wird angestrebt. Die nomologische Validität prüft, ob die theoretischen Beziehungen eines Konstrukts durch die Messung bestätigt werden. Diese kann, ähnlich wie die Inhaltsvalidität, lediglich theoretisch oder durch Experten bestätigt werden. (Walter & Rack 2009, S. 382 f.)

#### **A4 Validität in der konfirmatorischen Faktorenanalyse**

Konvergenzvalidität liegt vor, wenn die Items stark mit einem Faktor korrelieren. Diskriminanzvalidität liegt vor, wenn die Korrelation zwischen zwei Faktoren möglichst gering ist. (Eisend & Kuß 2021, S. 190) Zur Bestimmung beider Validitätsarten eignet sich das Fornell-Larcker-Kriterium. Das Fornell-Larcker-Kriterium beschreibt die durchschnittlich erfasste Varianz (average variance extracted = AVE) eines Faktors, die angibt, wie gut ein Faktor seine zugrundeliegenden Items erklärt (Fornell & Larcker 1981, S. 39 ff.). Idealerweise wird mehr als 50 % der Varianz jedes einzelnen Items durch den übergeordneten Faktor erklärt. Dementsprechend soll auch von der Gesamtvarianz aller Items mindestens 50 % durch den übergeordneten Faktor beschrieben werden. Dieser Wert korrespondiert mit einer durchschnittlichen Faktorladung der einzelnen Items von 0,7. Die Faktorladung gibt die Korrelation von Item und Faktor an. Hierdurch wird Konvergenzvalidität erreicht. Diskriminanzvalidität liegt vor, wenn die durchschnittlich erfasste Varianz eines Faktors größer ist als jede quadrierte Korrelation mit einem anderen Faktor. Dementsprechend muss ein Faktor mehr Varianz seiner zugeordneten Items erklären als jeder andere Faktor. (Eisend & Kuß 2021, S. 190 f.)

#### **A5 Kriteriumsvalidität der Clusteranalyse**

Die Güte der Clusteranalyse wird mit Hilfe der Kriteriumsvalidität sichergestellt. Es eignet sich die Varianzanalyse (engl. Analysis of Variance, ANOVA), die einen univariaten

F-Test zur Varianzanalyse in den identifizierten Clustern darstellt. Die ANOVA misst, ob sich die Erwartungswerte der relevanten Variablen zwischen den Clustern signifikant unterscheiden. Die Cluster stellen dabei Stichproben dar, welche unabhängig voneinander sind, da jedes Objekt eindeutig einem Cluster zugeordnet ist. Die Clusterzugehörigkeit dient als unabhängige Variable. Die abhängige Variable wird durch die Variable abgedeckt, die zur Ähnlichkeitsbetrachtung genutzt wurde. Die ANOVA kann für zwei und mehr Cluster durchgeführt werden. Sie prüft dabei nur, ob sich die Erwartungswerte der einzelnen Cluster generell unterscheiden. Die paarweise Varianzanalyse, die die Erwartungswerte von jeweils zwei Clustern vergleicht, ist als genauer anzusehen. Diese muss jedoch mehrfach durchlaufen werden, um bei einer Clusteranzahl größer als zwei fundierte Aussagen über die signifikanten Unterschiede der Cluster treffen zu können. (Hair et al. 2014, S. 468 ff.) Zur Prüfung der Robustheit der Clusterpartition wird eine Kreuzvalidierung durchgeführt. Hierfür wird das ursprünglich genutzte Clusterverfahren auf ein Subset der Objekte angewendet, wobei die gleiche, ursprüngliche Clusterzuordnung erzielt werden sollte. (Hair et al. 2014, S. 467)

## **A6 Modellprämissen der Regressionsanalyse**

Folgende Modellprämissen müssen für die Regressionsanalyse erfüllt sein (Backhaus et al. 2016, S. 98; Rittstieg 2018, S. 90):

Annahme	Erklärung
$y_k = b_0 + \sum_{j=1}^J b_j * x_{jk} + u_k$ $k = 1, 2, \dots, K; K > J + 1$	Richtige Spezifizierung des Modells: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Linearität der Parameter <math>\beta_0, \beta_1</math></li> <li>▪ Berücksichtigung aller relevanten Variablen</li> <li>▪ Die Zahl der zu schätzenden Parameter (J+1) ist kleiner als die Zahl der Beobachtungen</li> </ul>
$E(u_k) = 0$	Erwartungswert der Störgrößen ist 0 (bei systematischen Messfehlern)
$Cov(u_k, x_{jk}) = 0$	Keine Korrelation zwischen unabhängigen Variablen und Störgrößen (falsche Auswahl der Regressoren)
$Var(u_k) = \sigma^2$	Homoskedastizität der Störgrößen, Aufdeckung durch visuelle Inspektion der Residuen in Abhängigkeit der geschätzten Werte von Y (Dreiecksmuster deutet auf Heteroskedastizität hin)
$Cov(u_k, u_{k+r}) = 0$ $r \neq 0$	Keine Autokorrelation: Unabhängigkeit der Störgrößen (Abweichung der einzelnen Werte ist von vorangegangenem Beobachtungswert abhängig, tritt vor allem bei Zeitreihen auf)
	Keine perfekte Multikollinearität: Keine lineare Abhängigkeit zwischen unabhängigen Variablen, Überprüfung durch Regressionsanalyse zwischen den unabhängigen Variablen ( $R^2$ nahe 1 deutet auf Multikollinearität hin)
	Normalverteilung der Störgrößen $u_k$

*Tabelle 0-2: Modellprämissen der Regressionsanalyse in Anlehnung an Backhaus et al. (2016, S. 89) und Rittstieg (2018, S. 90)*

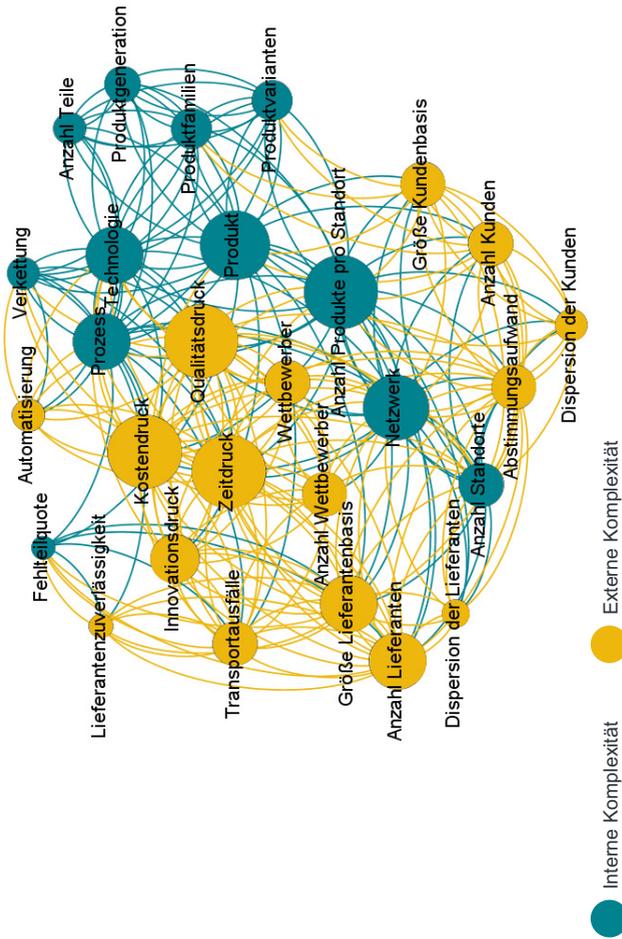
## A7 Einflussmatrix Komplexität

Anhang A7 stellt die Einflüsse einzelner Komplexitätsfaktoren untereinander dar. Diese Einflüsse werden genutzt, um die Relevanz der Komplexitätsfaktoren zu erfassen. Die dargestellte Tabelle sowie die Visualisierung der Vernetzung erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und können unternehmensindividuell angepasst werden.

