

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

Gwen Louis Steier

**Strategischer Fit in globalen  
Produktionsnetzwerken**  
Entscheidungsunterstützung für  
die strategische Netzwerkkonfiguration

Band 292

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  
Prof. Dr.-Ing. Frederik Zanger

Gwen Louis Steier

**Strategischer Fit in globalen  
Produktionsnetzwerken**  
Entscheidungsunterstützung für die strategische  
Netzwerkconfiguration

Band 292



**Strategischer Fit in globalen Produktionsnetzwerken  
Entscheidungsunterstützung für die strategische  
Netzwerkconfiguration**

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

Gwen Louis Steier, M.Sc.

aus Hüttenfeld

Tag der mündlichen Prüfung: 05.11.2024

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., 2024

Copyright Shaker Verlag 2025

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

Printed in Germany.

Print-ISBN        978-3-8440-9788-7  
PDF-ISBN        978-3-8440-9882-2  
ISSN             2944-6430  
eISSN            2944-6449  
<https://doi.org/10.2370/9783844098822>

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, nachhaltiger und wirtschaftlicher Technologien stellt den entscheidenden Wirtschaftsfaktor für produzierende Unternehmen dar. 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 wird im Rahmen dieser Schriftenreihe über aktuelle Forschungsergebnisse des Instituts für Produktionstechnik (wbk) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) berichtet. Unsere Forschungsarbeiten beschäftigen sich mit der Leistungssteigerung von additiven und subtraktiven Fertigungsverfahren, den Produktionsanlagen und der Prozessautomatisierung sowie mit der ganzheitlichen Betrachtung und Optimierung von Produktionssystemen und -netzwerken. 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

Prof. Dr.-Ing. Frederik Zanger



## **Vorwort des Verfassers**

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

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. Thomas Friedli für die Übernahme des Korreferats sowie Herrn Prof. Dr.-Ing. Arne Rönna für den Prüfungsvorsitz.

Dem Karlsruhe House of Young Scientists (KHYS) des KIT danke ich für die Förderung meines Forschungsaufenthaltes an der Königlichen Technischen Hochschule (KTH) in Stockholm, Schweden. Prof. Andreas Feldman am Department Industrial Economics and Management (INDEK) der KTH danke ich herzlich für die freundliche Aufnahme in seiner Arbeitsgruppe und den spannenden Diskussionen.

Allen Kolleginnen und Kollegen des wbk in Karlsruhe danke ich für die gute Zusammenarbeit in den vergangenen Jahren. Namentlich seien Louis Schäfer, Bastian Verhaelen, Constantin Hofmann, Fabian Sasse, Lukas Weiser und Florian Stamer erwähnt. Unsere gemeinsamen Projekte und Späße im Institutsalltag machten diese Zeit zu etwas Besonderem. Für das Korrekturlesen dieser Arbeit danke ich Louis Schäfer und Kevin Gleich. Mein besonderer Dank und Respekt gilt auch den Studierenden Felix Kehm, Fabian Klinkner, Marcel Grimmbacher, Nicolai Krebs, Maike Persoon, Marie-Christin Jaspers, Frederic Kimm-Friedenberg, Markus Plotzitzka und Tanja Maier. Ihr habt sehr zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen. Darüber hinaus bedanke ich mich bei allen Projektpartnern für die vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Abschließend möchte ich meinen Eltern sowie Uly und Birgit für die bedingungslose Unterstützung herzlich danken. Der allergrößte Dank gilt meiner Freundin Clara. Deine unermüdliche Liebe und dein Zuspruch haben diese Arbeit ermöglicht.

Karlsruhe, Sommer 2024

Gwen Louis Steier



## Abstract

The right strategic design of the value creation process in the global production network plays a decisive role in maintaining a company's long-term competitiveness. The design, which is referred to as network configuration, includes the long-term allocation of products and processes in the network as well as the assignment of site roles and markets. Strategic fit refers to the state in which the network configuration is optimally aligned with the corporate environment and the strategic goals. However, today's production networks are characterized by complex, multidimensional objectives. Several strategic motives, some of them conflicting, are often pursued simultaneously. Moreover, there is volatility and dynamism in the current corporate environment, which can cause production networks to lose their strategic fit. Therefore, an approach is needed that brings transparency to these fit-constituting interdependencies in the network configuration in order to define appropriate countermeasures.

Previous approaches lack a systematic analysis of the strategic fit. No approach so far considers the multilateral relationships between network configuration, strategy and environment. In addition, no approach creates the link between a superordinate network level and a more detailed site level, which limits the practical benefit.

Due to this shortcoming in theory and practice, this work presents a decision support model for strategic network configuration in line with strategic goals and the corporate environment. The decision support model consists of four sub-models. The description model enables a holistic understanding of network configuration, strategy and corporate environment. On the one hand, the explanatory model is used to analyze strategic performance at site level for a given environment and configuration. On the other hand, the explanatory model at network level enables the derivation of strategically appropriate network structures. These network structures are detailed in the design model with design guidelines extracted from the fit relationships at site level. A superordinate process model guides the user systematically from the analysis of the current situation to the definition and selection of a suitable strategic network configuration. The approach is demonstrated in two case studies in the electronics and mobility industries.

This approach enables practitioners to systematically derive a suitable strategic network configuration that optimally supports the strategic goals while taking the company's individual environment into account. At the same time, this work contributes to the scientific discourse on strategic fit in global production networks. It is the first approach that applies contingency theory considerations to the multilateral links of network configuration to strategy and environment simultaneously. In addition, this approach is the first to present a differentiated, but at the same time integrative view of strategic fit at the site and network level.



## Kurzfassung

Die richtige strategische Gestaltung der Wertschöpfung im globalen Produktionsnetzwerk spielt eine entscheidende Rolle, um langfristig die Wettbewerbsfähigkeit im Unternehmen zu erhalten. Die Gestaltung, welche als Netzwerkkonfiguration bezeichnet wird, umfasst die langfristige Allokation von Produkten und Prozessen im Netzwerk sowie die Zuordnung von Standortrollen und Märkten. Als strategischen Fit wird der Zustand bezeichnet, in dem die Netzwerkkonfiguration optimal auf die Unternehmensumwelt und die strategischen Unternehmensziele abgestimmt ist. Heutige Produktionsnetzwerke sind jedoch einerseits durch komplexe, multidimensionale Zielsetzungen gekennzeichnet. Es werden oftmals mehrere, teilweise konfliktäre strategische Motive gleichzeitig verfolgt. Andererseits zeigt sich eine Volatilität und Dynamik im derzeitigen Unternehmensumfeld, wodurch Produktionsnetzwerk aus dem Zustand des strategischen Fit gebracht werden können. Daher bedarf es eines Ansatzes der Transparenz in diese Fit-konstituierenden Wirkbeziehungen in der Netzwerkkonfiguration bringt, um entsprechende Gegenmaßnahmen zu definieren.

Bisherige Ansätze lassen eine systematische Analyse des strategischen Fits vermissen. Kein Ansatz betrachtet bisweilen die multilateralen Zusammenhänge aus Netzwerkkonfiguration, Strategie und Umwelt. Zudem schafft kein Ansatz die Verknüpfung zwischen einer übergeordneten Netzwerkebene und einer detaillierteren Standortebene, wodurch der praktische Nutzen limitiert ist.

Aufgrund dieses Defizits in Theorie und Praxis wird in dieser Arbeit ein Entscheidungsunterstützungsmodell zur strategische Netzwerkkonfiguration im Einklang mit den strategischen Zielen und der Unternehmensumwelt präsentiert. Das Entscheidungsunterstützungsmodell besteht aus vier Teilmodellen. Das Beschreibungsmodell ermöglicht eine holistische Erfassung von Netzwerkkonfiguration, Strategie und Unternehmensumwelt. Das Erklärungsmodell dient einerseits der Analyse der strategischen Leistungsfähigkeit auf Standortebene für eine gegebene Umwelt und Konfiguration. Andererseits ermöglicht das Erklärungsmodell auf Netzwerkebene die Ableitung strategisch passender Netzwerkstrukturen. Diese Netzwerkstrukturen werden im Gestaltungsmodell mit aus den Fit-Beziehungen auf Standortebene extrahierten Gestaltungsrichtlinien ausdetailliert. Ein übergeordnetes Vorgehensmodell führt den Anwender systematisch von der Ist-Analyse bis zur Definition und Auswahl einer passenden strategischen Netzwerkkonfiguration. Der Ansatz wird in zwei Fallstudien in der Elektronik- und in Mobilitätsbranche demonstriert.

Mit diesem Ansatz werden Praktiker befähigt, systematisch eine passende strategische Netzwerkkonfiguration abzuleiten, die unter Berücksichtigung der unternehmensindividuellen Umwelt optimal die strategischen Ziele unterstützt. Gleichzeitig trägt diese Arbeit zum wissenschaftlichen Diskurs in Bezug auf den strategischen Fit in globalen Produktionsnetzwerken bei. Es ist der erste Ansatz, der die kontingenztheoretischen Überlegungen auf die multilateralen Verbindungen der Netzwerkkonfiguration zu Strategie und Umwelt gleichermaßen anwendet. Zudem zeigt dieser Ansatz als erster eine differenzierte, aber zugleich integrative Sicht des strategischen Fits auf Standort- und Netzwerkebene auf.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>I</b>
<b>Abkürzungen</b>	<b>IV</b>
<b>Formelverzeichnis</b>	<b>1</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>2</b>
1.1 Ausgangssituation und Motivation	2
1.2 Problemstellung	3
1.3 Zielsetzung und Forschungsfragen	4
1.4 Forschungsmethodische Konzeption	6
1.4.1 Forschungstheoretische Positionierung	6
1.4.2 Forschungsmethodologie	7
1.4.3 Forschungsprozess	9
1.5 Aufbau der Arbeit	10
<b>2 Grundlagen</b>	<b>11</b>
2.1 Globale Produktion und globale Produktionsnetzwerke	11
2.1.1 Definition grundlegender Begriffe	11
2.1.2 Management globaler Produktionsnetzwerke	14
2.2 Strategisches Management und strategischer Fit	21
2.2.1 Definition und Sichtweisen der Strategie	21
2.2.2 Sichtweisen des strategischen Fits	22
2.2.3 Konzeptuierungsansätze	24
2.3 Methodische Grundlagen	25
2.3.1 Systemtheorie und vernetztes Denken	25
2.3.2 Fuzzy-Set Theorie	27
<b>3 Stand der Forschung, Forschungsdefizit und Stand der Praxis</b>	<b>31</b>
3.1 Stand der Forschung und Forschungsdefizit	31
3.1.1 Anforderungskriterien zur Bewertung des Stands der Forschung	31
3.1.2 Identifikation relevanter Ansätze	33

3.1.3	Vorstellung relevanter Ansätze	35
3.1.4	Forschungsdefizit	47
3.2	Entscheidungsfindung in der industriellen Praxis	52
3.2.1	Qualitative Expertenbefragung	52
3.2.2	Quantitative Studie zur Entscheidungsfindung	55
3.3	Zwischenfazit	64
<b>4</b>	<b>Konzeption der Methodik</b>	<b>67</b>
4.1	Grundlegender Lösungsansatz	67
4.2	Lösungskonzept	69
<b>5</b>	<b>Detaillierung der Methodik</b>	<b>72</b>
5.1	Beschreibungsmodell	72
5.1.1	Beschreibungsmodell Netzwerkkonfiguration	72
5.1.2	Beschreibungsmodell Strategie	76
5.1.3	Beschreibungsmodell Umwelt	80
5.2	Erklärungsmodell	83
5.2.1	Erklärungsmodell auf Standortebeine	83
5.2.2	Erklärungsmodell auf Netzwerkebene	101
5.3	Gestaltungsmodell	119
5.3.1	Gestaltungsphasen	120
5.3.2	Netzwerksteckbriefe	123
5.3.3	Gestaltungsrichtlinien	124
5.4	Vorgehensmodell	126
<b>6</b>	<b>Anwendung des Ansatzes in Fallstudien</b>	<b>131</b>
6.1	Forschungsmethodik	131
6.1.1	Aktionsforschung	131
6.1.2	Vorstellung der Fallstudien	132
6.2	Fallstudien	135
6.2.1	Anwendungsfall 1	135
6.2.2	Anwendungsfall 2	145

---

<b>7</b>	<b>Diskussion und Ausblick</b>	<b>154</b>
7.1	Diskussion und kritische Würdigung	154
7.2	Limitationen und Ausblick	158
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>160</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>162</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>I</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>V</b>
	<b>Liste eigener Veröffentlichungen</b>	<b>VII</b>
	<b>Anhang</b>	<b>IX</b>
A.1	Strukturtypen	IX
A.2	Entscheidungsfindung in der Praxis	XI
A.3	Beschreibungsmodelle	XXIII
A.4	Kausaldiagramme und FIS für das Erklärungsmodell auf Standortebe- ne	XXVI
A.5	Literaturanalyse zum Erklärungsmodell auf Netzwerkebene	XLII
A.6	Netzwerksteckbriefe und Gestaltungsrichtlinien	XLVIII
A.7	Anwendung in Fallstudien	LXXVI

# Abkürzungen

<b>Akronym</b>	<b>Bedeutung</b>
A	Asien
AHP	Analytic Hierarchy Process
AK	Arbeitskraft
allgem.	allgemein
AO	Agile Operations
APA	Asien-Pazifik
APS	Advanced Planning and Scheduling
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BR	Brasilien
bspw.	beispielsweise
BU	Business Unit
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
CN	China
COVID	Coronavirus SARS-CoV-2
CS	Case Study
CZ	Tschechien
D	Deutschland
DES	Discret Event Simulation
df	Degrees of freedom
d.h.	das heißt
DSR	Design Science Research
engl.	englisch
emp.	empirisch
EMS	Elektromagnetischer Sensor
EtO	Engineering to Order
et al	et alteri
etc	et cetera

---

<b>Akronym</b>	<b>Bedeutung</b>
EU	Europa
F1-4	Forschungsfrage 1-4
FA	Fabrikautomatisierung
F&E	Forschung und Entwicklung
FG	Finished Doods
FIS	Fuzzy-Inferenz-System
FK	Fachkraft
geograph.	geographisch
GCR	Global Competitiveness Report des World Economic Forum
GPN	Globale Produktionsnetzwerke
H	Hypothese
HCC	High Cost Country
HU	Ungarn
IE	Industrial Engineering
IN	Indien
inkl.	inklusive
insb.	insbesondere
JIT	Just in time
KPI	Key Performance Indicator
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
konzept.	konzeptionell
LC	Local Content
LCC	Low Cost Country
MA	Mitarbeiter
MILP	Mixed Integer Linear Programming
MODM	Multi-Objective Decision Making
NW	Netzwerk
n.a.	nicht anwendbar
OM	Operations Management

<b>Akronym</b>	<b>Bedeutung</b>
PA	Prozessautomatisierung
PCBA	Printed Circuit Board
PLZ	Produktlebenszyklus
PMS	Performance Management System
polit.	politisch
PROMETHEE	Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation
PT	Produkttechnologie
PTP	Prototyp
QFD	Quality Function Deployment
rechtl.	rechtlich
RoW	Rest of World
S	Seite
SA	Südafrika
SFG	Semi-Finished Goods
Sig	Signifikanz
SMD	Surface-mounted Device
SMT	Surface-mounted Technology
spez.	spezifisch
std	Standard
strat.	strategisch
SVP	Senior Vice President
sys	systematisch
technol.	technologisch
tlw.	teilweise
TR	Türkei
u	und
u.a.	unter anderem
US	United States of America
versch.	verschiedene

---

<b>Akronym</b>	<b>Bedeutung</b>
vgl.	vergleiche
VP	Vice President
WF	Wandlungsfähigkeit
z.B.	zum Beispiel
ZF	Zugehörigkeitsfunktion
%	Prozent
€	Euro



## Formelverzeichnis

Formelzeichen	Bedeutung
$\chi_A$	Charakteristische Funktion, die jedem Element $x$ der Menge $A$ einen Wert zuordnet (klassische Mengenlehre)
$\mu_A$	Zugehörigkeitsfunktion, die jedem Element $x$ der Menge $A$ einen Zugehörigkeitswert zwischen 0 und 1 zuordnet (Fuzzy-Mengenlehre)
$\chi_{mittel}$	Charakteristische Funktion für den Term „mittlere Wettbewerbsintensität“ (klassische Mengenlehre)
$\mu_{mittel}$	Zugehörigkeitsfunktion für den Term „mittlere Wettbewerbsintensität“ (Fuzzy-Mengenlehre)
$NWF_j^s$	Netzwerkfähigkeit $j$ für den Standort $s$
$SF_{k,j}^s$	Subfähigkeit $k$ der Netzwerkfähigkeit $j$ für Standort $s$
$w_{k,j}^1$	Gewichtungsfaktor der Subfähigkeit $k$ für Netzwerkfähigkeit $j$
$J$	Menge der Netzwerkfähigkeiten
$K$	Menge der Subfähigkeiten
$S$	Menge der Standorte

# 1 Einleitung

*“Intuition does not come to an unprepared mind.” (Albert Einstein)*

## 1.1 Ausgangssituation und Motivation

Die Globalisierung, welche als Triebfeder für den Wohlstand gilt, nimmt trotz multipler Unsicherheiten und Krisen der letzten Jahre weiterhin zu. So stieg sowohl der Warenexport als auch der Warenimport in Deutschland im Jahr 2022 auf ein Rekordhoch in Höhe von 1.576 für den Warenexport und 1.495 Milliarden € für den Warenimport (Bundeszentrale für politische Bildung 2023). Es zeigt sich auch, dass Unternehmen ihre Globalisierungsaktivitäten auch trotz volatiler Rahmenbedingungen weiter vorantreiben. Im Zeitraum von 2017 bis 2022 stieg die Summe der Direktinvestition deutscher Unternehmen im Ausland auf 1.546 Milliarden €, was einer Steigerung von rund 28 % gleichzusetzen ist. Ebenso stiegen die ausländischen Direktinvestitionen im Inland um 27 % auf rund 681 Milliarden € (Bundesbank 2024). Dies verdeutlicht die zunehmende Verflechtung der Wirtschaft und damit die Bedeutung globaler Produktionsnetzwerke (GPN).

GPN sind aufgrund ihrer Struktur geprägt durch eine hohe Trägheit und langwierige Veränderungsprozesse. Neben hohen strukturellen Investitionskosten ist der Aufbau von technologischen Kompetenzen ein langwieriger Prozess, der im Falle einer Verlagerung die Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigen kann (Ferdows 2014). Auf der anderen Seite erfordern jedoch die gestiegene Dynamik und Unsicherheit, welche jüngste Ereignisse wie der China-Taiwan-Konflikt, der Russland-Ukraine-Krieg, die Suez-Kanalblockade oder der COVID-Lockdown implizieren, eine schnelle Anpassung auf veränderte Rahmenbedingung. Dies steht jedoch im Konflikt zu der zuvor erwähnten Veränderungsträgheit des GPN. Ungeachtet der schieren Dynamik und Komplexität des globalen Umfeldes, sind viele GPN geprägt durch unterschiedliche strategische Stoßrichtungen, verschiedenste, teilweise divergierende Interessengruppen und opportunistisches Verhalten. Das Ergebnis sind historisch gewachsene Produktionsnetzwerke, die jedoch nicht optimal zur Unternehmensstrategie oder zur Unternehmensumwelt passen. Skinner (1969) bezeichnet dies als eine unbeabsichtigte Verwandlung in „Mühlsteine der Unternehmensstrategie“ (engl. „millstones in corporate strategy“), welche die Wettbewerbsfähigkeit erheblich einschränkt. Dies macht einen Ansatz zur strategischen Gestaltung des Produktionsnetzwerks erforderlich, um trotz steigender Unsicherheit, Volatilität und Komplexität, wettbewerbsfähig zu sein (Ferdows 2014).

## 1.2 Problemstellung

Die strategische Gestaltung der Konfiguration des GPN im Einklang mit der Produktionsstrategie und Umwelt ist eine hochkomplexe Managementaufgabe, welche mit den in Abbildung 1-1 dargestellten Herausforderungen assoziiert ist, die im Nachfolgenden erläutert werden.

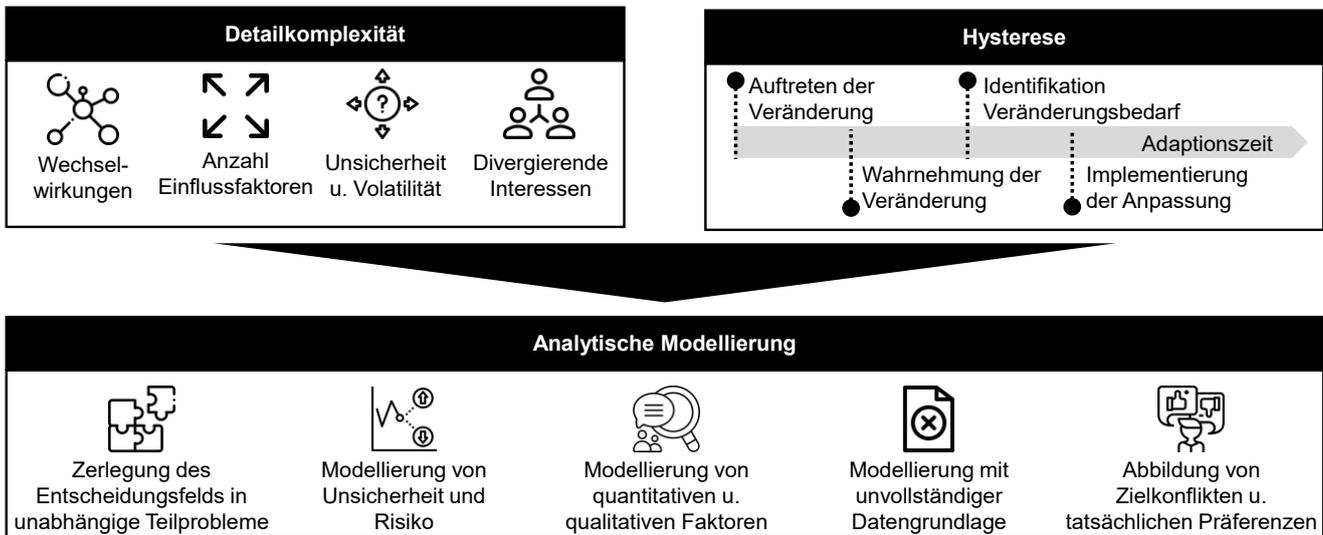


Abbildung 1-1: Herausforderungen der strategischen Netzwerkkonfiguration

Die Netzwerkkonfiguration unterliegt einem hohen Grad an **Detailkomplexität**. Sie ist das Ergebnis vieler voneinander abhängigen Teilentscheidungen wie der Standortwahl, der Zuordnung von Produkten, Technologien und Ressourcen, Investitionsentscheidungen und Kapazitätszuweisungen (Johansen et al. 2014). Diese Teilentscheidungen weisen hohe Wechselwirkungen zueinander auf, sodass diese nicht isoliert betrachtet werden dürfen. Diese Wechselwirkungen werden in der Entscheidungstheorie als Verbundeffekte bezeichnet (Laux et al. 2018). Zudem hängt die Netzwerkkonfiguration von einer Vielzahl von Faktoren wie Arbeitskosten, Transportkosten, Zöllen, Local Content (LC) Anforderungen oder der Verfügbarkeit von Lieferanten ab, die alle gleichzeitig berücksichtigt werden müssen. Ferner sind die Einflussfaktoren durch eine hohe Unsicherheit und Volatilität gekennzeichnet. So können unvorhergesehene kurz- und langfristige Veränderungen im Umfeld die Wettbewerbsfähigkeit eines Standortes beeinträchtigen (Lanza et al. 2019). In der Entscheidungsfindung sind zudem meist mehrere Interessensgruppen mit teilweise divergierenden Zielsetzungen involviert, wodurch die Komplexität nochmals gesteigert wird.