	Einfluss von ... auf	Interne Komplexität													Externe Komplexität														
		Produkt	Anzahl Teile	Produktgeneration	Anzahl Produkte pro Standort	Produktvarianten	Produktfamilien	Prozess	Verkettung	Automatisierung	Technologie	Netzwerk	Anzahl Standorte	Abstimmungsaufwand	Größe Kundenbasis	Anzahl Kunden	Dispersion der Kunden	Größe Lieferantenbasis	Anzahl Lieferanten	Dispersion der Lieferanten	Lieferanzuverlässigkeit	Fehlteilquote	Transportausfälle	Wettbewerber	Anzahl Wettbewerber	Innovationsdruck	Zeitdruck	Kostendruck	Qualitätsdruck
Interne Komplexität	Produkt	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	3	3	1	3	0	0	1	3	3	1	1	3	1	1	1	53
	Anzahl Teile	3	3	3	1	3	3	3	0	3	0	0	3	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	27
	Produktgeneration	3	3	3	3	3	3	1	1	3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	28
	Anzahl Produkte pro Standort	0	0	0	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	0	1	0	0	3	3	52
	Produktvarianten	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	35
	Produktfamilien	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	35
	Prozess	1	0	1	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	1	0	1	0	0	3	3	3	3	1	0	0	3	3	44
	Verkettung	0	0	1	1	1	1	3	3	3	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	3	3	3	28
	Automatisierung	0	0	1	1	1	1	3	3	3	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	3	3	3	28
	Technologie	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	3	3	42
Externe Komplexität	Netzwerk	1	0	0	3	1	1	1	1	0	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	1	3	3	1	3	3	3	51	
	Anzahl Standorte	1	0	0	3	1	1	1	0	0	1	3	3	3	3	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	33	
	Abstimmungsaufwand	0	0	1	3	0	0	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	33	
	Größe Kundenbasis	3	1	1	3	3	3	0	1	1	1	3	3	3	3	3	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	39	
	Anzahl Kunden	3	1	1	3	3	3	1	0	0	1	3	3	3	3	3	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	38	
	Dispersion der Kunden	1	0	0	3	1	1	0	0	0	3	3	3	3	3	3	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	28	
	Größe Lieferantenbasis	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	47	
	Anzahl Lieferanten	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	42	
	Dispersion der Lieferanten	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	Lieferanzuverlässigkeit	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3	3	0	3	3	0	0	0	0	0	21	
	Fehlteilquote	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	3	0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	17	
	Transportausfälle	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	32	
	Wettbewerber	1	0	0	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	3	3	3	3	39	
	Anzahl Wettbewerber	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3	1	1	1	1	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	34	
	Innovationsdruck	3	1	0	0	0	0	0	1	1	3	1	1	0	0	0	3	3	0	0	0	3	3	3	3	3	3	36	
Zeitdruck	1	1	1	3	0	0	3	3	3	3	3	3	1	1	1	3	3	0	0	0	3	3	3	3	3	3	54		
Kostendruck	1	1	0	3	1	1	3	3	3	3	3	3	1	1	1	3	3	0	0	0	3	3	3	3	3	3	55		
Qualitätsdruck	1	1	1	3	1	1	3	3	3	3	3	3	1	1	1	3	3	0	0	0	3	3	3	3	3	3	56		
<b>Beeinflussbarkeit</b>	<b>35</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>53</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>43</b>	<b>35</b>	<b>28</b>	<b>50</b>	<b>58</b>	<b>52</b>	<b>49</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>28</b>	<b>50</b>	<b>44</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>32</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>50</b>	<b>56</b>

Legende: 0: kein Einfluss, 1: schwacher Einfluss, 3: starker Einfluss

Tabelle 0-3: Einfluss der einzelnen Komplexitätsfaktoren untereinander



Anmerkung: Die Größe der Knoten sind gewichtet nach der ausgehenden Beeinflussung. Für die Darstellung der Kanten wurden ausschließlich Verknüpfungen mit starker Beeinflussung berücksichtigt.

Abbildung 0-2: Visualisierung der Vernetzung der einzelnen Komplexitätsfaktoren

## A8 Fragebogen

Anhang A8 stellt die relevanten Fragen des Fragebogens der internationalen Konsortialbenchmarkingstudie vor. Dieser Fragebogen wurde im Jahr 2020 an international produzierende Unternehmen versendet.

### Strategische Produktionsziele

Wie bewerten Sie die Wichtigkeit der folgenden strategischen Ziele bei der Erfüllung der Kundennachfrage?

	Strategische Ziele	Ich weiß es nicht	Keine Wichtigkeit	Geringe Wichtigkeit	Moderate Wichtigkeit	Große Wichtigkeit	Besondere Wichtigkeit
	Preis						
	Qualität						
	Liefergeschwindigkeit						
	Lieferzuverlässigkeit						
	Variantenflexibilität						
	Volumenflexibilität						
	Innovation						
	Service						

### Netzwerkpriorität Effizienz

Bitte bewerten Sie, inwieweit Ihre Entscheidungen in Bezug auf das Management des globalen Produktionsnetzwerks durch das Risiko und die Dynamik der folgenden Faktoren beeinflusst werden.

	Item	Ich weiß es nicht	Keine Wichtigkeit	Geringe Wichtigkeit	Moderate Wichtigkeit	Große Wichtigkeit	Besondere Wichtigkeit
	Kostenfaktoren						

### Netzwerkpriorität Mobilität

Inwieweit wollen Sie die folgenden Flexibilitätsarten weiter ausbauen? (geplanter Erfüllungsgrad)

	Item	Ich weiß es nicht	Keine Wichtigkeit	Geringe Wichtigkeit	Moderate Wichtigkeit	Große Wichtigkeit	Besondere Wichtigkeit
	Produktionsprozessflexibilität						
	Produktionsvolumenflexibilität						
	Produktionsmixflexibilität						

### Netzwerkpriorität Lernen

Wie wichtig sind die folgenden Aktivitäten für Ihr Produktionsnetzwerk?

	Item	Ich weiß es nicht	Keine Wichtigkeit	Geringe Wichtigkeit	Moderate Wichtigkeit	Große Wichtigkeit	Besondere Wichtigkeit
	Definition konsistenter Standards						
	Informationsaustausch im Netzwerk						
	Zentralisierung von KPIs bzgl. Innovation						
	Zentralisierung von KPIs bzgl. Lernen						

### Komplexitätsarten

Zu welchem Maß ist Ihr Produktionsnetzwerk den folgenden internen und externen Komplexitätsarten ausgesetzt?

	Komplexitätsarten	Ich weiß es nicht	Gar nicht	In geringem Maß	In moderatem Maß	In großem Maß	In besonderem Maß
Interne Komplexitäten	Produktkomplexität						
	Anzahl Produkte pro Standort						
	Prozesskomplexität						
	Netzwerkkomplexität						
Externe Komplexitäten	Technologiekomplexität						
	Time-to-Market Druck						
	Kostendruck						
	Qualitätsdruck						
	Aktionen von Wettbewerbern						
	Größe der Kundenbasis						
	Nachfragevariabilität						
	Globalisierung der Kundenbasis						
Größe der Lieferantenbasis							
Lieferanzuverlässigkeit							

**(De-)Zentralisierung von Entscheidungen**

Auf welcher Ebene werden folgende Entscheidungen getroffen?

Entscheidungen	Ich weiß es nicht	Nicht relevant	1- am Standort	2 - ausgewählte Standorte mit hoher Kompetenz	3 - in den Regionen	4 - in den Business Units bzw. Divisionen	5 - vollständig auf Netzwerkebene bzw. in den Headquarters
Standortrolle & -strategie							
Organisationsstruktur des Standorts							
Veränderung von Produktionskapazitäten							
Zeitpunkt der Kapazitätsplanung							
IT-Entscheidungen							
Make-or-Buy-Entscheidungen							
Produktallokationen							
Lieferantenauswahl							
Transferpreise							
Produktionsprozessauswahl							
Technologieauswahl							
Kontinuierliche Verbesserung							
Langfristige Planung und Steuerung							
Kurzfristige Planung und Steuerung							
Distributionsentscheidungen							

**Leistungsfähigkeit**

Wie schneidet Ihr Netzwerk in den folgenden Leistungsfähigkeitsdimensionen im Vergleich zum Hauptwettbewerber ab?

Dimension	Ich weiß es nicht	Nicht relevant	Schlechter	Tendenziell schlechter	Gleich gut	Tendenziell besser	Besser
EBIT							
Marktanteil							
Produktionskosten							
Liefergeschwindigkeit							
Lieferverlässlichkeit							
Volumenflexibilität							
Variantenflexibilität							
Nachhaltigkeit							

**Netzwerkfähigkeit Effizienz**

Inwieweit standardisieren Sie die nachfolgend aufgeführten Elemente innerhalb Ihres globalen Produktionsnetzwerks?

Item	Ich weiß es nicht	Keine Standardisierung	Geringe Standardisierung	Moderate Standardisierung	Große Standardisierung	Besondere Standardisierung
Ressourcen und Infrastruktur						

**Netzwerkfähigkeit Mobilität**

Inwieweit erfüllt das globale Produktionsnetzwerk bereits die folgende Flexibilitätsdimension? (aktueller Erfüllungsgrad)

Item	Ich weiß es nicht	Keine Wichtigkeit	Geringe Wichtigkeit	Moderate Wichtigkeit	Große Wichtigkeit	Besondere Wichtigkeit
Produktionsvolumenflexibilität						

**Netzwerkfähigkeit Lernen**

Inwieweit standardisieren Sie die nachfolgend aufgeführten Elemente innerhalb Ihres globalen Produktionsnetzwerks?

Item	Ich weiß es nicht	Keine Standardisierung	Geringe Standardisierung	Moderate Standardisierung	Große Standardisierung	Besondere Standardisierung
Systeme						

Auf welche Hindernisse stoßen Sie beim Leistungsmanagement im globalen Produktionsnetzwerk?

Item	Ich weiß es nicht	Gar nicht	In geringem Maß	In moderatem Maß	In großem Maß	In besonderem Maß
Fehlende Standards und Leitfäden						
Integration von Standorten im Netzwerk						

### A9 Boxplot der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

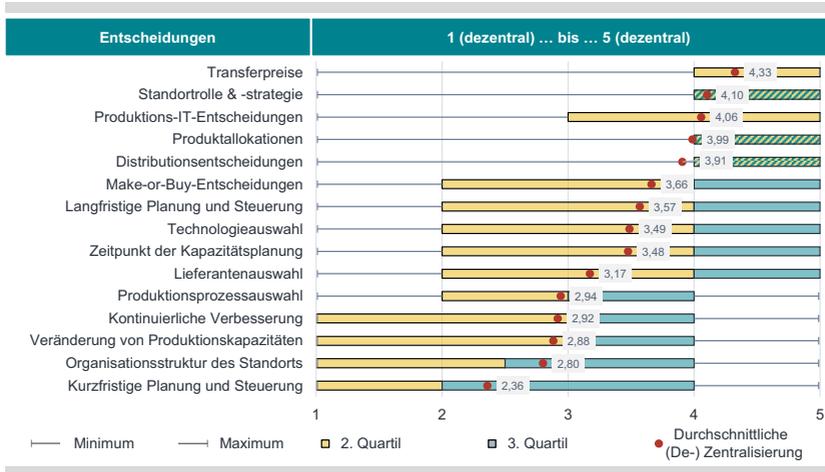
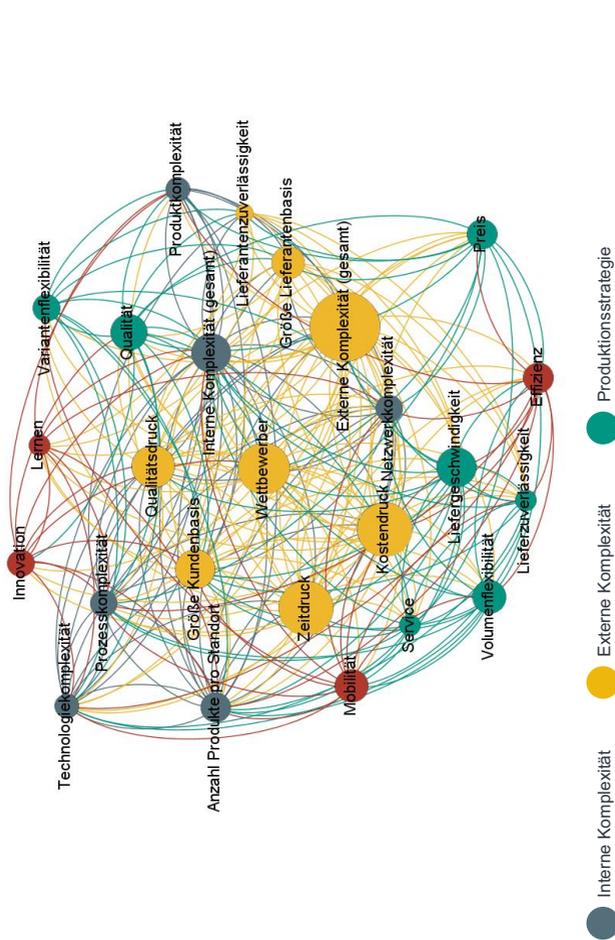


Tabelle 0-4: Boxplot der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

### A10 Visualisierung der Vernetzung der beeinflussenden Faktoren der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen



Anmerkung: Die Größe der Knoten sind gewichtet nach der ausgehenden Beeinflussung. Für die Darstellung der Kanten wurden ausschließlich Verknüpfungen mit starker Beeinflussung berücksichtigt.

Abbildung 0-3: Visualisierung der Vernetzung der beeinflussenden Faktoren der (De-)Zentralisierung von Entscheidungen

Forschungsberichte aus dem wbk  
Institut für Produktionstechnik  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Bisher erschienene Bände:

---

Band 0

Dr.-Ing. Wu Hong-qi

**Adaptive Volumenstromregelung mit Hilfe von drehzahlgeregelten Elektroantrieben**

Band 1

Dr.-Ing. Heinrich Weiß

**Fräsen mit Schneidkeramik - Verhalten des System  
Werkzeugmaschine-Werkzeug-Werkstück und Prozessanalyse**

Band 2

Dr.-Ing. Hans-Jürgen Stierle

**Entwicklung und Untersuchung hydrostatischer Lager für die  
Axialkolbenmaschine**

Band 3

Dr.-Ing. Herbert Hörner

**Untersuchung des Geräuschverhaltens druckgeregelter Axialkolbenpumpen**

Band 4

Dr.-Ing. Rolf-Dieter Brückbauer

**Digitale Drehzahlregelung unter der besonderen Berücksichtigung  
von Quantisierungseffekten**

Band 5

Dr.-Ing. Gerhard Staiger

**Graphisch interaktive NC-Programmierung von Drehteilen im Werkstattbereich**

Band 6

Dr.-Ing. Karl Peters

**Ein Beitrag zur Berechnung und Kompensation von Positionierfehlern an  
Industrierobotern**

Band 7

Dr.-Ing. Paul Stauss

**Automatisierte Inbetriebnahme und Sicherung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit numerisch gesteuerter Fertigungseinrichtungen**

Band 8

Dr.-Ing. Günter Möckesch

**Konzeption und Realisierung eines strategischen, integrierten Gesamtplanungs- und -bearbeitungssystems zur Optimierung der Drehteilorganisation für auftragsbezogene Drehereien**