Wie eingangs beschrieben sind GPN träge und verändern sich nur sehr langsam. Der Begriff **Netzwerkhyterese** beschreibt die signifikante Verzögerung zwischen einer Veränderung im Umfeld und der Umsetzung einer Netzwerkanpassung (Ferdows 2014; Lanza et al. 2019). Diese Verzögerung nach Auftreten einer Veränderung lässt sich in drei zeitliche Abschnitte unterteilen: Verzögerung bis zur Wahrnehmung der Veränderung, Verzögerung bis zur Identifikation des Veränderungsbedarfs, Verzögerung bis zur Implementierung der Anpassung. (Lanza et al. 2019).

Um konkrete Handlungsempfehlungen für die Netzwerkkonfiguration ableiten zu können, muss diese als ein Entscheidungsproblem modelliert werden. Aufgrund der inhärenten Eigenschaften der Netzwerkkonfiguration und der daraus resultierenden Detailkomplexität und Hysterese ist die **analytische Modellierung** solcher Entscheidungen jedoch äußerst komplex. (Ferdows 2014) Aufgrund der Größe des Entscheidungsproblems muss eine Zerlegung in Teilentscheidungen unter Berücksichtigung von Verbundeffekten ermöglicht werden. Ferner müssen Entscheidungsmodelle eine adäquate Abbildung von Unsicherheit und Risiko ermöglichen, um der Netzwerkhyterese entgegenzuwirken. Zudem müssen sowohl qualitative als auch quantitative Faktoren berücksichtigt werden, um eine ganzheitliche Betrachtung zu gewährleisten. Insbesondere qualitative Faktoren wie die Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal und die politische Stabilität werden selten systematisch berücksichtigt, spielen aber bei strategischen Entscheidungen eine wesentliche Rolle (Lanza et al. 2019; Steier et al. 2022b). Weiterhin sind Netzwerkentscheidungen meist durch unvollständige oder intransparente Daten geprägt. Letztlich sind solche strategischen Entscheidungen, wie oben erwähnt, oftmals ein gemeinschaftlicher Entscheidungsprozess, sodass Modelle in der Lage sein müssen, Zielkonflikte und unterschiedliche Interessen abbilden zu können. (Steier et al. 2022a). Somit bedarf es einem Entscheidungsunterstützungsmodell, welches die geschilderte Problemstellung mit ihren Herausforderungen adressiert, um Entscheidungsträger in der Entscheidungsfindung zu unterstützen.

### **1.3 Zielsetzung und Forschungsfragen**

Diese Arbeit soll die im vorangegangenen Kapitel geschilderte Problemstellung adressieren und damit Entscheidungsträgern die strategische Entscheidungsfindung erleichtern. Insbesondere soll die Arbeit eine integrative Perspektive von Netzwerkkonfiguration, Produktionsstrategie und Umwelt liefern und damit einen Beitrag zum wissenschaftlichen Diskurs zum Management globaler Produktionsnetzwerke zu schaffen.

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung eines Modells zur Entscheidungsunterstützung für die **Netzwerkconfiguration** basierend auf **strategischen Fähigkeiten** und der **Unternehmensumwelt**, um den strategischen Fit<sup>1</sup> und damit auch die Leistungsfähigkeit in globalen Produktionsnetzwerken zu steigern. Die drei Elemente Netzwerkconfiguration, strategischen Fähigkeiten und Unternehmensumwelt bilden damit den heuristischen Bezugsrahmen dieser Forschungsarbeit und sind in Abbildung 1-2 dargestellt.

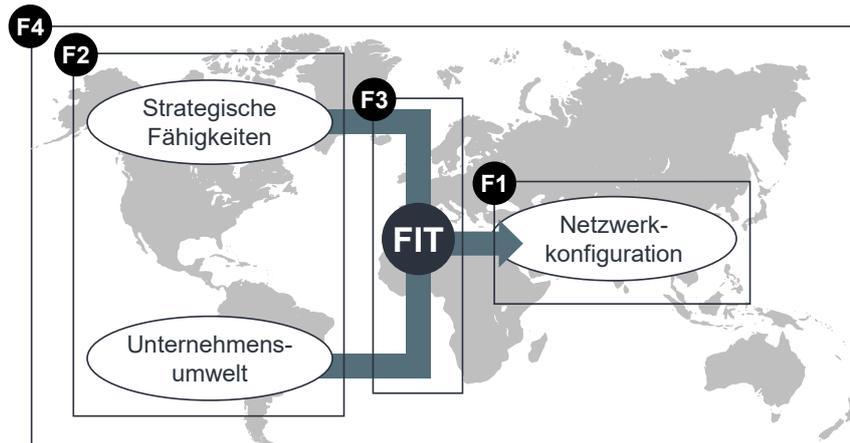


Abbildung 1-2: Heuristischer Bezugsrahmen und Einordnung der Forschungsfragen  
 Basierend auf dieser Zielsetzung ergeben sich vier begleitende Forschungsfragen:

- F1** Aus welchen Teilentscheidungen besteht die Netzwerkconfiguration und wie lassen sich diese systematisieren?
- F2** Welche Elemente aus der Strategie und Umwelt beeinflussen die Netzwerkconfiguration?
- F3** Wie kann der strategische Fit in der Netzwerkconfiguration bewertet werden?
- F4** Wie kann basierend auf den strategischen Zielen und der Unternehmensumwelt eine passende („fitting“) Netzwerkconfiguration abgeleitet werden?

Die vier Forschungsfragen lassen sich entsprechend in den heuristischen Bezugsrahmen einordnen. **F1** fokussiert die Netzwerkconfiguration, welche den Entscheidungsbereich widerspiegelt. Die relevanten Einflüsse aus den strategischen Fähigkeiten und der Umwelt werden mit **F2** ermittelt. **F3** widmet sich den kausalen Zusammenhängen. **F4** nimmt eine holistische Perspektive, um ein systematisches Vorgehen für Praktiker abzuleiten.

<sup>1</sup> Strategischer Fit bezeichnet die Kongruenz zwischen Netzwerkconfiguration, Strategie und Unternehmensumwelt und wird in Kapitel 1.4 ausführlicher erläutert.

## 1.4 Forschungsmethodische Konzeption

Im Nachfolgenden wird die forschungsmethodische Konzeption zur Erreichung der Zielsetzung dieser Arbeit dargestellt. Kapitel 1.4.1 diskutiert die forschungstheoretische Positionierung dieser Arbeit inklusive der Einordnung in die angewandten Handlungswissenschaften. Anhand dieser übergeordneten Positionierung werden in Kapitel 1.4.2 die Forschungsmethodologie und in Kapitel 1.4.3 der Forschungsprozess erläutert.

### 1.4.1 Forschungstheoretische Positionierung

Um die strategische Konfiguration globaler Produktionsnetzwerke zu untersuchen, wird in dieser Arbeit die **Kontingenztheorie** angewandt. Diese Perspektive besagt, dass bestimmte Eigenschaften einer Organisation, insbesondere ihre Struktur, mit ihrer Umgebung harmonisieren bzw. zu ihr passen müssen, um organisatorische Effizienz zu erreichen (Donaldson 2001). Insbesondere die Kontingenzen der Organisationsstruktur (Child 1975), der Umwelt (Burns und Stalker 1961) und der Organisationsstrategie (Chandler 1962) sind von größter Bedeutung, um diese gewünschte Übereinstimmung und damit eine hohe Leistungsfähigkeit zu erreichen (Donaldson 2001). Der harmonisierte Zustand zwischen diesen Dimensionen wird als **strategischer Fit** bezeichnet.

Die Kohärenz von Strategie und Struktur als Konstrukt des Verständnisses von strategischem Fit ist von grundlegender Bedeutung, aber ihr Verhältnis und Zusammenspiel zueinander kann unterschiedlich wahrgenommen werden. Chandler (1962) vertritt die Auffassung, dass die Struktur eines Unternehmens durch definierte Maßnahmen zur Erreichung der formulierten Ziele geprägt ist, was als **structure follows strategy** bezeichnet wird. Demnach beeinflussen das Umfeld und die Ressourcen im Allgemeinen die Strategieformulierung eines Unternehmens, die wiederum die strukturellen Merkmale eines Unternehmens in Übereinstimmung mit den strategischen Anforderungen bestimmt. Diese strukturellen Entscheidungen gehen allerdings mit weitreichenden Auswirkungen und Herausforderungen einhergehen (Lanza et al. 2019). Dies wird auch von Chandler (1962) betont, da er eine zeitliche Verzögerung zwischen strategischen Veränderungen und dadurch notwendigen strukturellen Anpassungen sieht. Er plädiert daher für nicht dauerhaft fixierte Strukturmerkmale, um Ineffizienzen aufgrund von Strategiewechseln zu vermeiden. Im Gegensatz dazu steht der Ansatz **strategy follows structure** von Hall und Saias (1980). Sie behaupten, dass in der Praxis die Struktur oft der Strategie vorausgeht und dass die strukturellen Bedingungen Startpunkt für die Strategieformulierung sind. So erkennt auch Chandler (1962) in seinen Ausführungen

den Einfluss der bestehenden Strukturen an. Weiter führen Hall und Saias (1980) aus, dass die Struktur eines Unternehmens im Wesentlichen die Wahrnehmung von Veränderungen in seinem Umfeld sowie seiner eigenen Fähigkeiten und damit die strategische Reaktion beeinflusst. Strukturelle Merkmale wirken somit wie ein Filter, der determiniert, wie ein Unternehmen Veränderungen von innen oder außen wahrnimmt, und dürfen demnach in der Strategiefindung unberücksichtigt bleiben. Folglich kommen Hall und Saias (1980) zu dem Schluss, dass ihr Ansatz nicht antithetisch zu Chandler (1962) ist. Auch in dieser Arbeit wird die multidirektionale Wechselwirkung zwischen Struktur und Strategie in der Auffassung des strategischen Fits zugrunde gelegt, jedoch auf den Kontext von GPN adaptiert. Demnach wird in dieser Arbeit die Kontingenztheorie als Fit zwischen **strategischen Fähigkeiten, Unternehmensumwelt und Netzwerkkonfiguration** ausgelegt.

Der Fokus dieser Arbeit liegt in der Analyse und Beherrschung einer realen Problemstellung sowie in der Gestaltung der Realität. Gemäß der Typisierung der Wissenschaften nach Ulrich und Hill ist diese Arbeit demnach den **angewandten Handlungswissenschaften** zuzuordnen (Ulrich & Hill 1976, S. 305). Folglich soll diese Arbeit eine praktische Nutzung der wissenschaftlichen Forschung gewährleisten. Zu diesem Zweck orientiert sich diese Arbeit an dem Paradigma des Design Science Research (DSR), welches die Generierung von Gestaltungswissen sowohl für Theorie als auch für Praxis zum Ziel hat (Hevner et al. 2004). DSR rückt dabei das Spannungsfeld zwischen wissenschaftlicher Korrektheit (Rigor) und praktischer Relevanz (Relevance) in den Fokus. Rigor wird über eine forschungstheoretische Positionierung und der Anwendung geeigneter Forschungsmethoden erreicht und schafft damit einen Beitrag zur theoretischen Wissensbasis. Die Anwendung in der Praxis stellt die Relevanz der Forschung sicher. Der Forschende muss beide Anforderungen gleichermaßen bedienen (vom Brocke et al. 2020).

### 1.4.2 Forschungsmethodologie

Um eine wissenschaftliche Korrektheit (Rigor) und demnach einen Beitrag zum Forschungsstand zu leisten, ist die Auswahl geeigneter Forschungsmethoden erforderlich. Diese Arbeit verfolgt die epistemologische Position des Positivismus (Easterby-Smith et al. 2012). Diese zielt auf die Generierung und das Testen von Wissen ab. Gemäß dem Positivismus müssen zunächst Konstrukte und Hypothesen entwickelt werden, die anschließend mit entsprechenden Forschungsmethoden gemessen werden können.

Menschliche Interessen und Interaktionen spielen keine Rolle, wie es beispielsweise beim sozialen Konstruktivismus der Fall ist. Der Forschende nimmt dabei eine neutrale Rolle ein. (Easterby-Smith et al. 2012). Tabelle 1-1 zeigt die gewählten **Forschungsstrategien** je Forschungsfrage sowie Methoden und erwartete Artefakte, die gemäß der DSR Repräsentationen des generierten Wissens darstellen.

Tabelle 1-1: Forschungsfragen und gewählte Forschungsstrategie

Forschungsfrage	Forschungsfrage 1 <i>Aus welchen Teilentscheidungen besteht die Netzwerkconfiguration und wie lassen sich diese systematisieren?</i>	Forschungsfrage 2 <i>Welche Elemente aus der Strategie und Umwelt beeinflussen die Netzwerkconfiguration?</i>	Forschungsfrage 3 <i>Wie kann der strategische Fit in der Netzwerkconfiguration bewertet werden?</i>	Forschungsfrage 4 <i>Wie kann basierend auf den strategischen Zielen und der Unternehmensumwelt eine passende („fitting“) Netzwerkconfiguration abgeleitet werden?</i>
Forschungsstrategie	Qualitative Forschung	Qualitative und quantitative Forschung	Qualitative und quantitative Forschung	Aktionsforschung
Methoden	Systematische Literaturanalyse, Expertenworkshops, Morphologische Analyse	Systematische Literaturanalyse, Expertenworkshops, Umfrage	Systematische Literaturanalyse, Multiple Fallstudien, Analytisches Modell (FIS)	Einzelfallstudie
Zweck	Generierung und Testen von Wissen			Generierung und Testen von Wissen in Aktion
Art des Wissen	universell			situativ/praktisch
Erwartete Artefakte	Beschreibungsmodell der Netzwerkconfiguration	Beschreibungsmodell der Produktionsstrategie & Beschreibungsmodell der Umwelt	Erklärungsmodell zu Wirkzusammenhängen zwischen Netzwerkconfiguration, Strategie und Umwelt	Gestaltungsmodell und Vorgehensmodell zur Ableitung strategisch passender Netzwerkconfigurationen

Gemäß Yin (2009) eignen sich quantitative Forschungsstrategien bei „Was“ und relationenbezogenen Fragen. Qualitative Forschungsstrategien hingegen eignen sich bei explorativen Fragestellungen („Wie“ und „Warum“). Zur Strukturierung des Gestaltungsobjekts (hier die Netzwerkconfiguration und damit **F1**) wird eine qualitative Forschungsstrategie gewählt, um beschreibende Elemente und phänotypische Strukturen zu extrahieren. **F2** nutzt einerseits qualitative Methoden, um beschreibende Merkmale aus Umwelt und Strategie zu extrahieren und andererseits quantitative Elemente um Relevanz und Relationen zu untersuchen. **F3** nutzt ebenfalls beide Forschungsstrategien. Wirkzusammenhänge auf Netzwerkebene werden durch eine empirische Fallstudienforschung nach Yin (2009) und Eisenhardt (1989) untersucht, wohingegen auf Standortebene ein analytisches Modell basierend auf Fuzzy-Inferenz-Systemen (FIS) genutzt wird. Die entwickelten Artefakte (Beschreibungs-, Erklärungs-, Gestaltungs- und Vorgehensmodell) werden anschließend zur Beantwortung von **F4** in einer

Aktionsforschung mit zwei Einzelfallstudien in einem realen Kontext angewendet (Coughlan & Coughlan 2002). Hierbei ändert sich die Rolle des Forschenden zu einer mitwirkenden partizipativen Rolle und das generierte Wissen ist von einem situativen und praktischen Charakter.

### 1.4.3 Forschungsprozess

Die beschriebene Forschungsmethodologie wird durch den **explorativen Forschungsprozess** nach Kubicek (1977) umgesetzt. Er definiert ein iteratives Vorgehen, in welchem Theorie und Praxis miteinander verknüpft werden (Abbildung 1-3). Er hebt dabei den Praxisbezug in den Vordergrund der wissenschaftlichen Forschung. Vor dem Hintergrund der Einordnung dieser Arbeit in die angewandten Handlungswissenschaften nach Ulrich & Hill (1976) in Kapitel 1.4.1 eignet sich der Forschungsprozess nach Kubicek (1977), um das Ziel der Arbeit zu erreichen. Der Prozess sieht fünf Phasen vor: Theoretisches Vorverständnis, Fragen an die Realität, Datensammlung, kritische Reflexion sowie Differenzierung und Abstraktion. Mit jeder Iteration wird der heuristische Bezugsrahmen mit den gewonnenen Informationen aus Theorie und Praxis detailliert, um neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu erzeugen (Kubicek 1977, S. 14ff.).

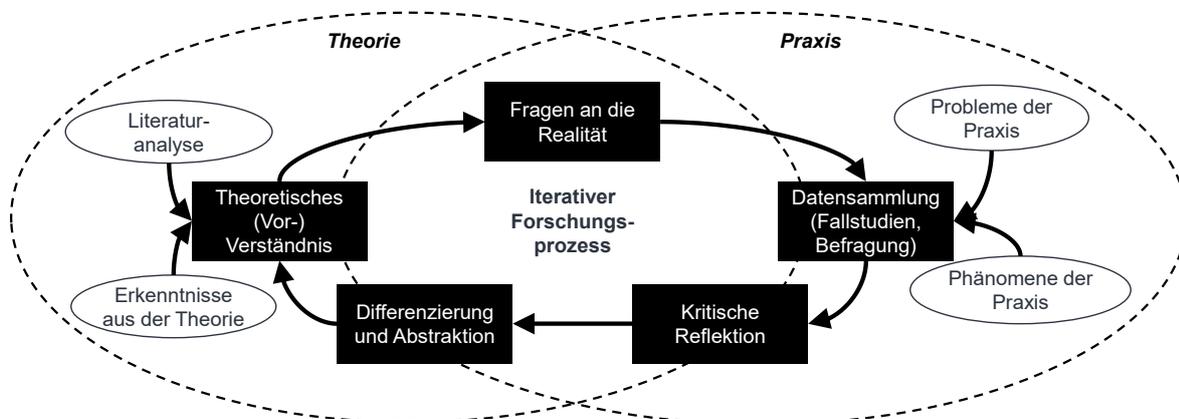


Abbildung 1-3: Iterativer Forschungsprozess nach Kubicek (1977, S. 14)

Diese Arbeit orientiert sich an dem iterativen Forschungsprozess. In der konkreten Operationalisierung werden die Phasen entsprechend angepasst und teilweise iterativ durchlaufen: Ausgangspunkt des Prozesses bildet die Vorerfahrung des Autors aus Industrieprojekten sowie die Ergebnisse aus einer Literaturanalyse zur Produktionsstrategie und zur Netzwerkkonfiguration. Mithilfe dieser lassen sich Zielsetzung und Forschungsfragen ableiten. Das theoretische Verständnis wird anschließend durch eine systematische Analyse des Forschungsstandes erweitert. Dabei werden bestehende Ansätze in Bezug auf die Zielsetzung und daraus abgeleitete Anforderungskriterien

bewertet. Die identifizierte Forschungslücke wird durch eine Untersuchung in der Praxis reflektiert, um die Relevanz der Forschungsarbeit sicherzustellen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird in qualitativen Experteninterviews erörtert, wie die strategische Netzwerkkonfiguration bislang in der Praxis erfolgt. Ferner werden bestehende Methoden und Herausforderungen in der Entscheidungsfindung sowie Anforderungen an eine Methodik aus Sicht von Praktikern diskutiert. Ergänzt wird dies durch eine quantitative Umfrage, in welcher die Relevanz sowie der Umgang von Einflussfaktoren in der Entscheidungsfindung erhoben wird. Die Erkenntnisse aus der praktischen Untersuchung werden genutzt, um die Forschungsfragen zu validieren sowie um Implikationen für den Lösungsansatz abzuleiten. Basierend auf diesen Implikationen werden Modelle konzipiert, die das Defizit adressieren. Die Modellkonzeption greift dabei sowohl auf Wissensquellen aus der Literatur als auch auf Experteninterviews, Fallstudien und Umfragen zurück. Die entwickelten Modelle werden abschließend im Rahmen von zwei Fallstudien in einem Aktionsforschungsdesign kritisch reflektiert, um daraus wiederum Schlussfolgerungen und neue Erkenntnisse zu extrahieren. Der Forschungsprozess wechselt damit kontinuierlich zwischen Theorie und Praxis.

## **1.5 Aufbau der Arbeit**

Der Aufbau der Arbeit orientiert sich entsprechend der forschungstheoretischen Positionierung an der Struktur für angewandte Wissenschaft nach Ulrich et al. (1984). Kapitel 1 beschreibt die Problemstellung und leitet daraus Zielsetzung und Forschungsfragen ab. Zudem wird die forschungsmethodologische Konzeption dargestellt. In Kapitel 2 werden grundlegende Begriffe zur Produktion, zu globalen Produktionsnetzwerken, zur Produktionsstrategie und Netzwerkkonfiguration erläutert. Ferner wird eine Wissensbasis zum strategischen Management und dem strategischen Fit geschaffen. Abschließend werden methodische Grundlagen zu vernetztem Denken und Fuzzy-Logik gegeben. Kapitel 3 fasst den Kenntnisstand zur strategischen Netzwerkkonfiguration in der Forschung und Praxis zusammen und schließt mit einem Zwischenfazit. Kapitel 4 präsentiert den Lösungsansatz sowie die konzeptionelle Idee des Entscheidungsunterstützungsmodells. In Kapitel 5 wird das Konzept ausdetailliert. Es gliedert sich in Beschreibungsmodell, Erklärungsmodell, Gestaltungsmodell und Vorgehensmodell. In Kapitel 6 erfolgt die Anwendung des gesamten Entscheidungsunterstützungsmodells in zwei Fallstudien im Rahmen einer Aktionsforschung. Abschließend werden in Kapitel 7 die Ergebnisse der Arbeit in Bezug auf die Zielsetzung reflektiert sowie Limitationen und weiterer Forschungsbedarf diskutiert. Kapitel 8 fasst die Arbeit zusammen.

## 2 Grundlagen

Die Grundlagen sind strukturiert in die drei Themengebiete globale Produktion und globale Produktionsnetzwerke (Kapitel 2.1), strategisches Management und strategischer Fit (Kapitel 2.2) sowie methodische Grundlagen zu Systemtheorie, vernetztes Denken und Fuzzy-Set Theorie (Kapitel 2.3).

### 2.1 Globale Produktion und globale Produktionsnetzwerke

In diesem Kapitel wird eine Wissensbasis zu globalen Produktionsnetzwerken geschaffen. Dies umfasst einerseits die Definition grundlegender Begriffe und Konzepte sowie die Begriffsauslegung in dieser Arbeit (Kapitel 2.1.1) und andererseits die Einführung zu den Managementaufgaben in globalen Produktionsnetzwerken (Kapitel 2.1.2).

#### 2.1.1 Definition grundlegender Begriffe

Das Kapitel gliedert sich in die Definition der Begriffe Produktion, Produktionsstandort und globales Produktionsnetzwerk sowie eine Einführung zu Strukturkonzepten.

##### 2.1.1.1 Produktion, Produktionsstandort und globales Produktionsnetzwerk

Der Begriff **Produktion** beschreibt den Transformationsprozess, bei welchem durch die Kombination von Inputfaktoren (auch Produktionsfaktoren genannt) betriebliche Leistungen erstellt werden. (Westkämper 2016, S. 2; Kellner et al. 2018, S. 2). Die Inputfaktoren umfassen menschliche Arbeitskraft, Betriebsmittel, Material sowie Informationen (Westkämper & Decker 2006, S. 5). Das Ergebnis des Transformationsprozesses, sind Güter und Produkte. Diese können anhand ihres Fertigstellungsfortschritts in Halbfertigerzeugnisse (engl. semi-finished goods) und Endprodukte (engl. finished goods) unterschieden werden. Neben materiellen Gütern schließen andere Definitionen ebenfalls die Erbringung von Dienstleistungen mit ein (Sydow 2015, S. 4–5). Die Wertschöpfung erfolgt in einer oder mehreren Betriebsstätten. Diese physische Einheit wird als **Produktionsstandort** bezeichnet (Rittstieg 2018, S. 12; Liebetrau 2015, S. 9). Im Rahmen dieser Arbeit werden Begriffe wie Fabrik oder Werk synonym verwendet.

Ein Verbund aus mehreren Produktionsstandorten wird als Produktionsnetzwerk bezeichnet. Charakteristisch für **globale Produktionsnetzwerke** ist hierbei, dass es sich um geographisch verteilte Produktionsstandorte handelt, die durch Material-, Informations- oder Finanzflüsse in Verbindung stehen (Lanza et al. 2019, S. 825).

Eine Klassifizierung von Netzwerken liefern Rudberg & Olhager (2003) (siehe Abbildung 2-1). Sie unterscheiden Netzwerke anhand der Anzahl der involvierten Organisationen und der Anzahl der Standorte. Demnach werden Unternehmen mit einem Standort, die über Lieferbeziehungen verbunden sind, als *Supply Chain* bezeichnet. Standorte, die mit nur einem Unternehmen assoziiert sind, werden als *unternehmensinternes Netzwerk* bezeichnet (engl. *Intra-firm network*). Ein Netzwerk bestehend aus sowohl internen als auch externen Organisationen wird als *unternehmensübergreifendes Netzwerk* bezeichnet (*Inter-firm network*). In der Operations Management (OM) Forschung sind meist Intra-firm networks Gegenstand der Untersuchung, da über die Tier-Stufen hinweg der Grad der Einflussnahme aus Sicht des fokalen Unternehmens abnimmt und Handlungsempfehlungen nur bedingt abgeleitet werden können. In der englischsprachigen Literatur werden solche Intra-firm networks auch als International Manufacturing Networks bezeichnet (Cheng et al. 2015).



Abbildung 2-1: Klassifizierung von Netzwerken (Rudberg und Olhager 2003, S.35)

Auch in dieser Arbeit bilden *Intra-firm networks* den Gestaltungsbereich. Zudem werden die Schnittstellen des fokalen Unternehmens zu Beschaffungs- und Absatzmarkt betrachtet, da aus einer strategischen Sichtweise diese explizit beeinflusst werden können (Abbildung 2-2).

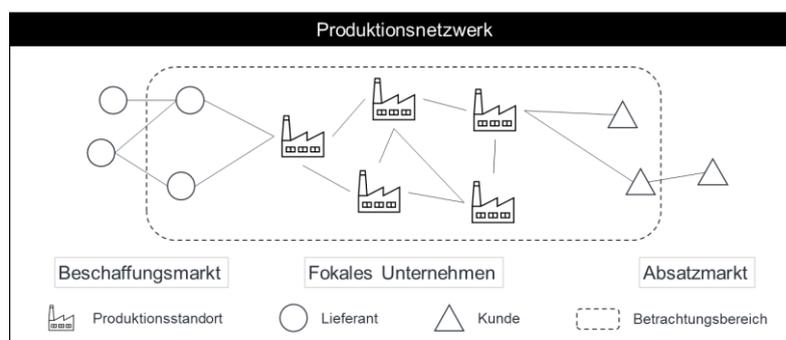


Abbildung 2-2: Abgrenzung des Begriffs des Produktionsnetzwerks in dieser Arbeit (in Anlehnung an Moser 2014, S.10)

### 2.1.1.2 Strukturen globaler Produktionsnetzwerke

GPN lassen sich als ein System verstehen, welches in mehrere strukturelle Ebenen entlang der vertikalen Hierarchie fragmentiert werden kann. Die Ebenen unterscheiden sich hinsichtlich ihres Detaillierungsgrads, welcher ausgehend von einer holistischen Betrachtung zunimmt. In der Literatur existieren verschiedene Strukturierungsmöglichkeiten. Wiendahl (2014) nimmt eine räumliche Perspektive ein und unterscheidet in Netzwerk, Standort, Gebäude und Arbeitsplatz. Eine **ressourcenorientierte Perspektive** präsentiert Westkämper (2006). Demnach bildet die höchste Aggregationsstufe das Netzwerk, welchem die Ebene Standort folgt. Der Standort wiederum kann in Produktionsbereiche untergliedert werden, die sich beispielsweise in Bezug auf Produkte, Kunden, Technologien oder Organisationstyp unterscheiden. Die Produktionsbereiche bestehen wiederum aus mehreren Zellen, Linien oder Maschinen (Westkämper 2006, S. 55ff.). Abbildung 2-3 visualisiert die Strukturebenen von Produktionsnetzwerken. Die strategische Planung erfolgt auf Netzwerk- und Standortebene, sodass sich diese Arbeit auf diese beiden Bereiche fokussiert. Die Erscheinungsformen von Netzwerken und Standorten lassen sich durch sogenannte phänotypische Strukturen beschreiben. Auf der Ebene des Netzwerks sei hier auf die Netzwerktypen nach Abele et al. (2008) verwiesen (siehe Anhang A.1.1). Auf Standortebene sind die Standortrollen nach Ferdows (1997) maßgebend für die OM Forschung (siehe Anhang A.1.2).

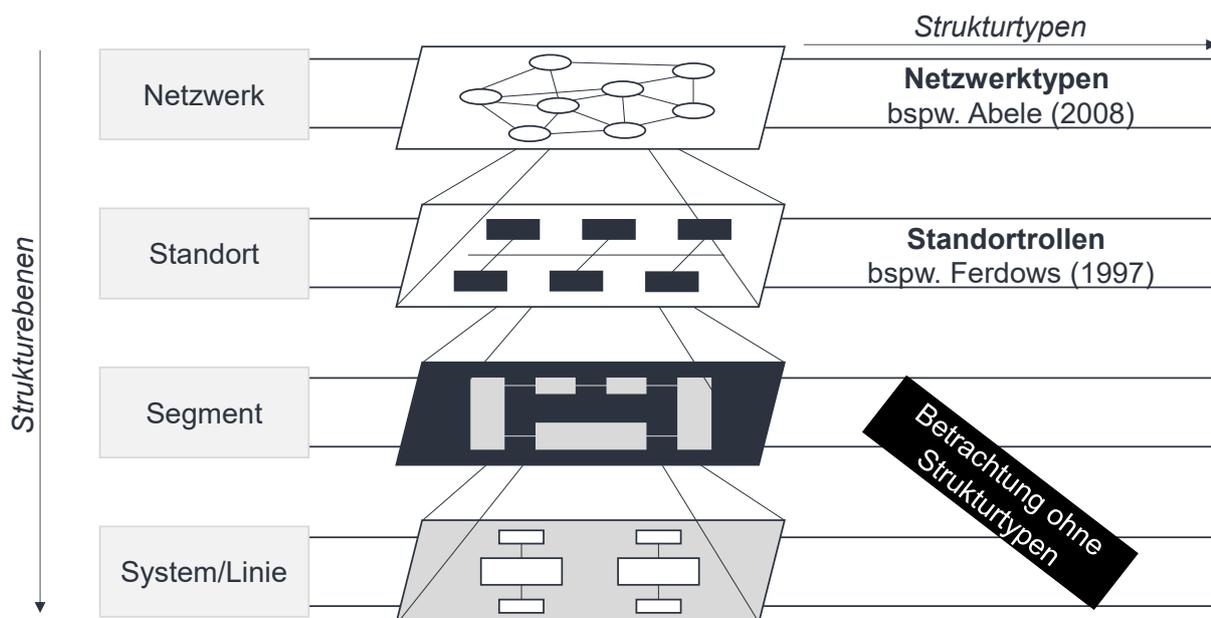


Abbildung 2-3: Strukturebenen von Produktionsnetzwerken nach Westkämper (2006) (Darstellung in Anlehnung an Ays 2021, S. 22 und Sager 2018, S. 11)

## 2.1.2 Management globaler Produktionsnetzwerke

### 2.1.2.1 Gestaltungsrahmen

Zur Strukturierung der Managementaufgaben in GPN existieren in der Literatur eine Vielzahl von Ansätzen. Viele von diesen beruhen auf einem grundlegend gleichem Verständnis. Demnach kann das Management in die drei Ebenen **Strategie**, **Konfiguration** und **Koordination** unterteilt werden. Die Begriffe Konfiguration und Koordination gehen auf Porter (1986) zurück. Die geographische Verteilung seiner bekannten Wertschöpfungskette auf die Produktionsstandorte bezeichnet er als Konfiguration. Die Interaktion zur Abstimmung der Wertschöpfungsaktivitäten hingegen benennt er als Koordination (Porter 1986, S. 15ff.). Colotla et al. (2003) detaillieren Konfiguration und Koordination weiter aus und bezeichnen diese als strukturelle und infrastrukturelle Entscheidungen (Colotla et al. 2003, S. 1189). In der Literatur wurden diese Begriffe im Laufe der Zeit adaptiert und unterschiedlich interpretiert (Thomas 2013, S. 30ff.). Als dritte Ebene wurde die Strategie ergänzt, da der Bedarf zur Abstimmung zwischen Unternehmensstrategie und Produktionsstrategie erkannt wurde (Miltenburg 2009, S. 6179ff.; Skinner 1969, S. 136ff.). Friedli et al. (2014) vereint all diese drei Ebenen in einem holistischen Management-Framework, welches in Abbildung 2-4 dargestellt ist.

Er macht dabei explizit auf den aus der Kontingenztheorie begründet Fit aufmerksam. Demnach müssen die Ebenen in sich stimmig ausgestaltet sein sowie die Ebenen zueinander eine Konsistenz aufweisen (Friedli et al. 2014, S. 63ff.). Lanza et al. (2019) erweitern das Framework um die Aspekte der externen Unternehmensumwelt, Herausforderungen, Befähiger sowie Entscheidungsunterstützungstools und -methoden.

Da diese Arbeit sich auf den Fit zwischen Produktionsstrategie, Netzwerkkonfiguration und Unternehmensumwelt konzentriert, werden diese im Nachfolgenden detaillierter erläutert. Kapitel 2.1.2.2 und Kapitel 2.1.2.3 greift die Strategie- bzw. Konfigurationsebene im Gestaltungsrahmen nach Friedli et al. (2014) auf und zeigt zudem weitere grundlegende Literatur in den jeweiligen Bereichen. Die Koordinationsebene ist nicht Teil der Fit-Betrachtung und wird im Zuge der Diskussion von Standortrollen lediglich tangiert. Kapitel 2.1.2.4 führt die Einflussfaktoren nach Lanza et al. (2019) als Struktur für die Unternehmensumwelt ein.

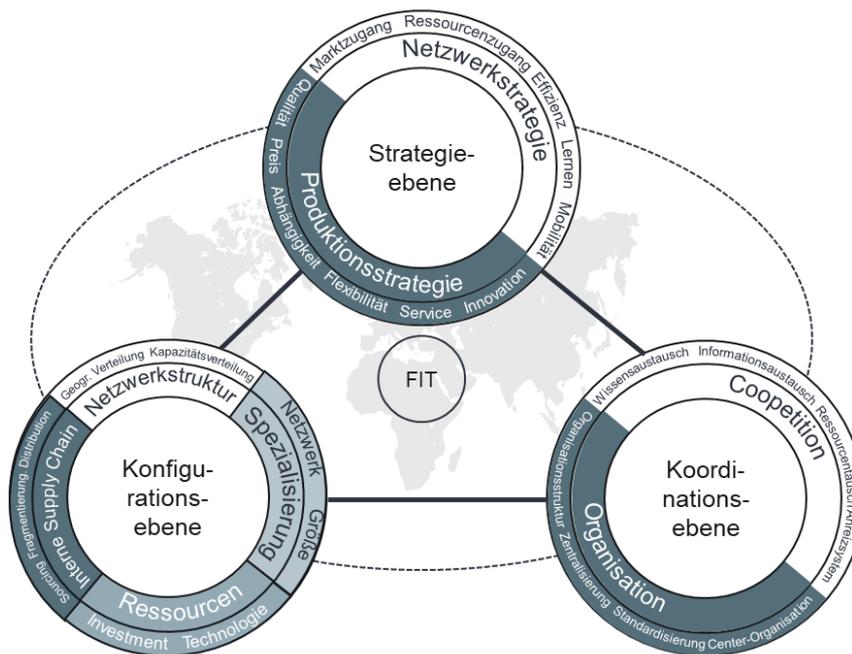


Abbildung 2-4: Managementframework globaler Produktionsnetzwerke (Friedli et al. 2014, S. 46)

### 2.1.2.2 Produktionsstrategie

Für den Term **Produktionsstrategie** gibt es unterschiedliche Auffassungen in der Literatur, die wiederum verschiedene Perspektiven der Strategie einnehmen (vgl. Kapitel 2.2.1). Wickham Skinner gilt als Pionier in der Produktionsstrategie-Forschung. Er sieht in der Produktionsstrategie Eigenschaften der Produktionsfunktion, um Wettbewerbsvorteile zu generieren (Skinner 1969). Hayes & Wheelwright (1984) verstehen die Produktionsstrategie hingegen als Muster in der Entscheidungsfindung, welche in Verbindung mit der Unternehmensstrategie steht. Hill & Brown (2007) betrachten die Produktionsstrategie als koordinierten Prozess, um Konsistenz zwischen Fähigkeiten und Handlungsregeln zu schaffen, um den Markt optimal zu bedienen. Eine holistische Definition, die diese verschiedenen Facetten verbindet, liefern Platts et al. (1998): “a pattern of decisions, both structural and infrastructural, which determine the capability of a manufacturing system and specify how it will operate to meet a set of manufacturing objectives which are consistent with overall business objectives” (Platts et al. 1998, S. 517).

Diese Definition deutet auf eine Unterscheidung zwischen Zielen (engl. competitive priorities), und Fähigkeiten (engl. competitive capabilities). So gliedert Friedli et al. (2014) die Strategieebene ebenfalls in die zwei Ebenen **Produktionsstrategie** und eine **Produktionsnetzwerkstrategie**. Die Differenzierungsfaktoren der Produktionsstrategie übersetzten die Ziele der Unternehmensstrategie in Anforderungen für die Produktion (Friedli et al. 2014, S. 45). Diese sind Preis, Kosten, Qualität, Lieferung, Flexibilität, Innovation und Service (Friedli et al. 2014, S. 69ff) und werden in Tabelle 2-1 ausdetailliert.

Tabelle 2-1: Differenzierungsfaktoren Produktionsstrategie (Friedli et al. 2014, S. 72)

<b>Differenzierungsfaktoren</b>	<b>Definition</b>
<b>Preis</b>	Produkte und Dienstleistungen erfüllen oder übertreffen die Erwartungen der Kunden
<b>Qualität</b>	
Spezifikationstreue	Produkte erfüllen oder übertreffen die Spezifikationen des Kunden
Produktqualität	Produkte erfüllen einen gleichbleibenden Qualitätsstandard
<b>Lieferung</b>	
Geschwindigkeit	Produkte erfüllen oder übertreffen die vom Kunden erwartete Lieferzeit
Zuverlässigkeit	Produkte werden zuverlässig zeit- und mengengetreu geliefert
<b>Flexibilität</b>	
Design	Dem Kunden wird eine breite Produktpalette oder die Möglichkeit kundenindividueller Designs angeboten
Volumen	Bestellmengen oder Lieferzeiten werden flexibel und kundengerecht angepasst
<b>Innovation</b>	Dem Kunden werden innovative Lösungen angeboten
<b>Service</b>	Dem Kunden werden produktbezogenen Dienstleistungen angeboten

Die Ziele der Produktionsstrategie werden durch strategische Netzwerkfähigkeiten operationalisiert. Friedli et al. (2014) orientiert sich dabei an den Netzwerkfähigkeiten gemäß Shi & Gregory (1995) sowie den Netzwerkzielgrößen (engl. network outcomes) nach Miltenburg (2009). Die Fähigkeiten sind Marktzugang, Ressourcenzugang, Kosteneffizienz, Mobilität und Lernen und sind in Tabelle 2-2 dargestellt.

Tabelle 2-2: Differenzierungsfaktoren der Produktionsnetzwerkstrategie (Friedli et al. 2014, S. 73)

Differenzierungsfaktoren	Definition
<b>Marktzugang</b>	
Zugang zu Märkten und Kunden	Das Netzwerk strebt nach Markt- und Kundennähe (z.B. lokale Produktpassung)
Zugang zu Wettbewerbern	Das Netzwerk strebt die Nähe zu den Hauptkonkurrenten an (z. B. Verringerung des lokalen Wettbewerbs)
Zugang zu soziopolitischen Faktoren	Das Netzwerk orientiert sich an günstigen gesellschaftspolitischen Faktoren (z.B. Steuern etc.)
Zugang zu Image-Faktoren	Das Netzwerk orientiert sich an günstigen Imagefaktoren (z.B. Made in ..., Tradition etc.)
<b>Ressourcenzugang</b>	
Zugang zu Lieferanten und Materialien	Das Netzwerk strebt nach Nähe zu Lieferanten und Rohstoffen (z.B. günstige Lieferanten)
Zugang zu Spezialisten	Das Netzwerk konzentriert sich auf den Zugang zu Spezialisten (z.B. Ingenieure etc.)
Zugang zu günstigen Arbeitskräften	Das Netzwerk konzentriert sich auf den Zugang zu günstigen Arbeitskräften (z. B. in Niedriglohnländern)
Zugang zu externen Wissensquellen	Das Netzwerk konzentriert sich auf den Zugang zu externen Wissensquellen (z.B. Universitäten)
<b>Kosteneffizienz</b>	
Skaleneffekte	Das Netzwerk strebt nach Skaleneffekten (z.B. durch Bündelung der Produktionsmengen identischer Produkte)
Verbundeffekte	Das Netzwerk strebt nach Verbundeffekten (z.B. durch Bündelung der Produktionsmengen verschiedener Produkte)
Vermeidung von Redundanzen	Das Netzwerk strebt die Vermeidung von Redundanzen an (z.B. durch Konzentration von Geschäftsprozessen)
<b>Mobilität</b>	
Mobilität von Produkten, Prozessen und Personal	Das Netzwerk strebt Mobilität von Produkten, Prozessen und Personal an
Mobilität von Produktionsvolumen	Das Netzwerk strebt nach Mobilität von Produktionsvolumen und Aufträgen
<b>Lernen</b>	
Externes Lernen	Das Netzwerk ist bestrebt, sich weiteres externes Wissen anzueignen (z.B. über Märkte, Kunden usw.)
Internes Lernen	Das Netz bemüht sich um den weiteren Erwerb von internem Wissen (z.B. über Produkte, Verfahren, bewährte Praktiken usw.)