Band 9

Dr.-Ing. Thomas Oestreicher

**Rechnergestützte Projektierung von Steuerungen**

Band 10

Dr.-Ing. Thomas Selinger

**Teilautomatisierte werkstattnahe NC-Programmerstellung im Umfeld einer integrierten Informationsverarbeitung**

Band 11

Dr.-Ing. Thomas Buchholz

**Prozessmodell Fräsen, Rechnerunterstützte Analyse, Optimierung und Überwachung**

Band 12

Dr.-Ing. Bernhard Reichling

**Lasergestützte Positions- und Bahnvermessung von Industrierobotern**

Band 13

Dr.-Ing. Hans-Jürgen Lesser

**Rechnergestützte Methoden zur Auswahl anforderungsgerechter Verbindungselemente**

Band 14

Dr.-Ing. Hans-Jürgen Lauffer

**Einsatz von Prozessmodellen zur rechnerunterstützten Auslegung von Räumwerkzeugen**

Band 15

Dr.-Ing. Michael C. Wilhelm

**Rechnergestützte Prüfplanung im Informationsverbund moderner Produktionssysteme**

Band 16  
Dr.-Ing. Martin Ochs

**Entwurf eines Programmsystems zur wissensbasierten Planung und Konfigurierung**

Band 17  
Dr.-Ing. Heinz-Joachim Schneider

**Erhöhung der Verfügbarkeit von hochautomatisierten Produktionseinrichtungen mit Hilfe der Fertigungsleittechnik**

Band 18  
Dr.-Ing. Hans-Reiner Ludwig

**Beanspruchungsanalyse der Werkzeugschneiden beim Stirnplanfräsen**

Band 19  
Dr.-Ing. Rudolf Wieser

**Methoden zur rechnergestützten Konfigurierung von Fertigungsanlagen**

Band 20  
Dr.-Ing. Edgar Schmitt

**Werkstattsteuerung bei wechselnder Auftragsstruktur**

Band 21  
Dr.-Ing. Wilhelm Enderle

**Verfügbarkeitssteigerung automatisierter Montagesysteme durch selbsttätige Behebung prozessbedingter Störungen**

Band 22  
Dr.-Ing. Dieter Buchberger

**Rechnergestützte Strukturplanung von Produktionssystemen**

Band 23  
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer

**Rechnerunterstützte Technologieplanung für die flexibel automatisierte Fertigung von Abkantteilen**

Band 24  
Dr.-Ing. Lukas Loeffler

**Adaptierbare und adaptive Benutzerschnittstellen**

Band 25  
Dr.-Ing. Thomas Friedmann

**Integration von Produktentwicklung und Montageplanung durch neue rechnergestützte Verfahren**

Band 26

Dr.-Ing. Robert Zurrin

**Variables Formhonen durch rechnergestützte Hornprozesssteuerung**

Band 27

Dr.-Ing. Karl-Heinz Bergen

**Langhub-Innenrundhonen von Grauguss und Stahl mit einem elektromechanischem Vorschubsystem**

Band 28

Dr.-Ing. Andreas Liebisch

**Einflüsse des Festwalzens auf die Eigenspannungsverteilung und die Dauerfestigkeit einsatzgehärteter Zahnräder**

Band 29

Dr.-Ing. Rolf Ziegler

**Auslegung und Optimierung schneller Servopumpen**

Band 30

Dr.-Ing. Rainer Bartl

**Datenmodellgestützte Wissensverarbeitung zur Diagnose und Informationsunterstützung in technischen Systemen**

Band 31

Dr.-Ing. Ulrich Golz

**Analyse, Modellbildung und Optimierung des Betriebsverhaltens von Kugelgewindetrieben**

Band 32

Dr.-Ing. Stephan Timmermann

**Automatisierung der Feinbearbeitung in der Fertigung von Hohlformwerkzeugen**

Band 33

Dr.-Ing. Thomas Noe

**Rechnergestützter Wissenserwerb zur Erstellung von Überwachungs- und Diagnoseexpertensystemen für hydraulische Anlagen**

Band 34

Dr.-Ing. Ralf Lenschow

**Rechnerintegrierte Erstellung und Verifikation von Steuerungsprogrammen als Komponente einer durchgängigen Planungsmethodik**

Band 35

Dr.-Ing. Matthias Kallabis

**Räumen gehärteter Werkstoffe mit kristallinen Hartstoffen**

Band 36

Dr.-Ing. Heiner-Michael Honeck

**Rückführung von Fertigungsdaten zur Unterstützung einer fertigungsgerechten Konstruktion**

Band 37

Dr.-Ing. Manfred Rohr

**Automatisierte Technologieplanung am Beispiel der Komplettbearbeitung auf Dreh-/Fräszellen**

Band 38

Dr.-Ing. Martin Steuer

**Entwicklung von Softwarewerkzeugen zur wissensbasierten Inbetriebnahme von komplexen Serienmaschinen**

Band 39

Dr.-Ing. Siegfried Beichter

**Rechnergestützte technische Problemlösung bei der Angebotserstellung von flexiblen Drehzellen**

Band 40

Dr.-Ing. Thomas Steitz

**Methodik zur marktorientierten Entwicklung von Werkzeugmaschinen mit Integration von funktionsbasierter Strukturierung und Kostenschätzung**

Band 41

Dr.-Ing. Michael Richter

**Wissensbasierte Projektierung elektrohydraulischer Regelungen**

Band 42

Dr.-Ing. Roman Kuhn

**Technologieplanungssystem Fräsen. Wissensbasierte Auswahl von Werkzeugen, Schneidkörpern und Schnittbedingungen für das Fertigungsverfahren Fräsen**

Band 43

Dr.-Ing. Hubert Klein

**Rechnerunterstützte Qualitätssicherung bei der Produktion von Bauteilen mit frei geformten Oberflächen**

Band 44

Dr.-Ing. Christian Hoffmann

**Konzeption und Realisierung eines fertigungsintegrierten Koordinatenmessgerätes**

Band 45

Dr.-Ing. Volker Frey

**Planung der Leittechnik für flexible Fertigungsanlagen**

Band 46

Dr.-Ing. Achim Feller

**Kalkulation in der Angebotsphase mit dem selbsttätig abgeleiteten Erfahrungswissen der Arbeitsplanung**

Band 47

Dr.-Ing. Markus Klaiber

**Produktivitätssteigerung durch rechnerunterstütztes Einfahren von NC-Programmen**

Band 48

Dr.-Ing. Roland Minges

**Verbesserung der Genauigkeit beim fünfachsigem Fräsen von Freiformflächen**

Band 49

Dr.-Ing. Wolfgang Bernhart

**Beitrag zur Bewertung von Montagevarianten: Rechnergestützte Hilfsmittel zur kostenorientierten, parallelen Entwicklung von Produkt und Montagesystem**

Band 50

Dr.-Ing. Peter Ganghoff

**Wissensbasierte Unterstützung der Planung technischer Systeme: Konzeption eines Planungswerkzeuges und exemplarische Anwendung im Bereich der Montagesystemplanung**

Band 51

Dr.-Ing. Frank Maier

**Rechnergestützte Prozessregelung beim flexiblen Gesenkbiegen durch Rückführung von Qualitätsinformationen**

Band 52

Dr.-Ing. Frank Debus

**Ansatz eines rechnerunterstützten Planungsmanagements für die Planung in verteilten Strukturen**

Band 53

Dr.-Ing. Joachim Weinbrecht

**Ein Verfahren zur zielorientierten Reaktion auf Planabweichungen in der Werkstattregelung**

Band 54

Dr.-Ing. Gerd Herrmann

**Reduzierung des Entwicklungsaufwandes für anwendungsspezifische Zellenrechnersoftware durch Rechnerunterstützung**

Band 55

Dr.-Ing. Robert Wassmer

**Verschleissentwicklung im tribologischen System Fräsen: Beiträge zur Methodik der Prozessmodellierung auf der Basis tribologischer Untersuchungen beim Fräsen**

Band 56

Dr.-Ing. Peter Uebelhoer

**Inprocess-Geometriemessung beim Honen**

Band 57

Dr.-Ing. Hans-Joachim Schelberg

**Objektorientierte Projektierung von SPS-Software**

Band 58

Dr.-Ing. Klaus Boes

**Integration der Qualitätsentwicklung in featurebasierte CAD/CAM-Prozessketten**

Band 59

Dr.-Ing. Martin Schreiber

**Wirtschaftliche Investitionsbewertung komplexer Produktionssysteme unter Berücksichtigung von Unsicherheit**

Band 60

Dr.-Ing. Ralf Steuernagel

**Offenes adaptives Engineering-Werkzeug zur automatisierten Erstellung von entscheidungsunterstützenden Informationssystemen**

Band 62

Dr.-Ing. Uwe Schauer

**Qualitätsorientierte Feinbearbeitung mit Industrierobotern: Regelungsansatz für die Freiformflächenfertigung des Werkzeug- und Formenbaus**

Band 63

Dr.-Ing. Simone Loeper

**Kennzahlengestütztes Beratungssystem zur Verbesserung der Logistikleistung in der Werkstattfertigung**

Band 64

Dr.-Ing. Achim Raab

**Räumen mit hartstoffbeschichteten HSS-Werkzeugen**

Band 65,

Dr.-Ing. Jan Erik Burghardt

**Unterstützung der NC-Verfahrenskette durch ein bearbeitungs-elementorientiertes, lernfähiges Technologieplanungssystem**

Band 66

Dr.-Ing. Christian Tritsch

**Flexible Demontage technischer Gebrauchsgüter: Ansatz zur Planung und (teil-)automatisierten Durchführung industrieller Demontageprozesse**

Band 67

Dr.-Ing. Oliver Eitrich

**Prozessorientiertes Kostenmodell für die entwicklungsbegleitende Vorkalkulation**

Band 68

Dr.-Ing. Oliver Wilke

**Optimierte Antriebskonzepte für Räummaschinen - Potentiale zur Leistungssteigerung**

Band 69

Dr.-Ing. Thilo Sieth

**Rechnergestützte Modellierungsmethodik zerspantechnologischer Prozesse**

Band 70

Dr.-Ing. Jan Linnenbuerger

**Entwicklung neuer Verfahren zur automatisierten Erfassung der geometrischen Abweichungen an Linearachsen und Drehschwenkköpfen**

Band 71

Dr.-Ing. Mathias Klimmek

**Fraktionierung technischer Produkte mittels eines frei beweglichen Wasserstrahlwerkzeuges**

Band 72

Dr.-Ing. Marko Hartel

**Kennzahlenbasiertes Bewertungssystem zur Beurteilung der Demontage- und Recyclingeignung von Produkten**

Band 73

Dr.-Ing. Jörg Schaupp

**Wechselwirkung zwischen der Maschinen- und Hauptspindeltriebsdynamik und dem Zerspanprozess beim Fräsen**

Band 74

Dr.-Ing. Bernhard Neisius

**Konzeption und Realisierung eines experimentellen Telemanipulators für die Laparoskopie**

Band 75

Dr.-Ing. Wolfgang Walter

**Erfolgsversprechende Muster für betriebliche Ideenfindungsprozesse. Ein Beitrag zur Steigerung der Innovationsfähigkeit**

Band 76

Dr.-Ing. Julian Weber

**Ein Ansatz zur Bewertung von Entwicklungsergebnissen in virtuellen Szenarien**

Band 77

Dr.-Ing. Dipl. Wirtsch.-Ing. Markus Posur

**Unterstützung der Auftragsdurchsetzung in der Fertigung durch Kommunikation über mobile Rechner**

Band 78

Dr.-Ing. Frank Fleissner

**Prozessorientierte Prüfplanung auf Basis von Bearbeitungsobjekten für die Kleinserienfertigung am Beispiel der Bohr- und Fräsbearbeitung**

Band 79

Dr.-Ing. Anton Haberkern

**Leistungsfähigere Kugelgewindetriebe durch Beschichtung**

Band 80

Dr.-Ing. Dominik Matt

**Objektorientierte Prozess- und Strukturinnovation (OPUS)**

Band 81

Dr.-Ing. Jürgen Andres

**Robotersysteme für den Wohnungsbau: Beitrag zur Automatisierung des Mauerwerkbaus und der Elektroinstallation auf Baustellen**

Band 82

Dr.-Ing. Dipl.Wirtschaftsing. Simone Riedmiller

**Der Prozesskalender - Eine Methodik zur marktorientierten Entwicklung von Prozessen**

Band 83

Dr.-Ing. Dietmar Tilch

**Analyse der Geometrieparameter von Präzisionsgewinden auf der Basis einer Least-Squares-Estimation**

Band 84

Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Oliver Stiefbold

**Konzeption eines reaktionsschnellen Planungssystems für Logistikketten auf Basis von Software-Agenten**

Band 85

Dr.-Ing. Ulrich Walter

**Einfluss von Kühlschmierstoff auf den Zerspansprozess beim Fräsen: Beitrag zum Prozessverständnis auf Basis von zerspantechnischen Untersuchungen**

Band 86

Dr.-Ing. Bernd Werner

**Konzeption von teilautonomer Gruppenarbeit unter Berücksichtigung kultureller Einflüsse**

Band 87

Dr.-Ing. Ulf Osmers

**Projektieren Speicherprogrammierbarer Steuerungen mit Virtual Reality**

Band 88

Dr.-Ing. Oliver Doerfel

**Optimierung der Zerspantechnik beim Fertigungsverfahren Wälzstossen: Analyse des Potentials zur Trockenbearbeitung**

Band 89

Dr.-Ing. Peter Baumgartner

**Stufenmethode zur Schnittstellengestaltung in der internationalen Produktion**

Band 90  
Dr.-Ing. Dirk Vossmann

**Wissensmanagement in der Produktentwicklung durch Qualitätsmethodenverbund und Qualitätsmethodenintegration**

Band 91  
Dr.-Ing. Martin Plass

**Beitrag zur Optimierung des Honprozesses durch den Aufbau einer Honprozessregelung**

Band 92  
Dr.-Ing. Titus Konold

**Optimierung der Fünffachsfräsbearbeitung durch eine kennzahlenunterstützte CAM-Umgebung**

Band 93  
Dr.-Ing. Jürgen Brath

**Unterstützung der Produktionsplanung in der Halbleiterfertigung durch risikoberücksichtigende Betriebskennlinien**

Band 94  
Dr.-Ing. Dirk Geisinger

**Ein Konzept zur marktorientierten Produktentwicklung**

Band 95  
Dr.-Ing. Marco Lanza

**Entwurf der Systemunterstützung des verteilten Engineering mit Axiomatic Design**

Band 96  
Dr.-Ing. Volker Hüntrup

**Untersuchungen zur Mikrostrukturierbarkeit von Stählen durch das Fertigungsverfahren Fräsen**

Band 97  
Dr.-Ing. Frank Reinboth

**Interne Stützung zur Genauigkeitsverbesserung in der Inertialmesstechnik: Beitrag zur Senkung der Anforderungen an Inertialsensoren**

Band 98  
Dr.-Ing. Lutz Trender

**Entwicklungintegrierte Kalkulation von Produktlebenszykluskosten auf Basis der ressourcenorientierten Prozesskostenrechnung**

Band 99

Dr.-Ing. Cornelia Kafka

**Konzeption und Umsetzung eines Leitfadens zum industriellen Einsatz von Data-Mining**

Band 100

Dr.-Ing. Gebhard Selinger

**Rechnerunterstützung der informellen Kommunikation in verteilten Unternehmensstrukturen**

Band 101

Dr.-Ing. Thomas Windmüller

**Verbesserung bestehender Geschäftsprozesse durch eine mitarbeiterorientierte Informationsversorgung**

Band 102

Dr.-Ing. Knud Lembke

**Theoretische und experimentelle Untersuchung eines bistabilen elektrohydraulischen Linearantriebs**

Band 103

Dr.-Ing. Ulrich Thies

**Methode zur Unterstützung der variantengerechten Konstruktion von industriell eingesetzten Kleingeräten**

Band 104

Dr.-Ing. Andreas Schmälzle

**Bewertungssystem für die Generalüberholung von Montageanlagen –Ein Beitrag zur wirtschaftlichen Gestaltung geschlossener Facility- Management- Systeme im Anlagenbau**

Band 105

Dr.-Ing. Thorsten Frank

**Vergleichende Untersuchungen schneller elektromechanischer Vorschubachsen mit Kugelgewindetrieb**

Band 106

Dr.-Ing. Achim Agostini

**Reihenfolgeplanung unter Berücksichtigung von Interaktionen: Beitrag zur ganzheitlichen Strukturierung und Verarbeitung von Interaktionen von Bearbeitungsobjekten**

Band 107

Dr.-Ing. Thomas Barrho

**Flexible, zeitfenstergesteuerte Auftragseinplanung in segmentierten Fertigungsstrukturen**

Band 108

Dr.-Ing. Michael Scharer

**Quality Gate-Ansatz mit integriertem Risikomanagement**

Band 109

Dr.-Ing. Ulrich Suchy

**Entwicklung und Untersuchung eines neuartigen Mischkopfes für das Wasser Abrasivstrahlschneiden**

Band 110

Dr.-Ing. Sellal Mussa

**Aktive Korrektur von Verlagerungsfehlern in Werkzeugmaschinen**

Band 111

Dr.-Ing. Andreas Hühsam

**Modellbildung und experimentelle Untersuchung des Wälzschälprozesses**

Band 112

Dr.-Ing. Axel Plutowsky

**Charakterisierung eines optischen Messsystems und den Bedingungen des Arbeitsraums einer Werkzeugmaschine**

Band 113

Dr.-Ing. Robert Landwehr

**Konsequent dezentralisierte Steuerung mit Industrial Ethernet und offenen Applikationsprotokollen**

Band 114

Dr.-Ing. Christoph Dill

**Turbulenzreaktionsprozesse**

Band 115

Dr.-Ing. Michael Baumeister

**Fabrikplanung im turbulenten Umfeld**

Band 116

Dr.-Ing. Christoph Gönninger

**Konzept zur Verbesserung der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) in Produktionssystemen durch intelligente Sensor/Aktor-Anbindung**

Band 117

Dr.-Ing. Lutz Demuß

**Ein Reifemodell für die Bewertung und Entwicklung von Dienstleistungsorganisationen: Das Service Management Maturity Modell (SMMM)**