### 2.1.2.3 Konfigurationsentscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken

Im Allgemeinen wird die Konfiguration als Entscheidungsprozess zur Gestaltung des globalen Produktionsnetzwerks verstanden (Flaherty 1986, S. 87ff.; Neuner 2009, S. 9). Sie definiert an welchem Unternehmensstandorten die Aktivitäten der Wertschöpfung stattfinden. Der Entscheidungsprozess an sich sowie das Ergebnis bezeichnet man als Netzwerkkonfiguration (Neuner 2009, S. 8). Die Netzwerkkonfiguration ist damit den strukturellen Entscheidungen (vgl. Kapitel 2.1.2.1) im Netzwerk in Bezug auf

Standorte, Kapazitäten, Technologien und Wertschöpfungstiefe gleichzusetzen (Hayes & Wheelwright 1984). Friedli et al. (2014) unterteilt die Konfigurationsebene in seinem Framework in die vier Entscheidungen **Netzwerkstruktur**, **Spezialisierung**, **Ressourcen** und **interne Lieferkette**. Die Netzwerkstruktur umfasst die geographische Verteilung von Standorten und Kapazitäten. Die Netzwerkspezialisierung definiert die strategische Ausrichtung der Standorte. Die Gestaltung der Netzwerkressourcen berücksichtigt Entscheidungen bezüglich Fertigungslayouts, Maschinen sowie Automatisierungsgrad. Die interne Lieferkette definiert den Materialfluss zwischen Standorten, Kunden und Lieferanten (Friedli et al. 2014, S. 51–57).

Diese Definition zeigen bereits, dass die Konfiguration aus einer Vielzahl von Entscheidungen besteht, die gegenseitige Wechselwirkungen (bzw. Verbundeffekte) aufweisen. So existieren in der Literatur zahlreiche weitere Ansätze zur Strukturierung des Entscheidungsbereichs der Netzwerkkonfiguration, die in Tabelle 2-3 dargestellt sind.

Tabelle 2-3: Entscheidungsdimensionen in der Netzwerkkonfiguration verschiedener Autoren

<u>Flaherty (1986)</u>	<u>Ballou &amp; Masters (1993)</u>	<u>Schlüchtermann (1999)</u>	<u>Schellberg (2002)</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl, Lage &amp; Kapazität der Standorte</li> <li>Eingesetzte Fertigungstechnologie &amp; Betriebsmittel</li> <li>Zuordnung von Materialien, Komponenten &amp; Produkten zu Standorten</li> <li>Fertigungstiefe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl, Lage &amp; Kapazität der Standorte</li> <li>Zuordnung von Absatzmärkten zu Standorten</li> <li>Zuordnung von Zulieferern zu Standorten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl &amp; Lage der Standorte</li> <li>Zuordnung der Fertigungsstufen zu Standorten</li> <li>Zuordnung von Produkten zu Standorten</li> <li>Zuordnung interner Zulieferer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl &amp; Lage der Standorte</li> <li>Zuordnung von Mitarbeitern, Betriebsmitteln und Materialien zu Standorten</li> <li>Zuordnung interner Zulieferer</li> </ul>
<u>Harre (2006)</u>	<u>Abele et al. (2008)</u>	<u>Neuner (2009)</u>	<u>Lanza et al. (2019)</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl &amp; Lage der Standorte</li> <li>Zuordnung der Fertigungsstufen zu Standorten</li> <li>Zuordnung von Komponenten &amp; Produkten zu Standorten</li> <li>Art &amp; Umfang der eingesetzten Betriebsmittel</li> <li>Eingesetzte Fertigungstechnologien</li> <li>Art &amp; Umfang der Verflechtung der Standorte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl &amp; Lage der Standorte</li> <li>Zuordnung der Fertigungsstufen zu Standorten</li> <li>Zuordnung von Produkten zu Standorten</li> <li>Veränderungen der Standorte (Öffnung/Schließung)</li> <li>Kapazitäten &amp; deren Veränderungen (Erweiterung/Reduktion)</li> <li>Modifizierung/Neugestaltung von Prozessen &amp; Produkten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl und Lage der Standorte</li> <li>Kapazitätsauslegung</li> <li>Zuordnung von Produkten und Komponenten</li> <li>Zuordnung von Fertigungsstufen</li> <li>Zuordnung von Absatzmärkten</li> <li>Zuordnung von internen Zulieferbeziehungen</li> <li>Zuordnung von Beschaffungsmärkten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Netzwerkstruktur</li> <li>Allokation des Produktmix</li> <li>Allokation der Ressourcen</li> <li>Aufbau von Kompetenzen</li> </ul>

Darüber hinaus existieren unterschiedliche Perspektiven der Netzwerkkonfiguration. So kann zwischen strategischer und taktischer Netzwerkkonfiguration differenziert werden. Die **strategische Konfiguration** betrachtet die langfristige strukturelle Planung des Netzwerks. Die **taktische Konfiguration** fokussiert die Ausgestaltung der

Produktionsressourcen in den Standorten (Zäpfel 2001, S. 49). Die Perspektiven unterscheiden sich hinsichtlich Detailgrad, Anzahl der Lösungsalternativen und Komplexität. Die strategische Perspektive betrachtet das Netzwerk holistisch und umfasst demnach viele Freiheitsgrade. Dies erfordert eine Reduktion des Detailgrades, um die Komplexität des Entscheidungsproblems zu reduzieren. Ansätze in diesem Bereich nutzen oftmals graphische Entscheidungsmodelle wie bspw. Management-Frameworks. Auf der taktischen Ebene wird ein höherer Detailgrad angestrebt. Die steigende Komplexität erfordert jedoch eine Einschränkung der Freiheitsgrade. Um eine spezifische Netzwerkkonfiguration abzuleiten, greifen Ansätze in diesem Bereich auf Methoden des Operations Research zurück. Eine ausführliche Darstellung der Ansätze erfolgt in Kapitel 3.1.3.

Abbildung 2-5 verdeutlicht die unterschiedlichen Perspektiven der Netzwerkkonfiguration. Es zeigt sich, dass ein **Bruch von der strategischen zur taktischen Ebene** zu beobachten ist. Das Ziel dieser Arbeit ist es daher einen Ansatz zu entwickeln, der diese Ebenen integriert, um eine durchgängig aus der Strategie abgeleitete Netzwerkkonfiguration zu ermöglichen. Ferner soll der Ansatz sowohl für eine Greenfield als auch Brownfield-Planung geeignet sein (vgl. Abele et al. 2006, S. 142). Der Konfigurationsprozess wird dabei als dynamischer Entscheidungsprozess verstanden, welcher in regelmäßigen Abständen eine Reevaluation und Anpassung des Netzwerks an veränderte Rahmenbedingungen vorsieht (vgl. Stich et al. 2012, S. 46; Sucky & Hönscheidt 2008, S. 138).

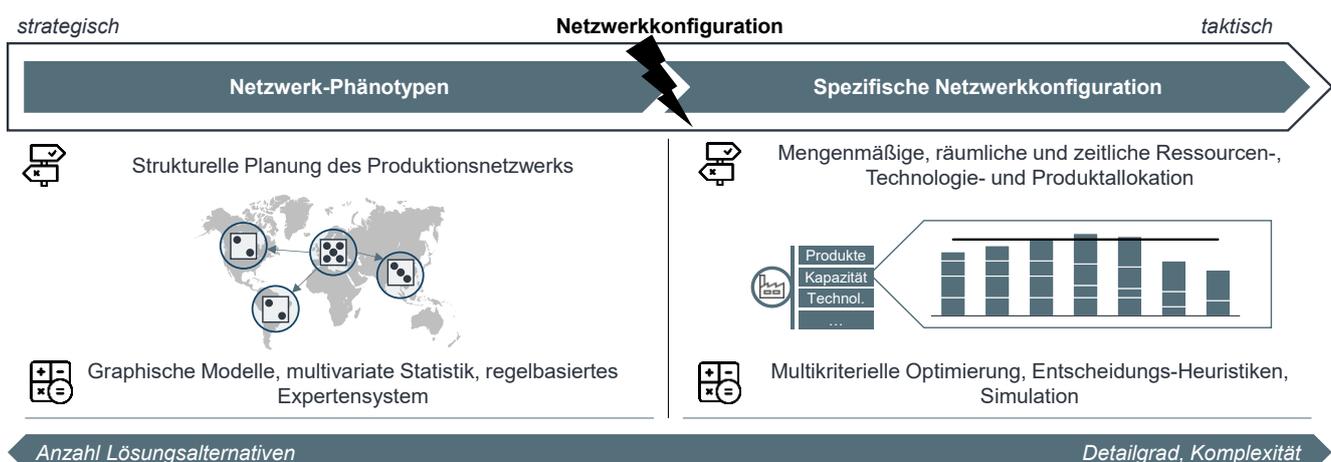


Abbildung 2-5: Bruch zwischen strategischer und taktischer Netzwerkkonfiguration

#### 2.1.2.4 Einflussfaktoren

Nachdem Produktionsstrategie und Netzwerkkonfiguration beleuchtet wurden, wird die Unternehmensumwelt beleuchtet. Lanza et al. (2019) gliedert die Unternehmensumwelt in sechs Einflussfaktoren. Diese sind als übergeordnete Klassen zu verstehen, die wiederum mehrere Faktoren inkludieren:

- (1) **Markt:** GPNs sind in erster Linie von der Marktnachfrage abhängig und müssen teilweise geographisch unterschiedliche Anforderungen bedienen.
- (2) **Faktorkosten:** Die Standorte müssen dabei standortspezifische Faktorkosten berücksichtigen. Diese umfassen Lohnkosten, Materialkosten, Energiekosten und Koordinationskosten.
- (3) **Logistik:** GPNs sind charakterisiert durch Materialflussbeziehungen zwischen den Standorten, Lieferanten und Kunden, sodass Lieferzeiten und Logistikkosten einen wesentlichen Einfluss haben, welcher in der Entscheidungsfindung betrachtet werden muss.
- (4) **Menschen und Kultur:** In einem GPN interagieren Menschen unterschiedlicher Herkunft und kulturellem Hintergrund miteinander. Sprach- und Mentalitätsunterschiede müssen daher in der Ausgestaltung des GPN berücksichtigt werden. Ferner zeichnen sich die Standorte durch unterschiedliche Qualifikationsniveaus und Fluktuationsraten aus.
- (5) **Rechtliche Faktoren:** Das lokale Rechtssystem spielt insbesondere in Bezug auf Korruptionsschutz, Rechtsstaatlichkeit und Schutz des geistigen Eigentums eine wesentliche Rolle.
- (6) **Politische und staatliche Faktoren:** Die Entscheidungsfindung in GPN muss ebenfalls Faktoren wie Handelsbarrieren, Steuern oder Subventionen berücksichtigen.

All diese Faktoren unterliegen einer hohen Volatilität, Dynamik und Unsicherheit, sodass potentielle Entwicklungen antizipiert sowie Risiken systematisch in die Entscheidungsfindung miteinbezogen werden müssen (Lanza et al. 2019, S. 828–829).

## 2.2 Strategisches Management und strategischer Fit

### 2.2.1 Definition und Sichtweisen der Strategie

Der Begriff der Strategie hat seinen Ursprung im militärischen Bereich und wurde dort von Carl von Clausewitz<sup>2</sup> geprägt. Etymologisch beruht der Begriff Strategie auf dem griechischen Wort Strategos und bezeichnet die *Kunst der Heeresführung*. Erst Mitte des 20. Jahrhunderts wurde der Begriff auf ökonomische Sachverhalte bezogen und ist nun wesentlicher Bestandteil der Managementtheorie (Schuh & Kampker 2011, S. 64ff.). Chandler (1962) definiert die Strategie als die Festlegung grundlegender, langfristiger Unternehmensziele sowie die Bestimmung der Maßnahmen und Ressourcen zur Umsetzung dieser Ziele (Chandler 1962, S. 13). Im Zeitverlauf entwickelten sich verschiedenste Definition des Strategiebegriffs. Mintzberg (1987) unterscheidet fünf Sichtweisen des Strategiebegriffs („fünf P“):

- (1) **Strategie als Plan** definiert ex-ante eine Reihenfolge von Aktionen eines Unternehmens, die erforderlich sind, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen.
- (2) **Strategie als Pattern** bildet sich erst durch die Abfolge spezifischer Handlungen heraus und kann daher nur retrospektiv analysiert, nicht jedoch prospektiv formuliert werden.
- (3) **Strategie als Position** formuliert eine anzustrebende (Markt-)Stellung als Ziel unternehmerischen Handelns.
- (4) **Strategie als Perspektive** entsteht durch die Sicht des Unternehmens auf sich und seine Umwelt und ist wesentlich von der Unternehmenskultur geprägt.
- (5) **Strategie als List** dient dazu, bestimmte Handlungen eines Konkurrenten zu provozieren, um auf diese Weise passiv den eigenen Vorteil zu maximieren.

Nach Hungenberg (2014, S. 7) ist die Strategie „Ausgangs- und Mittelpunkt des strategischen Managements“. Ziel des strategischen Managements ist die Ausgestaltung der Ressourcenbasis, um eine nachhaltig erfolgreiche Positionierung am Markt zu realisieren. Der Prozess des strategischen Managements lässt sich in drei Phasen unterteilen. Die **strategische Analyse** generiert eine Informationsbasis über die externe und interne Umwelt des Unternehmens in Bezug auf die zu treffenden strategischen

---

<sup>2</sup> Carl von Clausewitz (1780-1831) war ein preußischer Generalmajor und verfasste während seiner Zeit diverse Werke zur Kunst der Heeresführung und bezeichnete „den Gebrauch des Gefechts zum Zweck des Krieges“ erstmalig als Strategie (Hungenberg (2014, S. 5)).

Entscheidungen. In der darauffolgenden **Strategieformulierung und -auswahl** werden potentielle Strategiealternativen, die zur Zielerreichung geeignet sind, entwickelt und bewertet. Die beste Strategiealternative wird in der Phase der **Strategieimplementierung** in die Umsetzung gebracht. Dazu werden konkrete Handlungen abgeleitet, die die Verwirklichung der Strategie sicherstellen (Hungenberg 2014, S. 8–10).

Die ersten beiden Phasen werden auch nach Mintzberg et al. (1998) als Strategy Formation bezeichnet. Um die Komplexität und Vielfältigkeit der Strategie deutlich zu machen, bemüht er das Gleichnis des blinden Mannes und dem Elefanten. Der Elefant repräsentiert die Strategie, welche aus unterschiedlichen Perspektiven analysiert und formuliert werden kann. Ein ganzheitlicher Überblick über das „Biest“, wie es Mintzberg nennt, ist für den einzelnen jedoch nicht möglich. So definiert er zehn unterschiedliche Herangehensweisen zur Strategy Formation (Strategy Schools in der Begriffsverwendung von Mintzberg et al. (1998)).

Im Rahmen dieser Arbeit wird der Strategieprozess im Sinne der ersten drei Schools **Design School, Planning School** und **Positioning School** verstanden. Die **Design School** versteht den Strategieprozess als konzeptionellen Prozess, in dem die Stärken und Schwächen des Unternehmens sowie die Umwelтанforderungen analysiert werden und anschließend durch den Abgleich der internen und externen Analyse die passende Netzwerkkonfiguration gewählt wird. In diesem Kontext treten die Begriffe der Kongruenz und des strategischen Fits das erste Mal auf, welche in Kapitel 2.2.2 tiefer erläutert werden. Ebenfalls nimmt diese Arbeit Elemente der **Planning School** auf, indem unterschiedliche Szenarien analysiert und passende Netzwerkkonfigurationen geplant werden. Elemente der **Positioning School** finden sich ebenfalls wieder, da die Produktionsstrategie über strategische Fähigkeiten (vgl. Kapitel 2.1.2.2) operationalisiert wird. Im Rahmen eines analytischen Prozesses werden Ist- und Ziel-Ausprägungen der strategischen Fähigkeiten im Sinne der Sichtweise **Strategie als Position** definiert.

### 2.2.2 Sichtweisen des strategischen Fits

Die Wirksamkeit einer Strategie hängt maßgeblich von ihrer Konformität mit der Unternehmensumwelt ab (Ensign 2001, S. 289ff.; Grant 2016, S. 8ff.). Gleichzeitig muss auch die Unternehmensstruktur mit der Umwelt im Einklang stehen (Harre 2006, S. 178ff.). Eine mangelnde Übereinstimmung von Strategie, Struktur und Umwelt resultiert in Ineffizienzen und führt zur Verfehlung der strategischen Ziele (Chandler 1962, S. 16; Grant 2016, S. 27; Hall & Saias 1980, S. 156). Schlussfolgernd ist es für ein

Unternehmen unabdingbar Strategie, Struktur und Umwelt im Einklang miteinander zu bringen. Diese multilaterale Stimmigkeit bezeichnet den **strategischen Fit** und beruht im Wesentlichen auf dem Grundgedanken der Kontingenztheorie (siehe Kapitel 1.4.1). Venkatraman & Camillus (1984) definieren unterschiedliche Perspektiven des strategischen Fits: Eine **nach innen gerichtete Sichtweise**, eine **nach außen gerichtete Sichtweise** und eine **integrierte Sichtweise** (Venkatraman & Camillus 1984, S. 515). Die **nach innen gerichtete Sichtweise** verfolgt eine konsistente Abstimmung zwischen Strategie und unternehmensinternen Strukturvariablen und wird daher auch als Konsistenz-Effizienz-Hypothese bezeichnet (Khandwalla 1973, S. 493). Die **nach außen gerichtete Sichtweise** geht von einer Übereinstimmung zwischen Unternehmensstrukturen und der Umwelt aus und wird als Kongruenz-Effizienz-Hypothese bezeichnet (Harre 2006, S. 178; Staehle & Conrad 1999, S. 60). Die **integrierte Sichtweise** vereint diese Perspektiven und zielt auf die Übereinstimmung von Strategie, Struktur und Umwelt ab. Dieses Fit-Verständnis der integrierten Sichtweise wird dieser Arbeit zugrunde gelegt. Unternehmensstrukturen werden dabei gemäß 2.1.2.1 als Netzwerkkonfiguration bzw. strukturelle Netzwerkentscheidungen aufgefasst, welche im Einklang mit der Produktionsstrategie und der Unternehmensumwelt stehen sollen, um nachhaltig Wettbewerbsvorteile zu generieren. Abbildung 2-6 fasst die Sichtweisen des strategischen Fits zusammen und visualisiert die Sichtweise in dieser Arbeit.

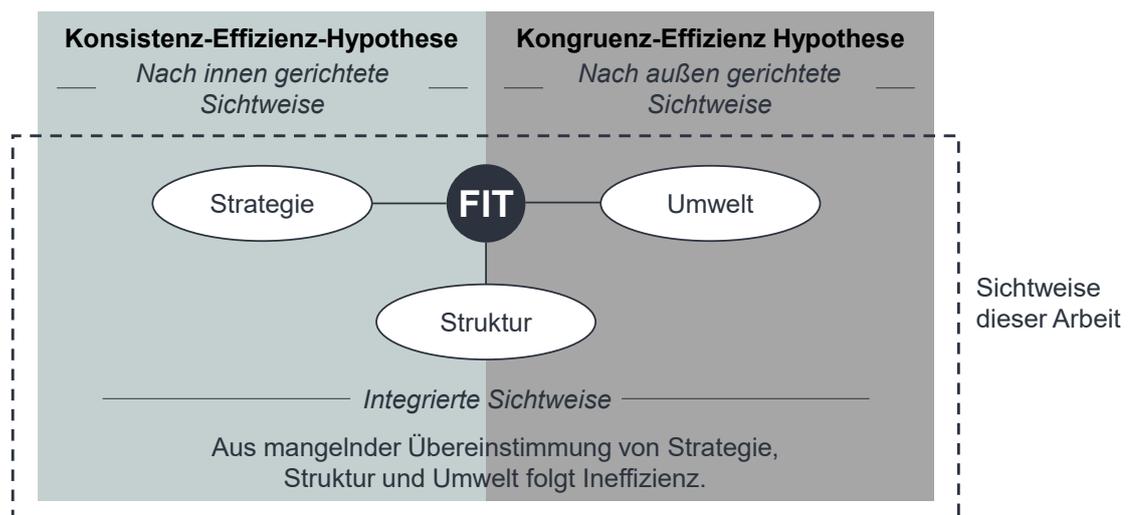


Abbildung 2-6: Sichtweisen des strategischen Fits

### 2.2.3 Konzeptuierungsansätze

Um das Konzept des strategischen Fits zu formalisieren, liefert Venkatraman (1989) in seinem Framework sechs Ansätze (siehe Abbildung 2-7). Diese differenziert er anhand der zwei Dimensionen **Spezifität** (engl. specificity) und **Verankerung** (engl. anchoring). Die Spezifität bringt zum Ausdruck, inwiefern der strategische Fit auf eine funktionale Form zwischen logisch zusammenhängenden Variablen zurückgeführt werden kann. Die Verankerung gibt an, ob der strategische Fit anhand spezifischer Variablen (bspw. Effizienz) bewertet werden kann oder eine kriterienfreie Bewertung des Fits erfolgt. Es ergeben sich die folgenden sechs Konzeptuierungsansätze:

- (1) **Fit als Moderation** geht davon aus, dass der Einfluss einer Prädikatorvariable (bspw. Strategie) auf eine Kriteriumsvariable (bspw. Effizienz) durch eine dritte moderierende Variable (bspw. Umweltfaktoren) beeinflusst wird. Die Übereinstimmung von Moderator und Prädikator definiert dabei den Fit.
- (2) **Fit als Mediation** beschreibt die Existenz eines signifikanten, intervenierenden Mechanismus (z. B. Struktur) zwischen einer antezedenten Variablen (z. B. Strategie) und einer konsequenten Variablen (z. B. betriebliche Leistung). Im Gegensatz zu Fit als Moderation, bei welchem der Einfluss einer unabhängigen Variable vom Moderator abhängt, geht Fit als Mediation von einer mehrgliedrigen Wirkkette aus.
- (3) **Fit als Profilabweichung** definiert den strategischen Fit als Adhärenz zu einem spezifischen idealen Profil, welches über mehrere Kriterien spezifiziert wird.
- (4) **Fit als Matching** greift bei der Bewertung des Vorliegens eines strategischen Fits nicht auf spezifische Kriterien wie Leistungsfähigkeit oder Adhärenz zum Idealprofil zurück, sondern definiert den strategischen Fit durch die Übereinstimmung von zwei Variablen.
- (5) **Fit als Gestalt** schließt dabei mehrere Variablen ein und definiert den strategischen Fit als eine interne Kohärenz von Attributen. Die Netzwerkstrukturen nach Abele et al. (2008) können als Fit als Gestalt aufgefasst werden, da diese jeweils charakteristische Netzwerkeigenschaften wie Lokalisierungs- und Konsolidierungsgrad vereinen.
- (6) **Fit als Kovariation** beschreibt den Fit durch die Konsistenz von einem Set an Variablen und geht damit von einer höheren Spezifität als Fit als Gestalt aus.