Band 118

Dr.-Ing. Jörg Söhner

**Beitrag zur Simulation zerspanungstechnologischer Vorgänge mit Hilfe der Finite-Element-Methode**

Band 119

Dr.-Ing. Judith Elsner

**Informationsmanagement für mehrstufige Mikro-Fertigungsprozesse**

Band 120

Dr.-Ing. Lijing Xie

**Estimation Of Two-dimension Tool Wear Based On Finite Element Method**

Band 121

Dr.-Ing. Ansgar Blessing

**Geometrischer Entwurf mikromechatronischer Systeme**

Band 122

Dr.-Ing. Rainer Ebner

**Steigerung der Effizienz mehrachsiger Fräsprozesse durch neue Planungsmethoden mit hoher Benutzerunterstützung**

Band 123

Dr.-Ing. Silja Klinkel

**Multikriterielle Feinplanung in teilautonomen Produktionsbereichen – Ein Beitrag zur produkt- und prozessorientierten Planung und Steuerung**

Band 124

Dr.-Ing. Wolfgang Neithardt

**Methodik zur Simulation und Optimierung von Werkzeugmaschinen in der Konzept- und Entwurfsphase auf Basis der Mehrkörpersimulation**

Band 125

Dr.-Ing. Andreas Mehr

**Hartfeinbearbeitung von Verzahnungen mit kristallinen diamantbeschichteten Werkzeugen beim Fertigungsverfahren Wälzstoßen**

Band 126

Dr.-Ing. Martin Gutmann

**Entwicklung einer methodischen Vorgehensweise zur Diagnose von hydraulischen Produktionsmaschinen**

Band 127

Dr.-Ing. Gisela Lanza

**Simulative Anlaufunterstützung auf Basis der Qualitätsfähigkeiten von Produktionsprozessen**

Band 128

Dr.-Ing. Ulf Dambacher

**Kugelgewindetrieb mit hohem Druckwinkel**

Band 129

Dr.-Ing. Carsten Buchholz

**Systematische Konzeption und Aufbau einer automatisierten Produktionszelle für pulverspritzgegossene Mikroteile**

Band 130

Dr.-Ing. Heiner Lang

**Trocken-Räumen mit hohen Schnittgeschwindigkeiten**

Band 131

Dr.-Ing. Daniel Nesges

**Prognose operationeller Verfügbarkeiten von Werkzeugmaschinen unter Berücksichtigung von Serviceleistungen**

Im Shaker Verlag erschienene Bände:

---

Band 132

Dr.-Ing. Andreas Bechle

**Beitrag zur prozesssicheren Bearbeitung beim Hochleistungsfertigungsverfahren Wälzschälen**

Band 133

Dr.-Ing. Markus Herm

**Konfiguration globaler Wertschöpfungsnetzwerke auf Basis von Business Capabilities**

Band 134

Dr.-Ing. Hanno Tritschler

**Werkzeug- und Zerspanprozessoptimierung beim Hartfräsen von Mikrostrukturen in Stahl**

Band 135

Dr.-Ing. Christian Munzinger

**Adaptronische Strebe zur Steifigkeitssteigerung von Werkzeugmaschinen**

Band 136

Dr.-Ing. Andreas Stepping

**Fabrikplanung im Umfeld von Wertschöpfungsnetzwerken und ganzheitlichen Produktionssystemen**

Band 137

Dr.-Ing. Martin Dyck

**Beitrag zur Analyse thermische bedingter Werkstückdeformationen in Trockenbearbeitungsprozessen**

Band 138

Dr.-Ing. Siegfried Schmalzried

**Dreidimensionales optisches Messsystem für eine effizientere geometrische Maschinenbeurteilung**

Band 139

Dr.-Ing. Marc Wawerla

**Risikomanagement von Garantieleistungen**

Band 140

Dr.-Ing. Ivesa Buchholz

**Strategien zur Qualitätssicherung mikromechanischer Bauteile mittels multisensorieller Koordinatenmesstechnik**

Band 141

Dr.-Ing. Jan Kotschenreuther

**Empirische Erweiterung von Modellen der Makrozerspanung auf den Bereich der Mikrobearbeitung**

Band 142

Dr.-Ing. Andreas Knödel

**Adaptronische hydrostatische Drucktascheneinheit**

Band 143

Dr.-Ing. Gregor Stengel

**Fliegendes Abtrennen räumlich gekrümmter Strangpressprofile mittels Industrierobotern**

Band 144

Dr.-Ing. Udo Weismann

**Lebenszyklusorientiertes interorganisationelles Anlagencontrolling**

Band 145

Dr.-Ing. Rüdiger Pabst

**Mathematische Modellierung der Wärmestromdichte zur Simulation des thermischen Bauteilverhaltens bei der Trockenbearbeitung**

Band 146

Dr.-Ing. Jan Wieser

**Intelligente Instandhaltung zur Verfügbarkeitssteigerung von Werkzeugmaschinen**

Band 147

Dr.-Ing. Sebastian Haupt

**Effiziente und kostenoptimale Herstellung von Mikrostrukturen durch eine Verfahrenskombination von Bahnerosion und Laserablation**

Band 148

Dr.-Ing. Matthias Schlipf

**Statistische Prozessregelung von Fertigungs- und Messprozess zur Erreichung einer variabilitätsarmen Produktion mikromechanischer Bauteile**

Band 149

Dr.-Ing. Jan Philipp Schmidt-Ewig

**Methodische Erarbeitung und Umsetzung eines neuartigen Maschinenkonzeptes zur produktflexiblen Bearbeitung räumlich gekrümmter Strangpressprofile**

Band 150

Dr.-Ing. Thomas Ender

**Prognose von Personalbedarfen im Produktionsanlauf unter Berücksichtigung dynamischer Planungsgrößen**

Band 151

Dr.-Ing. Kathrin Peter

**Bewertung und Optimierung der Effektivität von Lean Methoden  
in der Kleinserienproduktion**

Band 152

Dr.-Ing. Matthias Schopp

**Sensorbasierte Zustandsdiagnose und -prognose von Kugelgewindetrieben**

Band 153

Dr.-Ing. Martin Kipfmüller

**Aufwandsoptimierte Simulation von Werkzeugmaschinen**

Band 154

Dr.-Ing. Carsten Schmidt

**Development of a database to consider multi wear mechanisms  
within chip forming simulation**

Band 155

Dr.-Ing. Stephan Niggeschmidt

**Ausfallgerechte Ersatzteilbereitstellung im Maschinen- und Anlagenbau  
mittels lastabhängiger Lebensdauerprognose**

Band 156

Dr.-Ing. Jochen Conrad Peters

**Bewertung des Einflusses von Formabweichungen in der  
Mikro-Koordinatenmesstechnik**

Band 157

Dr.-Ing. Jörg Ude

**Entscheidungsunterstützung für die Konfiguration  
globaler Wertschöpfungsnetzwerke**

Band 158

Dr.-Ing. Stefan Weiler

**Strategien zur wirtschaftlichen Gestaltung der globalen Beschaffung**

Band 159

Dr.-Ing. Jan Rühl

**Monetäre Flexibilitäts- und Risikobewertung**

Band 160

Dr.-Ing. Daniel Ruch

**Positions- und Konturerfassung räumlich gekrümmter Profile auf Basis bauteilimmanenter Markierungen**

Band 161

Dr.-Ing. Manuel Tröndle

**Flexible Zuführung von Mikrobauteilen mit piezoelektrischen Schwingförderern**

Band 162

Dr.-Ing. Benjamin Viering

**Mikroverzahnungsnormal**

Band 163

Dr.-Ing. Chris Becke

**Prozesskrafttrichtungsangepasste Frässtrategien zur schädigungsarmen Bohrungsbearbeitung an faserverstärkten Kunststoffen**

Band 164

Dr.-Ing. Patrick Werner

**Dynamische Optimierung und Unsicherheitsbewertung der lastabhängigen präventiven Instandhaltung von Maschinenkomponenten**

Band 165

Dr.-Ing. Martin Weis

**Kompensation systematischer Fehler bei Werkzeugmaschinen durch self-sensing Aktoren**

Band 166

Dr.-Ing. Markus Schneider

**Kompensation von Konturabweichungen bei gerundeten Strangpressprofilen durch robotergestützte Führungswerkzeuge**

Band 167

Dr.-Ing. Ester M. R. Ruprecht

**Prozesskette zur Herstellung schichtbasierter Systeme mit integrierten Kavitäten**

Band 168

Dr.-Ing. Alexander Broos

**Simulationsgestützte Ermittlung der Komponentenbelastung für die Lebensdauerprognose an Werkzeugmaschinen**

Band 169

Dr.-Ing. Frederik Zanger

**Segmentspanbildung, Werkzeugverschleiß, Randschichtzustand und Bauteileigenschaften: Numerische Analysen zur Optimierung des Zerspanungsprozesses am Beispiel von Ti-6Al-4V**