Im Rahmen dieser Arbeit wird das Konzept **Fit als Gestalt** genutzt, um phänotypische Muster in jeweils der Netzwerkkonfiguration, der Strategie und der Umwelt abzuleiten. Die Muster ergeben sich aus der Verknüpfung von kohärenten Eigenschaften. Die gefundenen Muster werden durch einen **Fit als Matching**-Ansatz miteinander in Verbindung gebracht. Die Eignung einer Netzwerkkonfiguration für ein spezifisches Umweltmuster bzw. ein spezifisches Strategiemuster konstituiert einen Fit (vgl. Kapitel 5.2.2).

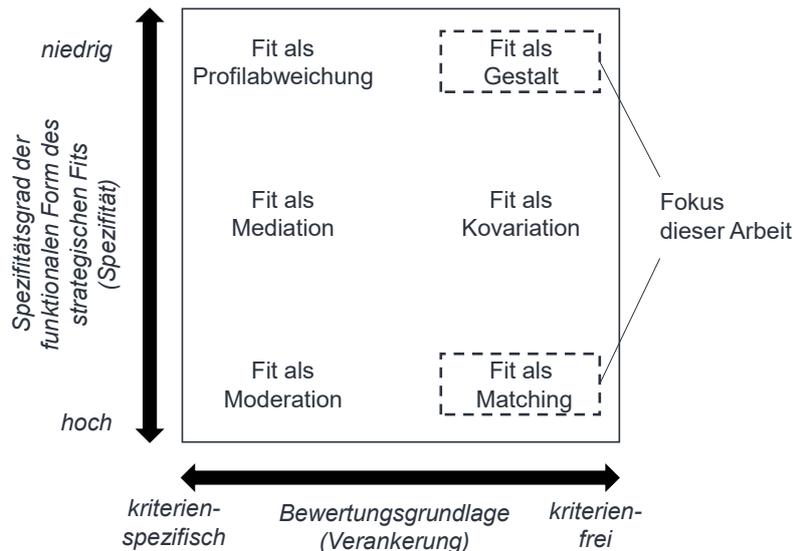


Abbildung 2-7: Konzeptuierungsansätze des strategischen Fits (Venkatraman 1989, S. 425)

## 2.3 Methodische Grundlagen

Globale Produktionsnetzwerke lassen sich als komplexe Systeme begreifen. Daher werden zunächst in Kapitel 2.3.1 systemtheoretische Grundlagen sowie vernetztes Denken als Methode zur Analyse komplexer Systeme erläutert. Anschließend erfolgt in Kapitel 2.3.2 eine Einführung in die Fuzzy-Set Theorie zur Abbildung komplexer Systemzusammenhänge.

### 2.3.1 Systemtheorie und vernetztes Denken

Die allgemeine Systemtheorie wurde in den 1940er Jahren durch den Biologen Ludwig von Bertalanffy begründet (Bertalanffy 1949). Ziel der Systemtheorie ist es durch eine interdisziplinäre Herangehensweise, komplexe Phänomene in ihrem ganzheitlichen Wirken zu verstehen (Krieger 1998, S. 12). Ein System bezeichnet eine Menge von miteinander verbundenen Elementen. Gegenstand der Systemtheorie ist die Analyse der Wechselwirkungen und Beziehungen zwischen den Elementen. Charakteristisch für Systeme sind die Selektion, Konstitution und Struktur. Selektion bezeichnet die

Abgrenzung zwischen einem System und seiner Umwelt, es definiert also eine Systemgrenze. Die Konstitution beschreibt die Komplexitätsreduktion in der Darstellung des Systems auf ein für die Problemlösung geeignetes Maß. Letztlich unterliegen die Elemente im System einer Struktur, die die Beziehung zueinander beschreibt (Krieger 1998, S. 11–20). Es kann zwischen hierarchischen, funktionalen und strukturellen Systemkonzepten unterschieden werden (Ropohl 1999, S. 75ff.).

Ein **System** wird als **komplex** bezeichnet, wenn folgende Eigenschaften erfüllt sind: Komplexe Systeme bestehen aus einer *Vielzahl* von Elementen. Diese Elemente weisen *zahlreiche Wechselwirkungen* auf, die das Gesamtverhalten des Systems beeinflussen. Diese können sowohl *linearer* als auch *nichtlinearer* Natur sein. (Patzak 1982) Durch die Interaktion können neue, oft unvorhersehbare Eigenschaften des Systems auftreten, die nicht aus den Eigenschaften der Einzelelemente abzuleiten sind. Dieser Sachverhalt wird als *Emergenz* bezeichnet (Bertalanffy 2003, S. 55). Komplexe Systeme weisen zudem meist Adaptionenmechanismen auf, die als *Selbstorganisation* bezeichnet werden. Eine weitere Eigenschaft ist das Vorliegen von *Feedback-Schleifen*. So können zwei Systemelemente durch wechselseitige Wirkzusammenhänge eine Rückkopplung erfahren und damit selbstverstärkend oder regulierend wirken. Weitere Eigenschaften sind *zeitlich dynamische Veränderungen* sowie *hierarchische Strukturen*. (Schiemenz 1982)

Ein **GPN** kann als solch ein komplexes System aufgefasst werden. Es besteht aus einer Vielzahl von Elementen wie Produktionsressourcen, Standorten, Maschinen, Mitarbeitern, Produkten, Materialien, Kunden, Lieferanten oder Investoren. Diese Elemente weisen zahlreiche Wechselwirkungen untereinander, mit ihrer spezifischen Standortumwelt, sowie mit der Strategie auf. Durch die Wechselwirkung von Elementen wie bspw. Mitarbeitern und Produktionsressourcen entstehen neue Eigenschaften des Systems wie Produktions-Knowhow, wodurch wiederum Prozesse optimiert und effizienter gestaltet werden können. Der Austausch von Wissen im Netzwerk führt dann wiederum zu einer selbstverstärkenden Rückkopplung.

Zur Analyse und Gestaltung solch komplexer Systeme eignet sich die Methode **des Vernetzten Denkens** nach Probst und Gomez (1995). Die Methode zielt darauf ab, komplexe Systeme in Systemelemente und Wirkbeziehungen herunterzubrechen, um deren Verhalten besser zu verstehen und beeinflussen zu können (Vester 1999, S. 16; Gomez & Probst 1995, S. 8). Die Methode gliedert sich in sechs Schritte, die jedoch iterativ und vernetzt durchlaufen werden: Im ersten Schritt werden die Problemsituation

modelliert sowie die Ziele der Analyse definiert. Im zweiten Schritt werden die Wirkzusammenhänge zwischen den Systemelementen analysiert. Dies umfasst Wirkrichtung, Zeitaspekte sowie Intensität. Zur Darstellung der Wirkzusammenhänge eignen sich Kausaldiagramme. Hierbei wird zwischen Zielgrößen und Einflussfaktoren unterschieden, die durch positive oder negative Wirkbeziehungen verbunden sind. Im Kontext dieser Arbeit entsprechen die Zielgrößen den strategischen Fähigkeiten. Die Einflussfaktoren sind entweder Systemelemente des GPN oder Umweltfaktoren des GPN, die gleichermaßen die Zielgrößen beeinflussen. Der dritte Schritt widmet sich der Erfassung und Interpretation der Veränderungsmöglichkeiten des Systems, wodurch ein besseres Verständnis über das Systemverhalten erlangt werden soll. Im vierten Schritt werden die Lenkungsmöglichkeiten des Systems erfasst. Diese sind die Entscheidungsdimensionen der Netzwerkkonfiguration. Der fünfte Schritt beschreibt die Planung von Strategien und Maßnahmen, um das Systemverhalten entsprechend der Ziele zu beeinflussen. Der sechste Schritt thematisiert die Umsetzung der Strategien und Maßnahmen. (Gomez & Probst 1995, S. 8–18)

### 2.3.2 Fuzzy-Set Theorie

„More often than not, the classes of objects encountered in the real physical world do not have precisely defined criteria of memberships.” (Zadeh 1965, S. 338). Genau diese Problematik der klassischen Mengenlehre erkannte der US-amerikanische Mathematiker Lofti A Zadeh und entwickelte das Konzept der Fuzzy-Set Theorie (auch unscharfe oder Fuzzy-Mengenlehre), welche Unschärfe und Unsicherheit in der Zuordnung zu Mengen berücksichtigt. Gemäß der klassischen Mengenlehre werden Objekte oder Werte-(bereiche) eindeutig einer Menge zugeordnet. Ist ein Element in einer Menge A enthalten, so kann dieses Element nicht gleichzeitig außerhalb der Menge sein. Die Zuordnung erfolgt formell durch die charakteristische Funktion  $\chi_A$ , welche für jedes Element  $x$  der Menge A ( $x \in A$ ) den Wert 1 annimmt, und für jedes Element  $x$  außerhalb der Menge A ( $x \notin A$ ) den Wert 0.

$$\chi_A = \begin{cases} 1 & \text{für } x \in A \\ 0 & \text{für } x \notin A \end{cases} \quad \text{Formel 2-1}$$

In einigen Anwendungen ist eine solche klare Zuordnung jedoch nicht möglich, sondern beruht auf subjektiven Einschätzungen und persönlichem Empfinden. Fuzzy Logik drückt diese Unschärfe durch eine graduelle Zugehörigkeit zu einer Menge aus (Klir & Yuan 1995, S. 5ff.). Formell ist diese durch die Zugehörigkeitsfunktion (engl.

membership function) definiert, welche jedem Element einen Zugehörigkeitswert auf dem Intervall  $[0;1]$  zuweist (Zadeh 1965):

$$\mu_A: X \rightarrow [0, 1]$$

Formel 2-2

Abbildung 2-8 zeigt den Unterschied zwischen der klassischen Mengenlehre (links) und einer Fuzzy-Menge (rechts). In beiden Fällen soll die Wettbewerbsintensität in einem lokalen Markt dargestellt werden. Gemäß der **klassischen Mengenlehre** würde eine Bewertung anhand diskret formulierter Grenzen erfolgen. So würde man bspw. bei einer Unternehmenszahl im lokalen Markt von 10 bis 30 Unternehmen die Wettbewerbsintensität als „mittel“ einschätzen. Ab 30 Unternehmen wäre die Wettbewerbsintensität in diesem Beispiel „hoch“. Diese Darstellung vernachlässigt jedoch, dass zwischen dieser Einschätzung einerseits ein Kontinuum und keine diskreten Stufen liegen. Andererseits kann die Grenze, ab der eine hohen Wettbewerbsintensität attestiert wird, durch jeden Entscheidungsträger unterschiedlich wahrgenommen werden.

In der **unscharfen Mengenlehre (Fuzzy Mengen)** würde die mittlere Wettbewerbsintensität beispielsweise folgenden Verlauf nehmen: Ab 5 Unternehmen bewerten die ersten Entscheidungsträger die Intensität als „mittel“, andere hingegen empfinden diese noch als „gering“. Ab einer Anzahl von 10 sind alle Entscheidungsträger sich einig, die Wettbewerbsintensität als „mittel“ einzustufen. Ab 25 bewerten die ersten Entscheidungsträger diese schon als „hoch“ und der Anteil, welcher diese als „mittel“ bewertet, nimmt graduell ab. Im Beispiel wird eine trapezförmige Zugehörigkeitsfunktion unterstellt. Eine weitere gängige Form ist eine Dreiecksform. Zugehörigkeitsfunktionen müssen nicht symmetrisch sein. So sind auch S- oder Glockenformen möglich (Klir & Yuan 1995, S. 98).

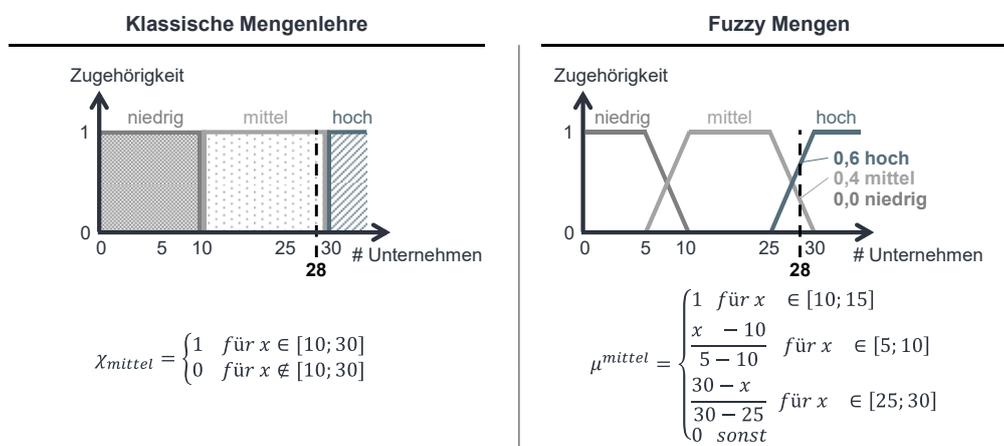


Abbildung 2-8: Gegenüberstellung klassische Mengenlehre und Fuzzy-Mengenlehre

Analog zu der klassischen Mengenlehre lassen sich für die Fuzzy-Mengenlehre die logischen Operatoren Schnitt (logisches „Und“,  $\wedge$ ), Vereinigung (logisches „Oder“,  $\vee$ ) und Komplement (logisches „Nicht“) definieren. Eine „Und“-Verknüpfung wird über das Minimum der Zugehörigkeiten definiert, wohingegen ein „Oder“ über das Maximum dargestellt wird. Ein logisches „Nicht“ resultiert aus der Differenz zu 1. Eine ausführliche Darstellung ist Zadeh (1965) zu entnehmen.

Das vorherige Beispiel der Wettbewerbsintensität zeigt, dass viele entscheidungsrelevante Größen Charakteristika der unscharfen Mengenlehre aufweisen. **Fuzzy-Inferenz-Systeme** (FIS) nutzen die Eigenschaften der Fuzzy-Logik, um diese graduellen Zuordnungen und Schlussfolgerungen in der Entscheidungsfindung abzubilden. FIS ermöglichen es, implizites Expertenwissen und Intuition in Form von linguistischen Termen abzubilden (Frank 2002). Abbildung 2-9 zeigt den strukturellen Aufbau eines FIS.

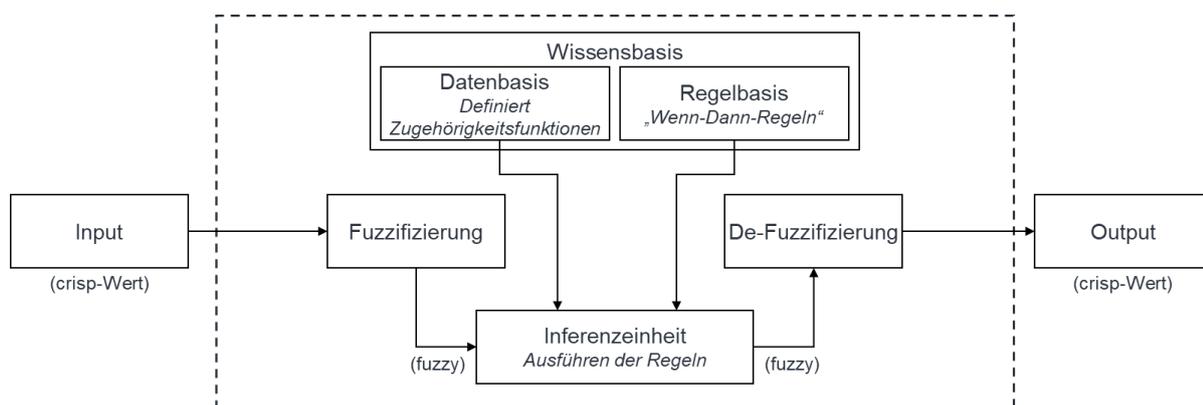


Abbildung 2-9: Fuzzy-Inferenz-System (Aengchuan & Phruksaphanrat 2018, S. 910)

Ein FIS besteht aus den fünf Komponenten **Fuzzifizierung**, **Datenbasis**, **Regelbasis**, **Inferenzeinheit** und **De-Fuzzifizierung**. Die **Fuzzifizierung** wandelt den Input, der gemäß der klassischen Mengenlehre als Crisp-Wert vorliegt, in einen Fuzzy-Wert um. Grundlage hierfür bildet die Zugehörigkeitsfunktion, welche in der **Datenbasis** hinterlegt ist. (Jang 1993, S. 666) Die **Regelbasis** repräsentiert das Expertenwissen, welches für die Inferenz genutzt wird. Diese umfasst mehrere „Wenn-Dann-Regeln“, welche die verschiedenen Inputs und Outputs in eine logische Beziehung bringen und damit deren kausale Zusammenhänge ausdrücken (Pourjavad & Mayorga 2019). Tabelle 2-4 zeigt eine beispielhafte Regelbasis für die Anforderung an Fachkräften.

Tabelle 2-4: Regelsystem des FIS „Anforderung an Fachkräfte“

	Produkt-komplexität		Produkt-komplexität		Digitalisierungs-grad		Anforderung an Fachkräfte
Wenn	hoch	$\wedge$	hoch	$\wedge$	hoch	dann	hoch
Wenn	hoch	$\wedge$	hoch	$\wedge$	mittel	dann	hoch
Wenn	hoch	$\wedge$	mittel	$\wedge$	hoch	dann	hoch
Wenn	mittel	$\wedge$	hoch	$\wedge$	hoch	dann	hoch
Wenn	hoch	$\wedge$	mittel	$\wedge$	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	$\wedge$	hoch	$\wedge$	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	$\wedge$	mittel	$\wedge$	hoch	dann	mittel
Wenn	mittel	$\wedge$	mittel	$\wedge$	mittel	dann	mittel
Wenn	niedrig	$\vee$	niedrig	$\vee$	niedrig	dann	niedrig

Bei drei Inputvariablen, einer Outputvariable und einem Fuzzy-Wert bestehend aus dem Tripel (hoch, mittel, gering) können 27 Kombinationen auftreten. Je nach Gestaltung der Regeln müssen unterschiedlich viele Regeln definiert werden. Bei reinen „Und“-Verbindungen sind für alle Kombinationen Regeln erforderlich. Bei reinen „Oder“-Verbindungen reduziert sich die Anzahl auf drei Regeln, wodurch eine verbesserte Arbeitsleistung der FIS realisiert wird. Es obliegt dem Experten, die Regelbasis so zu definieren, dass eine möglichst genau Abbildung der kausalen Zusammenhänge und gleichzeitig eine vertretbare Arbeitsleistung realisiert wird (Kovac et al. 2014). In der **Inferenzeinheit** finden die Regeln Anwendung. Sind die Prämissen einer zuvor definierten Regel erfüllt, wird diese ausgeführt. Dies wird auch als „feuern“ bezeichnet. Dabei können aufgrund der graduellen Zuordnung mehrere Regeln gleichzeitig „feuern“ (Pourjavad & Mayorga 2019, S. 2957). Aufgrund der Möglichkeit, dass gleichzeitig mehrere Regeln zu einem bestimmten Grad zwischen 0 und 1 wahr sein und ausgeführt werden können, bedarf es eines Mechanismus zur Bestimmung des Ergebnisses. Der häufigste verwendete Ansatz für diese sogenannte Inferenz ist die MAX-MIN-Methode (Kahlert 1995). Dabei werden die aus den gefeuerten Regeln implizierte Flächen unter der Zugehörigkeitsfunktion durch den MAX-Operator vereinigt. Für eine ausführliche Darstellung sei auf Kahlert (1995) verwiesen. Abschließend erfolgt die **De-Fuzzifizierung**. Die häufigste Methode ist die Schwerpunktmethode, bei welcher der Flächenschwerpunkt der aus der zuvor beschriebenen Fläche berechnet wird (Kahlert 1995, S. 52).

### 3 Stand der Forschung, Forschungsdefizit und Stand der Praxis

Nachdem in Kapitel 1 Zielsetzung und Forschungsfragen sowie in Kapitel 2 die erforderlichen Grundlagen präsentiert wurden, wird in Kapitel 3.1 der Stand der Forschung in der Konfiguration von GPNs analysiert sowie das Forschungsdefizit abgeleitet. In Kapitel 3.2 wird die Entscheidungsfindung in der industriellen Praxis betrachtet. Kapitel 3.3 stellt im Sinne der Anforderungen des DSR Paradigmas die Erkenntnisse aus Forschung und Praxis in einem Zwischenfazit gegenüber, um Implikationen für den eigenen Lösungsansatz abzuleiten.

#### 3.1 Stand der Forschung und Forschungsdefizit

In Kapitel 3.1.1 werden die Anforderungskriterien zur Bewertung des Stands der Forschung abgeleitet. Nach der Identifikation relevanter Ansätze (Kapitel 3.1.2) werden die existierenden Ansätze zur strategischen Netzwerkgestaltung hinsichtlich ihres Erfüllungsgrades untersucht (Kapitel 3.1.3). Die Operations Management (OM) Literatur umfasst sowohl Ansätze aus der ingenieurwissenschaftlichen als auch aus der betriebswirtschaftlichen Forschungsdomäne. Aufgrund des interdisziplinären Charakters werden Ansätze aus beiden Domänen betrachtet. Kapitel 3.1.4 schließt mit der Ableitung des Forschungsdefizits.

##### 3.1.1 Anforderungskriterien zur Bewertung des Stands der Forschung

Die Anforderungskriterien lassen sich anhand des in Kapitel 1.4.1 präsentierten heuristischen Bezugsrahmens und den forschungsleitenden Fragestellungen für die strategische Netzwerkgestaltung strukturieren (siehe Abbildung 3-1).

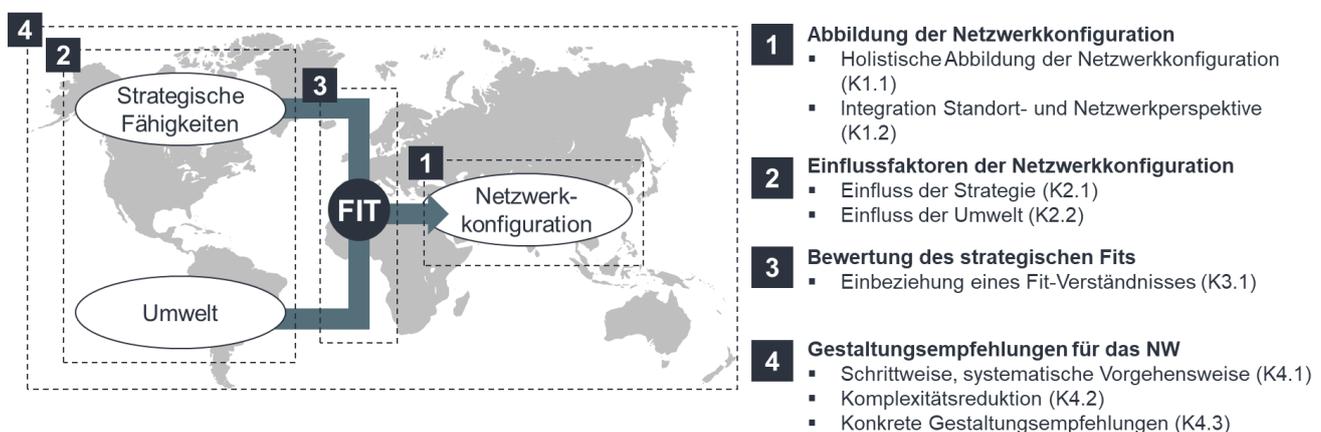


Abbildung 3-1: Kriterien zur Bewertung des Stands der Forschung

- (1) **Elemente der Netzwerkkonfiguration:** Die Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke umfasst ein weites Feld von Teilentscheidungen. Diese Teilentscheidungen weisen jedoch wechselseitige Abhängigkeiten auf. So bildet beispielsweise die Festlegung einer gewissen Produktallokation Restriktionen für die Ausgestaltung der Kapazitäten im Netzwerk. Diese Abhängigkeiten werden in der Entscheidungstheorie auch Verbundeffekte genannt (Laux et al. 2018, S. 10–11). Um daher die strategische Netzwerkkonfiguration adäquat als Entscheidungsproblem abbilden zu können, muss die **Netzwerkkonfiguration holistisch mit all ihren Teilentscheidungen betrachtet** werden (K1.1). Mögliche Zerlegungen der Netzwerkkonfiguration in Teilentscheidungen wurden in Kapitel 2.1.2.3 präsentiert. Neben einer holistischen Abbildung aller Teilentscheidungen muss der Ansatz den beschriebenen Bruch zwischen Standort- und Netzwerkperspektive überwinden. Daher muss der Ansatz die unterschiedlichen Detailgrade der zwei Perspektiven darstellen können sowie eine **Integration von Standort- und Netzwerkperspektive** ermöglichen (K1.2).
- (2) **Einflussfaktoren der Netzwerkkonfiguration:** Die strategische Netzwerkkonfiguration wird von einer Vielzahl von Einflussfaktoren determiniert. Diese Einflussfaktoren lassen sich unterteilen in strategische Fähigkeiten, welche die Strategie definieren, sowie Umweltfaktoren, welchen sich Unternehmen ausgesetzt sehen. Zwischen strategischen Fähigkeiten, Umwelt und Netzwerkkonfiguration existieren kausale Zusammenhänge, wodurch eine gewisse Netzwerkkonfiguration durch gewisse strategische Fähigkeiten und Umweltfaktoren begünstigt wird und somit einen strategischen Fit konstituiert. Daher müssen Ansätze sowohl die kausalen Abhängigkeiten zwischen **strategischen Fähigkeiten und Netzwerkkonfiguration** (K2.1) als auch zwischen **Umweltfaktoren und Netzwerkkonfiguration** (K2.2) berücksichtigen.
- (3) **Bewertung des strategischen Fits:** Zur Ableitung einer zur Strategie passenden Netzwerkkonfiguration ist die Bewertung des strategischen Fits und somit die **konzeptionelle Einbeziehung eines Fit-Verständnisses** erforderlich (K3.1). Wie in Kapitel 2.2.3 präsentiert existieren unterschiedliche Konzeptuierungsansätze des strategischen Fits (Venkatraman 1989, S. 424). Viele Ansätze bewerten den strategischen Fit jedoch nur implizit oder gar nicht. Hier erfordert es eine explizite Analyse und folglich eine systematische Bewertungslogik (Forschungsmethodik).

(4) **Gestaltungsempfehlungen für das Netzwerk:** Die Bewertung des strategischen Fits bildet das Gedankengerüst zur Identifikation von passenden Netzwerkkonfigurationen. Abschließend müssen Ansätze entsprechend ein Vorgehen postulieren, um den Anwender sukzessiv durch den Entscheidungsfindungsprozess zu begleiten. Aufgrund der Komplexität des Entscheidungsproblems, müssen Ansätze unterschiedliche Abstraktionsniveaus adressieren. Infolgedessen muss der Ansatz dem Anwender eine **schrittweise, systematische Vorgehensweise** zur Entscheidungsfindung (K4.1) bieten. Dies umfasst eine gezielte **Komplexitätsreduktion** (K4.2), um letztlich **konkrete Gestaltungsempfehlungen** ableiten zu können (K4.3).

### 3.1.2 Identifikation relevanter Ansätze

Innerhalb der OM Literatur gibt es eine Vielzahl von Ansätzen zur Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke. Diese lassen sich gemäß Kapitel 2.1.2.1 der Netzwerkkonfiguration bzw. Netzwerkkoordination zuordnen. Ferner unterscheiden sich die Ansätze hinsichtlich Betrachtungsgegenstand und Abstraktionsgrad. Zur Identifikation relevanter Ansätze wurden folgende Kriterien zur Eingrenzung definiert (A\_Kehm 2022, S. 27):

- **Ausschluss von Ansätzen, die sich ausschließlich auf die Standortebene beziehen:** Dies beinhaltet alle Ansätze, die sich mit Methoden zur Standortsuche und -auswahl befassen.
- **Ausschluss von Ansätzen, die sich ausschließlich auf die Netzwerkkoordination beziehen:** Ansätze, die sich lediglich mit der Netzwerkkoordination im Sinne von Kapitel 2.1.2 befassen, werden ausgeschlossen. Ansätze, die sowohl die Koordination als auch Konfiguration berücksichtigen, werden beleuchtet.
- **Ausschluss von Ansätzen, die keine ganzheitliche strategische Perspektive einnehmen:** Damit werden Ansätze ausgeschlossen, die sich auf eine bestimmte Instanz der Netzwerkkonfiguration, bzw. auf unternehmens- oder situationsspezifische Ausprägungen beschränken (Steier et al. 2022, S. 1434).

Innerhalb der OM Literatur wurden **32 Ansätze** als relevant identifiziert. Die Ansätze lassen sich in qualitativ und quantitativ differenzieren. Erstere sind Modelle, die den Entscheidungsträger unterstützten, komplexe Systeme zu abstrahieren, zu synthetisieren und zu kategorisieren. Letztere befähigen den Entscheidungsträger, die Auswirkungen von Entscheidungen auf ein System zu quantifizieren (Steier et al. 2022a, S. 1434).

Eine ähnliche Differenzierung von Ansätzen liefern Jacob (2006) und Ernst (2012). Sie argumentieren, dass die Netzwerkkonfiguration eine hohe analytische Komplexität sowie eine hohe prozessuale Komplexität aufweist. Ansätze unterscheiden sich daher, inwiefern sie diesen Komplexitätsarten gerecht werden (Sager 2018, S. 30). Die beiden Extrema bilden dabei Prozessmodelle und mathematische Optimierungsmodelle. Prozessmodelle fokussieren den Ablauf und die inhaltliche Beschreibung der Phasen zur Ermittlung und Bewertung von Netzwerkalternativen, gehen jedoch nicht auf eine Quantifizierung ein. Mathematische Optimierungsmodelle hingegen, ermöglichen die Berechnung der optimalen Netzwerkkonfiguration, geben jedoch keine Aussage über die Vorgehensweise. (Ernst 2012; Jacob 2006)

Diese Überlegungen werden adaptiert, wobei den qualitativen Modellen ebenfalls eine hohe Erfüllung zur Berücksichtigung der analytischen Komplexität eingeräumt wird. Auch wenn diese nicht wie quantitative Ansätze eine detaillierte Berechnung aufweisen, ermöglichen qualitative Modelle durch ihren hohen Abstraktionsgrad die Analyse komplexer Entscheidungsprobleme. Es ergibt sich die in Abbildung 3-2 dargestellte Unterscheidung in **Prozessmodelle**, **Management-Frameworks** und **mathematische Modelle**.

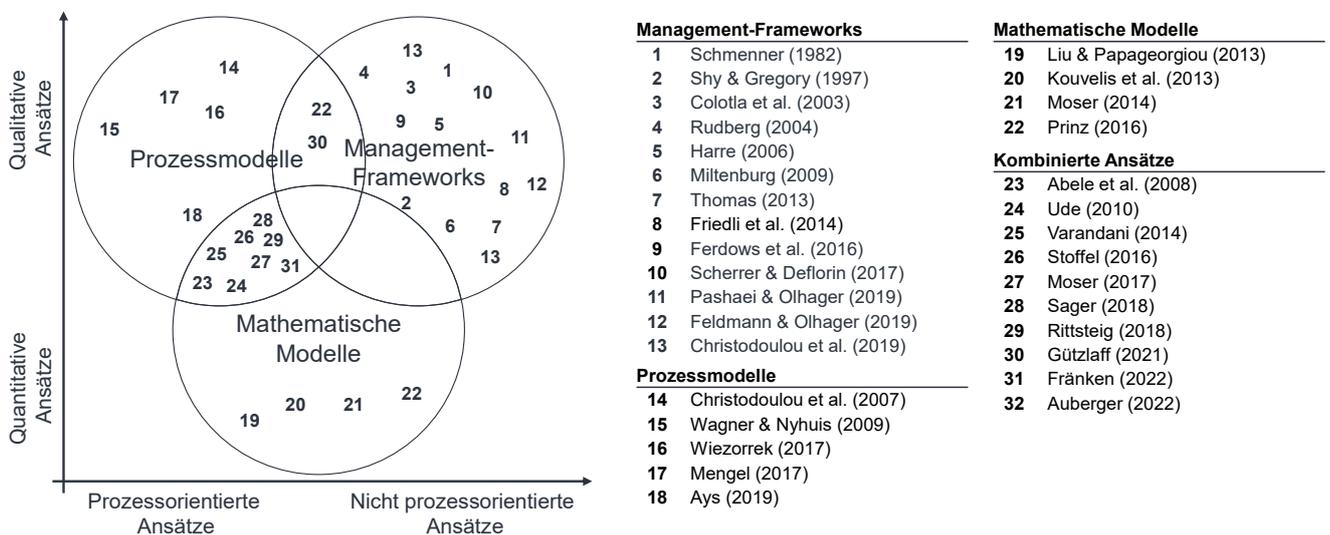


Abbildung 3-2: Einordnung relevanter Ansätze

Prozessmodelle konzentrieren sich auf das Vorgehen zur Entscheidungsfindung. Management-Frameworks sind graphische Entscheidungsunterstützungsmodelle, die Entscheidungsprobleme abstrahieren und simplifizieren, wodurch die strategische Diskussion erleichtert wird (Friedli et al. 2014, S. 33). Mathematische Modelle dienen der quantitativen Bewertung von Handlungsalternativen anhand zuvor definierter

Zielgrößen. Sie nutzen oftmals Methoden der Simulation oder mathematischen Optimierung. (Friedli et al. 2014, S. 36; Sager 2018, S. 30; Auberger 2022, S. 32)

### **3.1.3 Vorstellung relevanter Ansätze**

In diesem Kapitel werden nun relevante Ansätze im Literaturstrom analysiert, um abschließend in Kapitel 3.1.4 das Forschungsdefizit herauszuarbeiten.

#### **3.1.3.1 Management-Frameworks**

Einer der ersten Ansätze im Bereich der strategischen Netzwerkgestaltung liefert Schmenner (1982) mit seinen Multiplant Manufacturing Strategies. Mithilfe einer statistischen Analyse mit über 300 Produktionsstandorten von Fortune 500 Unternehmen identifizierte er die vier Multiplant Strategies „Product Plant Strategy“, „Market Area Strategy“, „Process Plant Strategy“ und „General Purpose Strategy“. Bei der „Product Plant Strategy“ ist jeder Standort auf ein bestimmtes Produkt bzw. auf eine bestimmte Produktgruppe spezialisiert. Diese wird vollständig am entsprechenden Standort gefertigt und global versendet. Diese Strategie eignet sich für hoch-volumige Produktionen sowie für separate Produktlinien. Bei der „Market Area Plant Strategy“ fertigt jeder Standort für den entsprechenden nahe gelegenen geographischen Absatzmarkt. Dies ist insbesondere bei Produkten, die mit hohen Transportkosten assoziiert sind, sinnvoll. „Process Plant Strategy“ findet insbesondere für Produkte mit hohen Skaleneffekten in den einzelnen Prozessschritten Anwendung. Dabei werden die einzelnen Standorte auf spezielle Prozessschritte spezialisiert. Durch besonders hohe Flexibilität zeichnet sich die „General Purpose Plants“ aus. Hierbei verändert sich der Fokus der Standorte je nach Kundenanforderungen. (Schmenner 1982)

Shi & Gregory (1998) analysieren vier globale Produktionsnetzwerke und entwickeln ein Framework zur Realisierung strategischer Netzwerkfähigkeiten. Als strategische Fähigkeiten definieren sie den Zugang zu Märkten, Kunden und Ressourcen (engl. „accessibility“), Kosteneffizienz (engl. „thriftiness“), Mobilität der Produktion (engl. „mobility“) und organisatorisches Lernen (engl. „learning“). Diese Netzwerkfähigkeiten werden gemäß den Autoren über die Hebel geographische Netzwerkausdehnung sowie den Koordinationsgrad zwischen den verteilten Produktionsstandorten erreicht. Basierend auf der Fallstudien-Analyse definierten die Autoren sieben phänotypische Netzwerkstrukturen. (Shi & Gregory 1998)

Colotla et al. (2003) betrachten in ihrem Ansatz die Wechselwirkung zwischen Fähigkeiten auf Standort- und Netzwerkebene zur Realisierung von Wettbewerbsvorteilen. Dabei verwenden die Autoren ein auf Fallstudien basierten Forschungsdesign und untersuchten dabei zwei Produktionsnetzwerke mit acht Standorten. Die Ergebnisse zeigen, dass verschiedene Dimensionen der strategischen Leistungsfähigkeit, wie beispielsweise Kosten, Qualität und Flexibilität, einerseits über den einzelnen Standort selbst, andererseits über strukturelle Veränderungen im Netzwerk realisiert werden können. Diesen Zusammenhang visualisieren sie in einer Standort-Netzwerk-Fähigkeits-Matrix. Die diagonalen Isolinien visualisieren Positionen gleicher Leistungsfähigkeit. So kann beispielsweise eine schlechte Kostenposition eines Netzwerks entweder durch eine Effizienzsteigerung im Standort (horizontale Verschiebung) oder durch eine Verlagerung in LCC-Standorte (vertikale Verschiebung) erzielt werden. (Colotla et al. 2003)

Rudberg (2004) zeigt in seinem Ansatz die Verbindung zwischen strategischen Fähigkeiten, Fokus des Produktionsnetzwerks und Management des Netzwerks auf. Zu diesem Zweck analysiert er sechs Fallstudien. Die Ergebnisse suggerieren zwei grundlegende strategische Stoßrichtungen. Für Produktionsnetzwerke, die einen klaren Kostenfokus verfolgen, erweisen sich vertikale Produktionsnetzwerke (Process Plant Strategies gemäß Schmenner (1982)) und ein stark zentralisiertes Management als sinnvoll. Bei einem Flexibilitätsfokus werden hingegen horizontale Produktionsnetzwerke (Product Plant Strategy bzw. Market Area Strategy gemäß Schmenner (1982)) mit einer stärkeren Dezentralisierung des Managements empfohlen. (Rudberg 2004)

Harre (2006) liefert ein heuristisches Managementwerkzeug für die strategische Standortstrukturplanung globaler Produktionsnetzwerke. Dabei entwickelt er acht typologische Strukturen für globale Produktionsnetzwerke. Diese sind „Zentralwerk-Struktur“, „Transplant-Struktur“, „Local for Local-Struktur“, „Produktwerke-Struktur“, „Technologiewerk-Struktur“, „CKD/SKD-Struktur“, „Satellitenwerk-Struktur“ und „Komponentenwerk-Struktur“. Diese typologischen Strukturen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Spezialisierung sowie ihrer Anknüpfung zum Beschaffungsmarkt und Absatzmarkt. Grundlegende Hypothese für seine Arbeit ist ebenfalls das Vorliegen eines strategischen Fits. Demnach muss die Komplexität von Absatz- und Beschaffungsmarkt im Einklang mit der Produktionsnetzwerkstruktur sein. Zur Analyse der Komplexität definiert Harre Beschreibungsmodelle, um die räumliche und sachliche

Marktdifferenzierung zu beschreiben. Diese setzt er wiederum strategisch passenden Strukturtypen gegenüber. (Harre 2006)

Miltenburg (2009) baut in seinem Ansatz auf dem von Shi & Gregory (1998) postulierten Modell und den strategischen Netzwerkfähigkeiten auf. Sein Framework umfasst integriert mehrere Einzelframeworks aus der OM Literatur. Damit möchte er den aus seiner Sicht unzureichend adressierten Punkt der Koordination stärker operationalisieren. Insbesondere zeigt sein Framework die Verbindung zwischen strukturellen und infrastrukturellen Hebeln der Netzwerkgestaltung und den vier strategischen Fähigkeiten auf. Als strukturelle Netzwerkhebel bezeichnet er die Standorteigenschaften (engl. „facility characteristics“), geographische Verteilung (engl. „geographic dispersion“), Wertschöpfungstiefe (engl. „vertical integration“), und organisatorische Struktur (engl. „organization structure“). Die infrastrukturellen Hebel umfassen Koordinationsmechanismus (engl. „coordination mechanism“), Wissensaustausch (engl. „knowledge transfer mechanism“), Reaktionsmechanismen (engl. „response mechanism“) und Lernfähigkeit bzw. Aufbau von Fähigkeiten (engl. „capability building mechanism“). (Miltenburg 2009)

Einen Ansatz zur ganzheitlichen strategieorientierten Perspektive auf Produktionsnetzwerkssysteme liefert Thomas (2013). Er gliedert globale Produktionsnetzwerkssysteme in die drei Dimensionen globale Produktionsstrategie, Netzwerkkonfiguration und Netzwerkkoordination. Grundlegende Hypothese des Modells ist das Vorliegen eines strategischen Fits zwischen den Dimensionen. Diese Fit-Bedingung wird empirisch durch Taxonomien und Fallstudien ermittelt. Durch Beschreibungs- und Gestaltungsmodelle werden Anwender zur systematischen Weiterentwicklung des Produktionsnetzwerks befähigt. (Thomas 2013)

Friedli et al. (2014) inkludiert das Modell von Thomas (2013) und entwickelt einen holistischen Gestaltungsrahmen für das Management globaler Produktionsnetzwerke. Dies umfasst verschiedene Frameworks für die Teilmodelle des von Thomas (2013) entwickelten Modells sowohl im Bereich der Netzwerkkonfiguration als auch der Netzwerkkoordination. Ein wesentliches Werkzeug für die Netzwerkkonfiguration ist dabei das Site Role Portfolio. Dieses wird genutzt, um die Festlegung der Standortspezialisierung zu unterstützen. Das Portfolio ist dem Mountain Model von Christodoulou et al. (2007, S. 25) entlehnt. Dabei werden die Standorte hinsichtlich ihrer strategischen Relevanz und hinsichtlich ihres primären strategischen Motivs eingeordnet. Die strategische Relevanz wird durch die Kritikalität des Standorts und die Brandbreite der vorhandenen Kompetenzen ermittelt. Die strategischen Motive entstammen den von

Ferdows (1997) definierten Standortmotiven Marktnähe, Zugang zu niedrigen Kosten und Zugang zu Wissen & Kompetenzen. (Friedli et al. 2014)

Ferdows et al. (2016) betrachten in ihrem Ansatz Produktionsnetzwerke aus einer anderen Perspektive. Sie untersuchen diese nicht als Verbund aus mehreren Produktionsstandorten, sondern zerlegen das Netzwerk in Sub-Netzwerke. Diese Sub-Netzwerke bewerten sie anhand der zwei Dimensionen Produkt- und Prozesskomplexität. Die Produktkomplexität bewerten sie anhand Eigenschaften wie Häufigkeit von Produktneueinführungen, Produktveränderung, Designkomplexität und Variantenanzahl. Die Prozesskomplexität wird über Aspekte wie Prozessanpassungen, F&E-Intensität der Prozesse sowie Prozessvarianz zum Ausdruck gebracht. Durch diese zwei Dimensionen spannt sich eine 2x2-Matrix auf. Gemäß dieser werden unterschiedliche Netzwerktypen definiert. Die zwei Extremausprägungen sind „Footlose Subnetworks“ und „Rooted Networks“. „Footlose Subnetworks“ zeichnen sich durch eine niedrige Produkt- und Prozesskomplexität aus. Somit sind diese stets um die Realisierung bestmöglicher Kostenpositionen bemüht. „Rooted Subnetworks“ hingegen sind durch eine hohe Produkt- und Prozesskomplexität charakterisiert. Um dieser Komplexität gerecht zu werden, müssen solche Subnetzwerke Produktionswissen und Know-how systematisch und langfristig im Netzwerk aufbauen. Zur Vollständigkeit sind hier noch für die zwei weiteren Quadranten die Netzwerktypen Process Innovation Subnetworks für Commodity-Produkte mit komplexen Prozessen und Low Investment Subnetworks für komplexe Produkte mit einfachen Prozessen erwähnt. (Ferdows et al. 2016)