Band 170

Dr.-Ing. Benjamin Behmann

**Servicefähigkeit**

Band 171

Dr.-Ing. Annabel Gabriele Jondral

**Simulationsgestützte Optimierung und Wirtschaftlichkeitsbewertung des Lean-Methodeneinsatzes**

Band 172

Dr.-Ing. Christoph Ruhs

**Automatisierte Prozessabfolge zur qualitätssicheren Herstellung von Kavitäten mittels Mikrobahnerosion**

Band 173

Dr.-Ing. Steven Peters

**Markoffsche Entscheidungsprozesse zur Kapazitäts- und Investitionsplanung von Produktionssystemen**

Band 174

Dr.-Ing. Christoph Kühlewein

**Untersuchung und Optimierung des Wälzschälverfahrens mit Hilfe von 3D-FEM-Simulation – 3D-FEM Kinematik- und Spanbildungssimulation**

Band 175

Dr.-Ing. Adam-Mwanga Dieckmann

**Auslegung und Fertigungsprozessgestaltung sintergefügter Verbindungen für  $\mu$ MIM-Bauteile**

Band 176

Dr.-Ing. Heiko Hennrich

**Aufbau eines kombinierten belastungs- und zustandsorientierten Diagnose- und Prognosesystems für Kugelgewindetriebe**

Band 177

Dr.-Ing. Stefan Herder

**Piezoelektrischer Self-Sensing-Aktor zur Vorspannungsregelung in adaptiven Kugelgewindetrieben**

Band 178

Dr.-Ing. Alexander Ochs

**Ultraschall-Strömungsgreifer für die Handhabung textiler Halbzeuge bei der automatisierten Fertigung von RTM-Bauteilen**

Band 179

Dr.-Ing. Jürgen Michna

**Numerische und experimentelle Untersuchung zerspanungsbedingter Gefügeumwandlungen und Modellierung des thermo-mechanischen Lastkollektivs beim Bohren von 42CrMo4**

Band 180

Dr.-Ing. Jörg Elser

**Vorrichtungsfreie räumliche Anordnung von Fügepartnern auf Basis von Bauteilmarkierungen**

Band 181

Dr.-Ing. Katharina Klimscha

**Einfluss des Fügespalts auf die erreichbare Verbindungsqualität beim Sinterfügen**

Band 182

Dr.-Ing. Patricia Weber

**Steigerung der Prozesswiederholbarkeit mittels Analyse akustischer Emissionen bei der Mikrolaserablation mit UV-Pikosekundenlasern**

Band 183

Dr.-Ing. Jochen Schädel

**Automatisiertes Fügen von Tragprofilen mittels Faserwickeln**

Band 184

Dr.-Ing. Martin Krauße

**Aufwandsoptimierte Simulation von Produktionsanlagen durch Vergrößerung der Geltungsbereiche von Teilmodellen**

Band 185

Dr.-Ing. Raphael Moser

**Strategische Planung globaler Produktionsnetzwerke**

Bestimmung von Wandlungsbedarf und Wandlungszeitpunkt mittels multikriterieller Optimierung

Band 186

Dr.-Ing. Martin Otter

**Methode zur Kompensation fertigungsbedingter Gestaltabweichungen für die Montage von Aluminium Space-Frame-Strukturen**

Band 187

Dr.-Ing. Urs Leberle

**Produktive und flexible Gleitförderung kleiner Bauteile auf phasenflexiblen Schwingförderern mit piezoelektrischen 2D-Antriebsselementen**

Band 188

Dr.-Ing. Johannes Book

**Modellierung und Bewertung von Qualitätsmanagementstrategien in globalen Wertschöpfungsnetzwerken**

Band 189

Dr.-Ing. Florian Ambrosy

**Optimierung von Zerspanungsprozessen zur prozesssicheren Fertigung nanokristalliner Randschichten am Beispiel von 42CrMo4**

Band 190

Dr.-Ing. Adrian Kölmel

**Integrierte Messtechnik für Prozessketten unreifer Technologien am Beispiel der Batterieproduktion für Elektrofahrzeuge**

Band 191

Dr.-Ing. Henning Wagner

**Featurebasierte Technologieplanung zum Preforming von textilen Halbzeugen**

Band 192

Dr.-Ing. Johannes Gebhardt

**Strukturoptimierung von in FVK eingebetteten metallischen Lasteinleitungselementen**

Band 193

Dr.-Ing. Jörg Bauer

**Hochintegriertes hydraulisches Vorschubsystem für die Bearbeitung kleiner Werkstücke mit hohen Fertigungsanforderungen**

Band 194

Dr.-Ing. Nicole Stricker

**Robustheit verketteter Produktionssysteme**

Robustheitsevaluation und Selektion des Kennzahlensystems der Robustheit

Band 195

Dr.-Ing. Anna Sauer

**Konfiguration von Montagelinien unreifer Produkttechnologien am Beispiel der Batteriemontage für Elektrofahrzeuge**

Band 196

Dr.-Ing. Florian Sell-Le Blanc

**Prozessmodell für das Linearwickeln unrunder Zahnspulen**

Ein Beitrag zur orthozyklischen Spulenwickeltechnik

Band 197

Dr.-Ing. Frederic Förster

**Geregeltes Handhabungssystem zum zuverlässigen und energieeffizienten Handling textiler Kohlenstofffaserzuschnitte**

Band 198

Dr.-Ing. Nikolay Boev

**Numerische Beschreibung von Wechselwirkungen zwischen Zerspanprozess und Maschine am Beispiel Räumen**

Band 199

Dr.-Ing. Sebastian Greinacher

**Simulationsgestützte Mehrzieloptimierung schlanker und ressourceneffizienter Produktionssysteme**

Band 200

Dr.-Ing. Benjamin Häfner

**Lebensdauerprognose in Abhängigkeit der Fertigungsabweichungen bei Mikroverzahnungen**

Band 201

Dr.-Ing. Stefan Klotz

**Dynamische Parameteranpassung bei der Bohrungsherstellung in faserverstärkten Kunststoffen unter zusätzlicher Berücksichtigung der Einspannsituation**

Band 202

Dr.-Ing. Johannes Stoll

**Bewertung konkurrierender Fertigungsfolgen mittels Kostensimulation und stochastischer Mehrzieloptimierung**

Anwendung am Beispiel der Blechpaketfertigung für automobiler Elektromotoren

Band 203

Dr.-Ing. Simon-Frederik Koch

**Fügen von Metall-Faserverbund-Hybridwellen im Schleuderverfahren**  
ein Beitrag zur fertigungsgerechten intrinsischen Hybridisierung

Band 204

Dr.-Ing. Julius Ficht

**Numerische Untersuchung der Eigenspannungsentwicklung für sequenzielle Zerspanungsprozesse**

Band 205

Dr.-Ing. Manuel Baumeister

**Automatisierte Fertigung von Einzelblattstapeln in der Lithium-Ionen-Zellproduktion**

Band 206

Dr.-Ing. Daniel Bertsch

**Optimierung der Werkzeug- und Prozessauslegung für das Wälzschälen von Innenverzahnungen**

Band 207

Dr.-Ing. Kyle James Kippenbrock

**Deconvolution of Industrial Measurement and Manufacturing Processes for Improved Process Capability Assessments**

Band 208

Dr.-Ing. Farboud Bejnoud

**Experimentelle Prozesskettenbetrachtung für Räumbauteile am Beispiel einer einsatzgehärteten PKW-Schiebemuffe**

Band 209

Dr.-Ing. Steffen Dosch

**Herstellungsübergreifende Informationsübertragung zur effizienten Produktion von Werkzeugmaschinen am Beispiel von Kugelgewindetrieben**

Band 210

Dr.-Ing. Emanuel Moser

**Migrationsplanung globaler Produktionsnetzwerke**

Bestimmung robuster Migrationspfade und risiko-effizienter Wandlungsbefähiger

Band 211

Dr.-Ing. Jan Hochdörffer

**Integrierte Produktallokationsstrategie und Konfigurationssequenz in globalen Produktionsnetzwerken**

Band 212

Dr.-Ing. Tobias Arndt

**Bewertung und Steigerung der Prozessqualität in globalen Produktionsnetzwerken**

Band 213

Dr.-Ing. Manuel Peter

**Unwuchtminimale Montage von Permanentmagnetrotoren durch modellbasierte Online-Optimierung**

Band 214

Dr.-Ing. Robin Kopf

**Kostenorientierte Planung von Fertigungsfolgen additiver Technologien**

Band 215

Dr.-Ing. Harald Meier

**Einfluss des Räumens auf den Bauteilzustand in der Prozesskette  
Weichbearbeitung – Wärmebehandlung – Hartbearbeitung**

Band 216

Dr.-Ing. Daniel Brabandt

**Qualitätssicherung von textilen Kohlenstofffaser-Preforms mittels  
optischer Messtechnik**

Band 217

Dr.-Ing. Alexandra Schabunow

**Einstellung von Aufnahmeparametern mittels projektionsbasierter Qualitäts-  
kenngrößen in der industriellen Röntgen-Computertomographie**

Band 218

Dr.-Ing. Jens Bürgin

**Robuste Auftragsplanung in Produktionsnetzwerken**

Mittelfristige Planung der variantenreichen Serienproduktion unter Unsicherheit  
der Kundenauftragskonfigurationen

Band 219

Dr.-Ing. Michael Gerstenmeyer

**Entwicklung und Analyse eines mechanischen Oberflächenbehandlungs-  
verfahrens unter Verwendung des Zerspanungswerkzeuges**

Band 220

Dr.-Ing. Jacques Burtscher

**Erhöhung der Bearbeitungsstabilität von Werkzeugmaschinen durch  
semi-passive masseneinstellbare Dämpfungssysteme**

Band 221

Dr.-Ing. Dietrich Berger

**Qualitätssicherung von textilen Kohlenstofffaser-Preforms mittels prozess-  
integrierter Wirbelstromsensor-Arrays**

Band 222

Dr.-Ing. Fabian Johannes Ballier

**Systematic gripper arrangement for a handling device in lightweight production processes**

Band 223

Dr.-Ing. Marielouise Schäferling, geb. Zaiß

**Development of a Data Fusion-Based Multi-Sensor System for Hybrid Sheet Molding Compound**

Band 224

Dr.-Ing. Quirin Spiller

**Additive Herstellung von Metallbauteilen mit dem ARBURG Kunststoff-Freiformen**

Band 225

Dr.-Ing. Andreas Spohrer

**Steigerung der Ressourceneffizienz und Verfügbarkeit von Kugelgewindetrieben durch adaptive Schmierung**

Band 226

Dr.-Ing. Johannes Fisel

**Veränderungsfähigkeit getakteter Fließmontagesysteme**

Planung der Fließbandabstimmung am Beispiel der Automobilmontage

Band 227

Dr.-Ing. Patrick Bollig

**Numerische Entwicklung von Strategien zur Kompensation thermisch bedingter Verzüge beim Bohren von 42CrMo4**

Band 228

Dr.-Ing. Ramona Pfeiffer, geb. Singer

**Untersuchung der prozessbestimmenden Größen für die anforderungsgerechte Gestaltung von Pouchzellen-Verpackungen**

Band 229

Dr.-Ing. Florian Baumann

**Additive Fertigung von endlosfaserverstärkten Kunststoffen mit dem ARBURG Kunststoff-Freiform Verfahren**

Band 230  
Dr.-Ing. Tom Stähr

**Methodik zur Planung und Konfigurationsauswahl skalierbarer Montagesysteme – Ein Beitrag zur skalierbaren Automatisierung**

Band 231  
Dr.-Ing. Jan Schwennen

**Einbringung und Gestaltung von Lasteinleitungsstrukturen für im RTM-Verfahren hergestellte FVK-Sandwichbauteile**

Band 232  
Dr.-Ing. Sven Coutandin

**Prozessstrategien für das automatisierte Preforming von bebinderten textilen Halbzeugen mit einem segmentierten Werkzeugsystem**

Band 233  
Dr.-Ing. Christoph Liebrecht

**Entscheidungsunterstützung für den Industrie 4.0-Methodeneinsatz**  
Strukturierung, Bewertung und Ableitung von Implementierungsreihenfolgen

Band 234  
Dr.-Ing. Stefan Treber

**Transparenzsteigerung in Produktionsnetzwerken**  
Verbesserung des Störungsmanagements durch verstärkten Informationsaustausch

Band 235  
Dr.-Ing. Marius Dackweiler

**Modellierung des Fügewickelprozesses zur Herstellung von leichten Fachwerkstrukturen**

Band 236  
Dr.-Ing. Fabio Echsler Minguillon

**Prädiktiv-reaktives Scheduling zur Steigerung der Robustheit in der Matrix-Produktion**

Band 237  
Dr.-Ing. Sebastian Haag

**Entwicklung eines Verfahrensablaufes zur Herstellung von Batteriezellstapeln mit großformatigem, rechteckigem Stapelformat und kontinuierlichen Materialbahnen**

Band 238

Dr.-Ing. Raphael Wagner

**Strategien zur funktionsorientierten Qualitätsregelung in der Serienproduktion**

Band 239

Dr.-Ing. Christopher Ehrmann

**Ausfallfrüherkennung von Ritzel-Zahnstangen- Trieben mittels Acoustic Emission**

Band 240

Dr.-Ing. Janna Hofmann

**Prozessmodellierung des Fünf-Achs-Nadelwickelns zur Implementierung einer trajektoriebasierten Drahtzugkraftregelung**

Band 241

Dr.-Ing. Andreas Kuhnle

**Adaptive Order Dispatching based on Reinforcement Learning  
Application in a Complex Job Shop in the Semiconductor Industry**

Band 242

Dr.-Ing. Andreas Greiber

**Fertigung optimierter technischer Oberflächen durch eine Verfahrenskombination aus Fliehkraft-Tauchgleitschleifen und Laserablation  
Prozesseinflüsse und Prozessauslegung**

Band 243

Dr.-Ing. Jan Niclas Eschner

**Entwicklung einer akustischen Prozessüberwachung zur Porenbestimmung im Laserstrahlschmelzen**

Band 244

Dr.-Ing. Sven Roth

**Schädigungsfreie Anbindung von hybriden FVK/Metall-Bauteilen an metallische Tragstrukturen durch Widerstandspunktschweißen**

Band 245

Dr.-Ing. Sina Kathrin Peukert

**Robustheitssteigerung in Produktionsnetzwerken mithilfe eines integrierten Störungsmanagements**

Band 246

Dr.-Ing. Alexander Jacob

**Hochiterative Technologieplanung**

Rekursive Optimierung produkt- und fertigungsbezogener  
Freiheitsgrade am Beispiel der hybrid-additiven Fertigung

Band 247

Dr.-Ing. Patrick Moll

**Ressourceneffiziente Herstellung von Langfaser-Preforms  
im Faserblasverfahren**

Band 248

Dr.-Ing. Eric Thore Segebade

**Erhöhung der Verschleißbeständigkeit von Bauteilen aus Ti-6Al-4V mittels  
simulationsgestützter Zerspanung und mechanischer Mikrotextrurierung**

Band 249

Dr.-Ing. Shun Yang

**Regionalized implementation strategy of smart  
automation within assembly systems in China**

Band 250

Dr.-Ing. Constantin Carl Hofmann

**Vorausschauende und reaktive Mehrzieloptimierung  
für die Produktionssteuerung einer Matrixproduktion**

Band 251

Dr.-Ing. Paul Ruhland

**Prozesskette zur Herstellung von hybriden Faser-Metall-Preforms**

Modellbildung und Optimierung des Binderauftrags und  
der Drapierung für stabförmige Bauteile

Band 252

Dr.-Ing. Leonard Schild

**Erzeugung und Verwendung von Anwendungswissen in der industriellen  
Computertomographie**

Band 253

Dr.-Ing. Benedikt Klee

**Analyse von Phaseninformationen in Videodaten zur Identifikation  
von Schwingungen in Werkzeugmaschinen**

Band 254

Dr.-Ing. Bruno Vargas

**Wälzschälern mit kleinen Achskreuzwinkeln**

Prozessgrenzen und Umsetzbarkeit

Band 255

Dr.-Ing. Lucas Bretz

**Function-oriented in-line quality assurance of hybrid sheet molding compound**

Band 256

Dr.-Ing. Bastian Rothaupt

**Dämpfung von Bauteilschwingungen durch einstellbare Werkstückdirektspannung mit Hydrodehnspanntechnik**

Band 257

Dr.-Ing. Daniel Kupzik

**Robotic Swing Folding of three-dimensional UD-tape-based Reinforcement Structures**

Band 258

Dr.-Ing. Bastian Verhaelen

**(De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken**

Strategie- und komplexitätsorientierte Gestaltung der Entscheidungsautonomie