Scherrer & Deflorin (2017) entwickeln einen integrativen Ansatz zur Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke. Dabei wird explizit die Verknüpfung zwischen Standort- und Netzwerkperspektive betrachtet. Die Autoren behelfen sich dabei dem aus dem Qualitätsmanagement bekannten Konzept des Quality Function Deployments (QFD). Mit diesem sollen die Wechselwirkungen zwischen strategischen Zielen und Netzwerkgestaltung analysiert werden. Positive Wechselwirkungen repräsentieren einen strategischen Fit gemäß der Kontingenztheorie. Das Modell besteht aus drei „Häusern“. Das erste Haus des strategischen Produktionsnetzwerks repräsentiert die strategischen Netzwerkfähigkeiten. Das zweite Haus des Netzwerkbeitrags umfasst die strukturellen und infrastrukturellen Stellhebel im Netzwerk. Das dritte Haus des Standortbeitrags stellt die Stellhebel auf Standortebene dar und verknüpft damit Netzwerk- und Standortperspektive. Über die drei Häuser lassen sich individuell die wichtigsten strategischen

Fähigkeiten sowie Netzwerk- und Standorthebel zur Realisierung der Fähigkeiten ableiten. (Scherrer & Deflorin 2017)

Ähnlich wie Ferdows et al. (2016) argumentieren Pashaei & Olhager (2019) über die interne Unternehmensumwelt. Sie fokussieren sich auf den Zusammenhang zwischen der Produktarchitektur und der Ausgestaltung des globalen Wertschöpfungsnetzwerks. Das Wertschöpfungsnetzwerk wird über die Aspekte Netzwerkstruktur, Standortfokus und Supply Chain Faktoren operationalisiert. Mithilfe von Regressionsanalysen wird der Einfluss von einerseits integralen Produktarchitekturen und andererseits modularen Produktarchitekturen auf die Ausprägung der Aspekte analysiert. Die Ergebnisse suggerieren, dass integrale Produktarchitekturen mit geographisch konzentrierten Netzwerkstrukturen, hohen Skaleneffekten und hohen internen Fähigkeiten assoziiert werden. Modulare Produktarchitekturen hingegen werden mit geographisch verteilten, auf Skaleneffekte und Flexibilität ausgelegten Standorten und hohen Kompetenzen bei den Supply Chain Partnern verbunden. (Pashaei & Olhager 2019)

Feldmann & Olhager (2019) entwickeln in ihrem Ansatz vier Typen von Netzwerkstrukturen. Diese sind linear, divergent, konvergent und gemischt. Diese vier Netzwerkstrukturen unterscheiden sich hinsichtlich Schlüsselcharakteristika, Standortrollen, Produkttypen, Prozesstypen, Markttypen, Beschaffungsstrategien und Management-Herausforderungen. Die vier Typen wurden durch eine qualitative Fallstudien-Untersuchung mit 20 Subnetzwerken von fünf global agierenden Unternehmen extrahiert. (Feldmann & Olhager 2019)

Einen Ansatz zur Schaffung von strategischen Synergien in globalen Produktionsnetzwerken bieten Christodoulou et al. (2019). Im Rahmen von multiplen Fallstudien zwischen 2003 und 2014 haben die Autoren Konfigurationsmechanismen extrahiert, die als Reaktion auf externe Treiber die Leistungsfähigkeit im Netzwerk positiv beeinflussen. Die drei wesentlichen Konfigurationsmechanismen sind die Spezialisierung im Wertschöpfungsnetzwerk (engl. „Inter-Firm Specialisation“), Netzwerkspezialisierung des fokalen Unternehmens (engl. „Intra-Firm Specialisation“) und die Balance zwischen globaler Effizienz und lokaler Anpassung (engl. „Global-Local Balancing“). (Christodoulou et al. 2019)

### 3.1.3.2 Prozessmodelle

Christodoulou et al. (2007) entwickelt am Institute for Manufacturing (IfM) der Universität Cambridge ein Vorgehensmodell zur strategischen Gestaltung von Produktionsnetzwerken, welches auch als Cambridge Approach bekannt ist. Das Vorgehensmodell gliedert sich in vier Phasen, welche durch zentrale Leitfragen moderiert werden. Diese Leitfragen lauten „Why?“ (dt. Warum?), „What?“ (dt. Was?), „Where?“ (dt. Wo?) und „How?“ (dt. Wie?). Die Phasen werden sequenziell sowie iterativ durchlaufen. In der ersten Phase „Why?“ geht es darum, die Treiber für eine Veränderung im Netzwerk zu identifizieren und zu verstehen. Diese können entweder aus Änderungen in der Strategie erfolgen, die ein „Re-Alignment“ erfordern, oder aus der Unternehmensumwelt, wie veränderte Marktnachfrage, entstammen. In der Phase „What?“ wird die Wertschöpfungsstrategie analysiert und definiert. Dies beinhaltet die Definition von Kernkompetenzen und strategischen Make-or-Buy-Entscheidungen. Anschließend muss in der Phase „Where?“ festgelegt werden, an welchen Standorten im Netzwerk die Wertschöpfung erfolgen soll. Dies umfasst die Festlegung von Netzwerkstrukturen, Standortrollen und die kapazitative Ausgestaltung. Die abschließende Phase „How?“ gibt Aufschluss über die Umsetzung der definierten Strategie sowie der erforderlichen Verlagerungsprozesse. (Christodoulou et al. 2007)

Wagner & Nyhuis (2009) präsentieren einen Ansatz zur systematischen Gestaltung von sogenannten globalen Variantenproduktionssystemen (engl. „Global Variant Production System“). Dieser ist geprägt durch eine stärkere Perspektive aus der Logistik und erfolgt in fünf Schritten. Zunächst werden in der „As-Is-Analysis“ der globale Wertstrom analysiert sowie in einem Total Cost of Ownership-Ansatz Transparenz über die aktuelle Kostensituation geschaffen. In der zweiten Phase „Future Scenarios“ werden mithilfe von Szenariotechnik zukünftige Entwicklungen prognostiziert und potentielle Zukunftsszenarien gebildet. Anschließend werden in der Phase „Potential Analysis“ die aktuelle Netzwerkkonfiguration reflektiert und Optimierungspotentiale identifiziert. In der Phase „Development of target concepts“ werden dann potentielle Handlungsalternativen erarbeitet, die abschließend in der „Evaluation of target concepts“ bewertet werden. (Wagner & Nyhuis 2009)

Wiezorrek (2017) fasst die Konfiguration globaler Wertschöpfungsnetzwerke als einen kontinuierlichen Top-Down-Bottom-Up-Ansatz auf. Der von ihr skizzierte Entscheidungsprozess umfasst sieben Schritte. Zunächst gilt es den Betrachtungsraum mit allen relevanten Produkten und Interaktionspartnern zu definieren. Anschließend erfolgt

die Zustandserfassung, in welcher der Leistungserstellungsprozess wie auch Messgrößen definiert werden. Dieser schließt sich der Überprüfung des Zielsystems an. Im vierten Schritt folgt die Zustandsbewertung. Basierend darauf werden mögliche Netzwerkalternativen konfiguriert. Abschließend erfolgen die Bewertung und Auswahl einer Konfiguration und letztlich die Umsetzung, wobei die letzten beiden Schritte nicht mehr Fokus der Arbeit sind. (Wiezorrek 2017)

Mengel (2017) konzipiert ein prozessuales Vorgehen zur Strategieentwicklung in globalen Produktionsnetzwerken. Als Grundlage hierfür nutzt er bestehende Ansätze und Erkenntnisse aus empirischen Analysen. Das Vorgehensmodell soll Anwender dabei unterstützen, Konfiguration und Koordination im Einklang mit der Strategie zu gestalten. Das Vorgehen gliedert sich in die vier Phasen Analyse, Strategieentwicklung, Ausrichtung und Implementierung. Jede Phase wird durch Zielsetzung, benötigter Input, angestrebte Ergebnisse sowie relevante Entscheidungsträger beschrieben. In der Analysephase werden zunächst Anforderungen aus der Unternehmensstrategie definiert, Marktentwicklungen analysiert und der aktuelle Ist-Stand der Netzwerkkonfiguration und Netzwerkkoordination aufgenommen. In der Strategieentwicklung werden anschließend die anzustrebenden strategischen Fähigkeiten definiert sowie daraus resultierende Abweichungen zum Ist-Stand abgeleitet. Daraufhin werden in der Ausrichtungsphase Netzwerkkonfiguration und Netzwerkkoordination entsprechend der Abweichungsanalyse ausgestaltet. Angestrebte Veränderungen werden dann in der Implementierungsphase in Aktionsplänen festgehalten und umgesetzt. Die strategischen Handlungsempfehlungen in der Ausrichtungsphase leitet Mengel (2017) aus den Erkenntnissen von empirischen Analysen ab. (Mengel 2017)

Ays (2021) fokussiert in seinem Ansatz zur strategischen und kostengerechten Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke insbesondere den Aspekt der Agilität. Damit sollen Anwender befähigt werden, ihr Netzwerk in einem sich ständig wechselnden Umfeld schnell an unerwartete Veränderungen anpassen zu können. Die von ihm entwickelte Methodik umfasst verschiedene Teilmodelle, die in den drei Phasen Identifikationsphase, Gestaltungsphase und Bewertungsphase, Anwendung finden. Die Methodik ist damit dem Gestaltungsprozess nach Sager (2018) entlehnt. In der Identifikationsphase werden zunächst veränderungsermöglichende Produktionsnetzwerkstrukturen sowie veränderungstreibende Einflussfaktoren erfasst. Die Gestaltungsphase widmet sich der strategischen Ausrichtung und der Ausgestaltung der Agilität im Netzwerk.

Abschließend erfolgt die Bewertung der Agilität. Alle Phasen werden von einem übergreifenden Entscheidungsmodell begleitet. (Ays 2021)

### **3.1.3.3 Mathematische Modelle**

In der Literatur sind einige Ansätze zu finden, die die Allokation von Produkten und Kapazitäten als ein Mixed Integer Linear Programming (MILP) modellieren. Repräsentativ für diese Modelle sei hier der Ansatz von Liu & Papageorgiou (2013) präsentiert. Die Autoren betrachten ein zweistufiges Produktionsnetzwerk eines Herstellers von Agrochemikalien. In der ersten Stufe werden aktive Wirkstoffe hergestellt, die dann für die sogenannte Formulierung im nächsten Produktionsstandort weiterverarbeitet werden, bevor diese in den Zielmarkt geliefert werden. Neben der Zuordnung von Produkten zu Standorten und Märkten betrachten die Autoren ebenfalls Kapazitätserweiterungsstrategien. Die multikriterielle Zielfunktion umfasst die Produktionskosten (inklusive der Kosten für Rohmaterialien, Formulierungsprozess, Transport und Bestände), Durchlaufzeit sowie Opportunitätskosten durch Nicht-Erfüllung der Nachfrage. (Liu & Papageorgiou 2013)

Im Gegensatz zu den anderen in diesem Kapitel präsentierten Ansätzen nutzen Kouvelis et al. (2013) keine Methoden des Operations Research, sondern robuste Strukturgleichungsmodelle aus der multivariaten Statistik, um Aufschluss über passende Netzwerkstrukturen zu generieren. Dem Strukturgleichungsmodelle liegt ein konzeptionelles Framework globaler Produktionsnetzwerke zu Grunde. Dieses besteht aus den Dimensionen Netzwerkdispersion, Marktfokus und Standortfokus. Jede Dimension wird durch zwei dichotome Extrema definiert. Diese sind konzentriert oder verteilt für die Netzwerkdispersion, regional oder global für den Marktfokus, und dediziert oder flexibel für den Standortfokus. Die abhängigen Variablen werden durch die unabhängigen Variablen Skaleneffekte, Komplexität, Transportkosten ohne Zölle und Transportkosten mit Zöllen determiniert. (Kouvelis et al. 2013)

Moser (2014) entwickelt ein multikriterielles dynamisches Optimierungsmodell zur Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke. Dabei berücksichtigt er multidimensionale Zukunftsunsicherheiten aus der Unternehmensumwelt. Der Ansatz ermöglicht es, den optimalen Zeitpunkt für langfristige Veränderungsprozesse im Netzwerk zu identifizieren. Sein Ansatz besteht aus einem Optimierungsmodul, einem Unsicherheitsmodul und einem Ablaufsteuerungsmodul. Das Optimierungsmodul nutzt ein gemischt-ganzzahligen Multi-Objective Decision Making (MODM) Ansatz, um die optimale Konfiguration

für diskrete Zeitpunkte innerhalb eines Planungshorizonts zu identifizieren. Dabei werden in der Zielfunktion nicht nur Kosten, sondern auch Kriterien wie Qualität, Lieferzeit und Flexibilität berücksichtigt. Über das Unsicherheitsmodul werden aus Wandlungstreibern mithilfe der Szenariotechnik Zukunftszustände der Umwelt extrahiert. Die Konfigurationen werden im Ablaufsteuerungsmodul für jedes Szenario simuliert, wodurch Wandlungsbedarf und -zeitpunkt abgeleitet werden. (Moser 2014)

Das Problem der oftmals eindimensionalen kostenbasierten Bewertung von Netzwerkentscheidungen in quantitativen Ansätzen adressiert Prinz (2016) ebenfalls. Sie präsentiert einen Ansatz zur mathematischen Optimierung der Wertschöpfungsverteilung nach quantitativen und qualitativen Kriterien in Produktionsnetzwerken der diskreten Fertigung. Die Optimierung folgt ebenfalls einem MODM-Ansatz und integriert dabei Kosten, Erfolgspositionen und Risiken. Die Erfolgspositionen und Risiken aggregieren qualitative Zielkriterien wie Lieferperformance, Flexibilität, Subventionen und Wechselkurs. Die Robustheit der gefundenen Lösungen werden durch Sensitivitätsanalysen validiert. (Prinz 2016)

### **3.1.3.4 Kombinierte Modelle**

Ein Framework zur Klassifizierung und Einordnung von Produktionsnetzwerken entwickeln Abele et al. (2008) mit ihren Netzwerkphänotypen. Netzwerkphänotypen sind idealtypische Extremausprägungen, die Hauptprinzipien der Netzwerkkonfiguration verkörpern. Die resultierenden Phänotypen sind „World Factory“, „Sequential“, „Hub & Spoke“, „Local for local“, und „Web structure“. Diese Phänotypen unterscheiden sich hinsichtlich der Verteilung der Produktionsaufgaben im Verbund, des Absatz-Footprints und des Materialflusses im Netzwerk. Die Vorteilhaftigkeit der Phänotypen wird über die zwei Hebel Skalen- und Verbundeffekte sowie Wichtigkeit der lokalen Anpassung und Transaktionskosten definiert. Begleitend zu den Phänotypen wird ein integriertes Vorgehen zur Anpassung des Produktionsnetzwerks präsentiert. Dieses besteht aus sechs generischen Schritten von Zielfestlegung bis hin zur Umsetzungsplanung (Abele et al. 2008).

Ude (2010) verwendet in seinem Ansatz zur Konfiguration globaler Produktionsnetzwerke ein Simulationsmodell sowie ein multikriterielles Entscheidungsverfahren, welche in ein Vorgehensmodell eingebettet sind. Das Gesamtverfahren umfasst fünf Schritte. Zunächst muss durch den Anwender ein mehrdimensionales Zielsystem aufgestellt werden. Anschließend erfolgt die Konfiguration von

Wertschöpfungsnetzwerkalternativen. Diese werden mithilfe des ereignisdiskreten Simulationsmodells (engl. Discret Event Simulation, DES) bewertet. Dazu werden zunächst die Konfigurationsalternativen im Simulationsmodell abgebildet und hinsichtlich Kosten und Zeit analysiert. Anschließend erfolgt die Bewertung anhand des mehrdimensionalen Zielsystems. Hier findet PROMETHEE<sup>3</sup> Anwendung, um eine Rangfolge der Alternativen abzuleiten. Die besten Alternativen werden dann hinsichtlich ihrer Robustheit untersucht. Hierbei kommen Sensitivitätsanalysen, Monte-Carlo-Simulation und Szenarioanalysen zum Einsatz. (Ude 2010)

Varandani (2014) nimmt in ihrem Ansatz zur Gestaltung kostenoptimaler globaler Produktionsnetzwerke eine organisationstheoretische Perspektive ein. Sie rückt die Managementkomplexität in Produktionsnetzwerken in den Vordergrund. Strukturelle Komplexitätstreiber sind die Anzahl der Standorte, die Anzahl der Schnittstellen zwischen den Standorten, das Produktionsprogramm, die Führungsspannen und die Anzahl der Hierarchieebenen. Mithilfe eines linearen Optimierungsmodells und eines generischen Algorithmus wird die unter dem Aspekt der Managementkomplexität kostenoptimale Konfiguration des Netzwerks bestimmt. (Varandani 2014)

Stoffel (2016) adaptiert in seinem Ansatz zur projektbasierten Planung und Ausrichtung von Zielstrukturen für Produktionsnetzwerke, das aus der Softwareentwicklung bekannte V-Modell. Damit adressiert er die Herausforderung der unterschiedlichen Detailgrade, die in der Ausgestaltung des Produktionsnetzwerks berücksichtigt werden müssen. Somit durchläuft sein aus vier Modulen und vierzehn Prozessschritten bestehendes Prozessmodell sukzessiv die Ebenen Netzwerk, Standort, Segment/Bereich und Prozess/Maschine. Dabei wird eine fortlaufende Verifikation der zuvor festlegenden Annahmen und Planungsergebnisse verfolgt. Auf Netzwerkebene wird die grundlegende Ausrichtung festgelegt. Anschließend werden die Wechselwirkungen zwischen Produkten und Prozessen analysiert, um Standardisierungspotentiale zu identifizieren. Im dritten Modul erfolgt die Konfiguration des Netzwerks, welche, wie auch Varandani (2014), Komplexitätsaspekte berücksichtigt. Abschließend wird die Konfiguration mit einem Analytic Hierarchy Process (AHP) und der Kapitalwertmethode bewertet. (Stoffel 2016)

---

<sup>3</sup> PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation) zählt zu den Outranking-Verfahren. Die Methode wird angewendet, um erhobene Größen zu einem Ergebnis in Form einer Rangfolge zusammenzufassen. (vgl. Geldermann, J. & Lerche, N. (2014))

Moser (2017) setzt auf der Arbeit von Moser (2014) auf und erweitert diese um die Migrationsplanung zur Bestimmung robuster Migrationspfade und risiko-effizienter Wandlungsbefähiger. Der Ansatz besteht aus drei Phasen, die sequentiell durchlaufen und von drei Modellen begleitet werden. In der Konfigurationsphase wird das globale Produktionsnetzwerk mit seinen Ressourcen modelliert. Ausgangspunkt ist eine in Form von strategischen Differenzierungsfaktoren formulierte Produktionsstrategie. Anhand dieser werden Standort- und Netzwerkfähigkeiten definiert und abgebildet. Das Ergebnis ist ein Modell des Produktionsnetzwerks mit Entscheidungsvariablen und Nebenbedingungen. In der Optimierungsphase werden Migrationsstrategien untersucht. Das Optimierungsproblem wird als markovscher Entscheidungsprozess mit dynamischer Umwelt modelliert. Die Migrationspfade ergeben sich als Konfigurationsfolgen je Entscheidungszeitpunkt des Planungshorizonts, die mittels Backward Induction ermittelt werden. In der Selektionsphase werden anschließend risiko-effiziente Wandlungsbefähiger identifiziert. Dies erfolgt indem je Migrationsschritt Erwartungswert und Standardabweichung der Rendite im ein-periodigen, stochastischen Entscheidungsmodell bewertet werden. (Moser 2017)

Der Ansatz von Sager (2018) kombiniert ebenfalls ein multikriterielles Optimierungsmodell mit einem Prozessmodell zur Konfiguration globaler Produktionsnetzwerke. Das Optimierungsproblem wird als deterministisches MILP modelliert und ist in einem siebenstufigen Prozessmodell integriert. Das Prozessmodell beginnt mit der Identifikation des Handlungsbedarfs. Hierbei können beispielsweise Performance Measurement Systems (PMS) genutzt werden, um Handlungsbedarfe festzustellen. Diese Handlungsbedarfe werden in eine Aufgabenstellung für die Modellierung überführt. Dies umfasst die Definition von Lösungsräumen, Restriktionen sowie relevanter Daten. Es folgt ein Eingrenzen des Lösungsraums durch eine iterative Datenerhebung, Entwicklung von Handlungsalternativen und Präzisierung des Zielsystems. Abschließend erfolgt die Bewertung und Auswahl einer Handlungsalternative. (Sager 2018)

Rittstieg (2018) bewertet in ihrem Ansatz die Leistungsfähigkeit sowie deren Einflussfaktoren von Produktionsstandorten im globalen Produktionsnetzwerk. Der Ansatz besteht aus drei Modulen, die in einem Vorgehensmodell eingebettet sind. Das erste Modul zielt auf eine vergleichbare Messung der Leistungsfähigkeit heterogener Produktionsstandorte. Dabei werden Key Performance Indicator (KPI) für bspw. Produktivität, Effizienz und Flexibilität definiert. Im zweiten Modul werden leistungsbestimmende Einflussfaktoren identifiziert und quantifiziert. Das dritte Modul dient dann der Ermittlung

der Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen Leistungsfähigkeit und zuvor bestimmten Einflussfaktoren. Mithilfe von Methoden der multivariaten Statistik wie Regressionsanalysen werden signifikante Korridore identifiziert, wodurch Gestaltungsempfehlungen zur Erreichung bestimmter KPI abgeleitet werden können. (Rittstieg 2018)

Auch Gützlaff (2021) interpretiert die Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke als kontinuierlichen Entscheidungsprozess. Er liefert mit seinem Ansatz eine Gestaltungsmethodik für einen aufwandsgerechten Entscheidungsprozess. Dabei nutzt er vier Teilmodelle, die sich in das Referenzmodell zur kontinuierlichen Netzwerkgestaltung nach Schuh et al. (2017b) einordnen lassen. Das erste Modell dient der Beschreibung von Gestaltungsalternativen. Im Erklärungsmodell werden bewertungsrelevante Faktoren ermittelt. Im Entscheidungsmodell wird deren Einfluss auf die Gesamtkosten je Alternative per Monte-Carlo-Simulation (Methode der DES) und Sensitivitätsanalyse untersucht. Diese drei Elemente werden in einem Gestaltungsmodell zu einem Prozess zusammengefasst. (Gützlaff 2021)

Fränken (2022) nutzt in seinem Ansatz zur Netzwerkgestaltung das Konzept der Standortrollen. Seine anwendungsorientierte Methodik besteht aus einem Standortrollenmodell, welches die strategische Ausrichtung der Standorte im Netzwerk beschreibt und ein Gestaltungsprozess, welcher Netzwerk- und Standortperspektive integriert betrachtet. Das Standortrollenmodell umfasst die Teilaspekte Netzwerkausrichtung, Standortkonfiguration und Standortkoordination. Diese zeichnen sich jeweils durch Gestaltungsfelder und Zielkonflikte aus. Der Gestaltungsprozess ist als innerer und äußerer Regelkreis dargestellt, wobei der äußere Regelkreis aus einer Netzwerkperspektive die Standortrolle definiert, die im inneren Regelkreis mit dem Ist-Zustand verglichen wird. (Fränken 2022)

Auberger (2022) konzentriert sich, wie auch Ays (2021), in seinem Ansatz auf die Gestaltung agiler Produktionsnetzwerke, um den Anforderungen nach Resilienz gerecht zu werden. Zu diesem Zweck nutzt er eine DES, um den Einfluss unsicherer Umweltbedingungen auf die Produktionsnetzwerkkonfiguration sowie Maßnahmen aus den Agile Operations (AO) zu bewerten. Aus drei Simulations-Fallstudien leitet eine Methodik zur Berücksichtigung von Unsicherheit in der Netzwerkkonfiguration ab. Diese besteht aus einer deskriptiven, einer explorativen und einer komparativen Phase. Das Kernstück, die explorative Phase, besteht aus der Machbarkeitsanalyse, der Netzwerkoptimierung und Definitionen von AO-Maßnahmen, welche mit Methoden der Simulation unterstützt werden. (Auberger 2022)

### 3.1.4 Forschungsdefizit

Die Darstellung bestehender Ansätze im vorangegangenen Kapitel zeigt, dass bereits eine Vielzahl von Arbeiten die strategische Netzwerkgestaltung adressieren. Die Arbeiten nutzen dabei entweder Management-Frameworks, Prozessmodelle, mathematische Modelle oder eine Kombination aus den drei Modellarten. In diesem Kapitel werden die Vor- und Nachteile der Ansätze diskutiert sowie deren Erfüllungsgrad in Bezug auf die in Kapitel 3.1.1 definierten Anforderungskriterien bewertet. Tabelle 3-1 fasst die relevanten Ansätze mit ihren Defiziten zusammen.

**Management-Frameworks** diskutieren die Netzwerkgestaltung aus einer meist sehr aggregierten Sicht. Eine Komplexitätsreduktion wird realisiert, indem die Ausprägungen der Netzwerkkonfiguration zu sogenannten Netzwerk-Phänotypen zusammengefasst werden. (vgl. Shi & Gregory (1998), Rudberg (2004), Harre (2006), Thomas (2013) Ferdows et al. (2016)) Auch wenn solche Ansätze oftmals eine detaillierte Betrachtung und damit konkrete Gestaltungsempfehlungen vermissen lassen, ermöglichen die Ansätze eine holistische Betrachtung der Netzwerkkonfiguration. Dadurch können Verbundeffekte zwischen Teilentscheidungen berücksichtigt werden, wodurch ein interner Fit realisiert wird (vgl. Thomas (2013)). Viele der Ansätze legen ein Fit-Verständnis zu Grunde. So argumentieren Schmenner (1982), Shi & Gregory (1998), Feldmann & Olhager (2019), Christodoulou et al. (2019) über die Kohärenz, also das gemeinsame Auftauchen, von Attributen der Netzwerkkonfiguration, welche nach Venkatraman (1989) dem Fit-als-Gestalt zuzuordnen sind. Die Attribute werden dabei empirisch über ein Case Study Research Design erhoben. Rudberg (2004) und Scherrer & Deflorin (2017) analysieren den strategischen Fit (-als-Matching) von Netzwerkstrukturen zur Strategie. Harre (2006) und Ferdows et al. (2016) zeigen in ihren Fit-als-Matching-Ansätzen den Zusammenhang zwischen Netzwerkstruktur und externer bzw. interner Unternehmensumwelt auf. Die Stärke solcher Management-Frameworks liegt in der Vereinfachung und Visualisierung komplexer Wirkzusammenhänge zwischen Strategie, Umwelt und Netzwerkkonfiguration. Durch die übersichtliche Darstellung werden potentielle Handlungsoptionen sowie Auswirkungen aufgezeigt, wodurch strategische Diskussionen gelenkt und unterstützt werden. Es fehlt jedoch an einem systematischen Vorgehen, sodass der Erfolg solcher Modelle meist von der Erfahrung des Entscheidungsträgers abhängt.

Die präsentierten **Prozessmodelle** weisen Ihre Stärke insbesondere in der strukturierten und schrittweisen Vorgehensweise auf, wodurch der Anwender sukzessive durch den Entscheidungsfindungsprozess geführt wird. Der Entscheidungsfindungsprozess wird dabei in mehrere Phasen zerlegt. Jede Phase wird durch bestimmte Voraussetzungen, Aktivitäten und Ergebnisse beschrieben. Alle Ansätze orientieren sich an einem klassischen Strategieprozess mit einer Analysephase, in der die bestehende Netzwerkkonfiguration sowie Umwelteinflüsse erfasst und der Handlungsbedarf identifiziert werden, einer Gestaltungsphase, in der Ziele sowie potentielle Handlungsalternativen definiert werden, und einer Bewertungsphase, in der die Handlungsalternativen mithilfe der Ziele evaluiert und eine Handlungsalternative ausgewählt wird. Damit adressieren solche Modelle insbesondere die Herausforderungen der prozessualen Komplexität der Netzwerkkonfiguration. Die Ansätze unterscheiden sich hinsichtlich ihrem Detaillierungsgrad der Netzwerkkonfiguration. So betrachten Christodoulou et al. (2007), Mengel (2017) und Wiezorrek (2017) Produktionsnetzwerke aus einer sehr aggregierten Perspektive. Ays (2021) hingegen zeichnet sich durch eine hohe Detailtiefe aus, konzentriert sich jedoch hauptsächlich auf den Aspekt der Agilität. Die Einbeziehung des strategischen Fits wird in den meisten Ansätzen vernachlässigt. Eine Ausnahme bildet hier Mengel (2017). Er betrachtet explizit den strategischen Fit in der Netzwerkgestaltung, konzentriert sich dabei jedoch nur auf den Fit zur Produktionsstrategie und lässt externe Unternehmenseinflüsse außer Acht. Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass die meisten Ansätze eine für die Entscheidungsaufgabe strukturierte Vorgehensweise liefern, konkrete Gestaltungsempfehlungen für die Netzwerkkonfiguration bleiben sie jedoch schuldig.

Anders als die Prozessmodelle liefern die **mathematischen Modelle** konkrete Gestaltungsempfehlungen. Die Literatur hat in den letzten Dekaden zahlreiche Ansätze in diesem Bereich hervorgebracht. Diese nutzen OR-Methoden wie ereignisdiskrete Simulation und mathematische Optimierung. Im Folgenden wird nur auf eine Auswahl eingegangen, die jedoch die Vor- und Nachteile solcher Ansätze demonstriert. Für weiterführende Diskussionen sei auf Steier et al. (2022a) verwiesen. Die betrachteten mathematischen Modelle zeichnen sich durch einen höheren Detailgrad aus, welcher jedoch zu Lasten einer anwenderfreundlichen Komplexitätsreduktion geht. Somit sind die Modellierung, Datenerhebung und Parametrisierung solcher Entscheidungsprobleme mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Insbesondere die mangelnde Verfügbarkeit und Qualität von Daten stellt eine wesentliche Herausforderung in der Praxis dar. Aus

diesem Grund adressieren die Ansätze oftmals nur eine Teilentscheidung der Netzwerkkonfiguration. So konzentrieren sich Prinz (2016) auf die Produktallokation im Wertschöpfungsnetzwerk, Moser (2014) auf die ressourcenseitige Ausgestaltung des Netzwerks und Kouvelis et al. (2013) auf die geographische Dispersion und Spezialisierung des Netzwerks. Die meisten Ansätze in diesem Bereich bilden die Netzwerkkonfiguration als mathematisches Optimierungsproblem ab. So werden oftmals gemischt-ganzzahlige lineare Modelle genutzt. Um neben Kosten weitere Kriterien in der Zielfunktion abzubilden, nutzen Moser (2014) und Prinz (2016) MODM. Sowohl Moser (2014) als auch Prinz (2016) integrieren qualitative Faktoren wie Flexibilität und Qualität als Zielgrößen in ihrem Optimierungsmodell. Zur Überführung des multikriteriellen Optimierungsproblems in ein für die Optimierung geeignetes monokriterielles Ersatzproblem nutzen beide die Epsilon-Methode. Dabei werden die Zielfunktionen aggregiert, indem jeweils die gewichtete Abweichung von einem zu bestimmenden Referenzpunkt minimiert wird. Dieser Referenzpunkt kann vom Entscheidungsträger frei gewählt werden. Beispielsweise kann hier das Einziel-Optimum je Zielgröße genutzt werden. Damit versuchen diese Ansätze, eine holistische Bewertung der Netzwerkkonfiguration zu leisten und somit der Anforderung nach einem strategischen Fit gerecht zu werden. Eine Ausnahme stellt der Ansatz von Kouvelis et al. (2013) dar. Hier werden keine OR-Methoden, sondern Strukturgleichungsmodelle aus der multivariaten Statistik verwendet. Die Betrachtung erfolgt jedoch auf einer sehr aggregierten Ebene, die keine konkreten Rückschlüsse auf die Standorte zulässt. Die strategischen Ableitungen erfolgen jedoch, im Gegensatz zu den anderen mathematischen Modellen, auf einem Fit-Verständnis (Fit-als-Mediation). Demnach sind Marktzuordnung, Standortfokus und Netzwerkdistribution die latenten Variablen, die durch Einflussfaktoren wie Skaleneffekte, Komplexität und Transportkosten bestimmt werden. Viele mathematische Ansätze werden aufgrund ihrer Komplexität in der Vorbereitung und Anwendung daher oftmals mit Prozessmodellen kombiniert.

**Kombinierte Ansätze** versuchen durch das Einbinden von mathematischen Modellen (vgl. Ude (2010), Varandani (2014), Stoffel (2016), Moser (2017), Sager (2018), (Rittstieg 2018), Gützlaff (2021), Auberger (2022)) bzw. Management-Frameworks (vgl. Abele et al. (2008), Fränken (2022)) in Prozessmodellen, die Vorzüge der Ansatzarten zu verknüpfen. Dadurch werden die mathematischen Modelle und Management-Frameworks um eine systematische Vorgehensweise ergänzt. Die Ansätze von Ude (2010), Gützlaff (2021) und Auberger (2022) nutzen die ereignisdiskrete Simulation, um

unterschiedliche Konfigurationen des Netzwerks zu bewerten und erlauben damit die Ableitung konkreter Gestaltungsempfehlungen. Moser (2017) und Sager (2018) nutzen Methoden der mathematischen Optimierung, um die optimale Netzwerkkonfiguration abzuleiten. Diese fünf Ansätze haben jedoch gemein, dass eine angemessene Komplexitätsreduktion fehlt. Rittstieg (2018), Stoffel (2016) und Fränken (2022) gelingt diese Komplexitätsreduktion besser, lassen jedoch ein Fit-Verständnis in ihrem Ansatz vermissen. Einzig Abele et al. (2008) nutzen Fit-as-Matching und charakterisiert phänotypische Netzwerkstrukturen hinsichtlich ihrem Potential für Skaleneffekte und der Relevanz der lokalen Anpassung bzw. Transaktionskosten. Der Ansatz verbleibt auf einem hohen Abstraktionsgrad und lässt damit den Bezug zur Standortebene vermissen.

Es lässt sich festhalten, dass keiner der dargestellten Ansätze die Anforderungen zur strategischen Netzwerkgestaltung zur Gänze erfüllt (vgl. Tabelle 3-1). Im Besonderen existiert ein Defizit in der **Abbildung aller Teilentscheidungen der Netzwerkkonfiguration** auf Netzwerk- und Standortebene sowie deren Wechselwirkungen, was wiederum Forschungsfrage 1 motiviert. Zudem mangelt es an einer simultanen und umfassenden **Berücksichtigung von Strategie und Unternehmensumwelt** (Forschungsfrage 2) als auch an einer expliziten **Einbeziehung eines Fit-Verständnisses** (Forschungsfrage 3). Letztlich fehlt es an einer systematischen Vorgehensweise zur Ableitung von **strategisch passenden Gestaltungsempfehlungen** für das GPN, wodurch Forschungsfrage 4 verifiziert wird. Nachdem der Forschungsstand wiedergegeben wurde, erfolgt im folgenden Kapitel eine Reflektion der Entscheidungsfindung in der Praxis.

Tabelle 3-1: Bewertung von Ansätzen zur strategischen Netzwerkkonfiguration

Anforderungen ○ nicht erfüllt ◐ teilweise erfüllt ● voll erfüllt		Abbildung der Netzwerkkonfiguration		Einflussfaktoren der Netzwerkkonfiguration		Bewertung des strategischen Fits			Gestaltungsempfehlung für das Netzwerk		
		(K1.1) Holistische Abbildung der Netzwerkkonfiguration	(K1.2) Integration Netzwerk- & Standortperspektive	(K2.1) Einfluss der Strategie	(K2.2) Einfluss der Umwelt	(K3.1) Konzeptionelle Einbeziehung eines Fit-Verständnis	Konzeptuierungsansatz des strat. Fits nach Venkatraman (1989)	Forschungsmethodik zur systematischen Bewertung des strat. Fits	(K4.1) Schrittweise, systematische Vorgehensweise	(K4.2) Komplexitätsreduktion	(K4.3) Konkrete Gestaltungsempfehlungen
<b>Management-Frameworks</b>											
1	Schmenner (1982)	●	○	○	○	●	Fit als Gestalt	Emp.-quantitativ	○	◐	○
2	Shy und Gregory (1998)	◐	◐	◐	◐	◐	Fit als Gestalt	Konzept. mit CS	◐	◐	○
3	Colotta et al. (2003)	○	●	◐	◐	○	n.a.	Konzept. mit CS	○	◐	○
4	Rudberg (2004)	◐	○	◐	○	●	Fit als Match	Konzept. mit CS	○	◐	○
5	Harre (2006)	◐	○	○	●	●	Fit als Match	Konzept. mit CS	◐	●	◐
6	Miltenburg (2009)	◐	●	◐	○	◐	n.a.	Konzept. mit CS	◐	◐	◐
7	Thomas (2013)	●	●	◐	◐	◐	Fit als Gestalt	Konzept. mit CS	◐	●	◐
8	Friedli et al. (2014)	●	◐	◐	○	◐	n.a.	Konzeptionell	◐	◐	○
9	Ferdows et al. (2016)	◐	○	○	●	●	Fit als Gestalt	Konzept. mit CS	○	●	◐
10	Scherrer & Deflorin (2017)	●	●	●	○	●	Fit als Match	Konzept. mit CS	◐	●	○
11	Pashaei und Olhager (2019)	●	○	◐	◐	◐	n.a.	Emp.-quantitativ	○	◐	○
12	Feldmann und Olhager (2019)	●	◐	◐	○	●	Fit als Gestalt	Konzept. mit CS	○	◐	◐
13	Christodoulou et al. (2019)	●	◐	◐	◐	●	Fit als Gestalt	Konzept. mit CS	○	◐	○
<b>Prozessmodelle</b>											
14	Christodoulou et al. (2007)	●	◐	◐	◐	○	n.a.	Konzeptionell	●	◐	○
15	Wagner & Nyhuis (2009)	◐	◐	○	◐	○	n.a.	Konzeptionell	●	●	◐
16	Wiezorrek (2017)	◐	●	◐	○	◐	n.a.	Konzeptionell	●	◐	○
17	Mengel (2017)	●	○	●	○	●	Fit als Match	Konzept. mit CS	●	◐	◐
18	Ays (2019)	●	●	○	◐	◐	n.a.	Konzept. mit CS	●	◐	◐
<b>Mathematische Modelle</b>											
19	Liu & Papageorgiou (2013)	◐	◐	◐	○	◐	n.a.	MILP	◐	○	●
20	Kouvelis et al. (2013)	◐	○	●	○	○	Fit als Mediation	Emp.-quantitativ	○	◐	◐
21	Moser (2014)	◐	◐	◐	◐	○	n.a.	MODM	◐	○	●
22	Prinz (2016)	◐	◐	○	◐	◐	n.a.	MODM	◐	○	●
<b>Kominierte Ansätze</b>											
23	Abele et al. (2008)	◐	○	◐	○	◐	Fit als Gestalt	Konzeptionell	●	◐	◐
24	Ude (2010)	●	○	◐	◐	○	n.a.	DES mit PROMTHEE	●	○	●
25	Varandani (2014)	◐	◐	○	◐	◐	n.a.	gen. Algorithmus	◐	◐	◐
26	Stoffel (2016)	◐	●	◐	◐	○	n.a.	AHP	●	●	◐
27	Moser (2017)	●	◐	◐	◐	◐	n.a.	Dyn. Optimierung	●	○	●
28	Sager (2018)	●	◐	◐	◐	○	n.a.	MILP	●	◐	●
29	Rittsteig (2018)	◐	●	○	●	○	n.a.	Regressionsanalyse	◐	●	◐
30	Gützlaff (2021)	●	○	◐	◐	◐	n.a.	DES	◐	◐	●
31	Fränken (2022)	◐	●	●	◐	○	n.a.	konzeptionell	●	●	◐
32	Auberger (2022)	●	●	○	◐	◐	n.a.	DES mit CS	●	○	●

## **3.2 Entscheidungsfindung in der industriellen Praxis**

Das vorangegangene Kapitel präsentiert den aktuellen Forschungsstand sowie das daraus resultierende Forschungsdefizit („Rigor“). Um den Anforderungen einer Praxis-relevanten Forschung nachzukommen („Relevance“), wird nun die Entscheidungsfindung in der Netzwerkkonfiguration in der Praxis untersucht. Kapitel 3.2.1 zeigt die Ergebnisse einer qualitativen Expertenbefragung, um die konkreten praktischen Herausforderungen herauszuarbeiten. Anknüpfend daran werden in Kapitel 3.2.2 Unterschiede in der Entscheidungsfindung und den betrachteten Entscheidungsfaktoren als auch deren Einfluss auf die Leistungsdimensionen von Unternehmen untersucht, um daraus Implikationen für den eigenen Lösungsansatz abzuleiten.

### **3.2.1 Qualitative Expertenbefragung**

Wie in Kapitel 3.1 beschrieben sind Entscheidungsmodelle zur Unterstützung der Netzwerkkonfiguration schon lange Gegenstand der Forschung. Es zeigt sich jedoch, dass diese Modelle bislang nur begrenzt Einzug in die industrielle Praxis halten. Dies legt die Schlussfolgerung nahe, dass bestehende Modelle den Anforderungen in der Praxis nicht genügen. Aus diesem Grund zielt die durchgeführte Studie darauf ab, die industrielle Entscheidungsfindung sowie die Anwendbarkeit von Entscheidungsunterstützungsmodellen zu analysieren. Zu diesem Zweck wird ein qualitatives Forschungsdesign mit semi-strukturierten Experteninterviews gewählt. Im Frühjahr 2021 wurden sechs Interviews mit Praktikern im Kontext der Gestaltung von GPN durchgeführt. Die Befragten leiten mehrere Produktionsstandorte oder sind in zentralen Funktionen für das Produktionsnetzwerk verantwortlich. Die ausgewählten Unternehmen müssen über mindestens drei global verteilte Produktionsstandorte verfügen und decken ein breites Spektrum an Branchen ab. (Khan et al. 2022, S. 522–523) Die Studie wurde im Rahmen einer Abschlussarbeit der Studentin Zara Khan durchgeführt, die vom Autor dieser Arbeit gemeinsam mit der Universität St.Gallen angeleitet und anschließend veröffentlicht wurde.

Die Studie zeigt, dass die industrielle Entscheidungsfindung einer Vielzahl von unterschiedlichen Einflussfaktoren unterliegt, welche in Abbildung 3-3 dargestellt sind. Dies bestätigt die von Ferdows (2018, S. 394) und Lanza et al. (2019, S. 838) proklamierte Multidimensionalität in der Entscheidungsfindung, woraus Ferdows (2018) letztlich eine Detailkomplexität schlussfolgert (vgl. Kapitel 1.2).

Einflussfaktoren der Entscheidungsfindung						
Erfahrung <b>67%</b>	Finanzieller Fokus <b>50%</b>	Politische Entscheidungen <b>34%</b>	Bauchgefühl <b>34%</b>	Business Strategie vs. Produktionsstrategie <b>34%</b>	Fehlende Netzwerkperspektive <b>17%</b>	Opportunistische Entscheidungsfindung <b>17%</b>

Abbildung 3-3: Einflussfaktoren bei der Entscheidungsfindung in der Praxis inkl. prozentualem Anteil der Nennung (Khan et al. 2022, S. 524)

Ein wesentlicher Treiber von Netzwerkentscheidungen sind und bleiben Kosten. Die Verlagerung eines Produkts, der Aufbau einer neuen Linie oder gar die Eröffnung eines neuen Standorts ist mit hohen Investitionen assoziiert, welche im Rahmen eines Business Cases bewertet werden. Dieser umfasst oft nur Kosten, wie es einer der Befragten zusammenfasst: *„Etwa 90 % sind Kosten [welche die Entscheidungsfindung beeinflussen]“ (Person D).* (Khan et al. 2022, S. 524)

Die Literatur zeigt jedoch, dass Netzwerkentscheidungen ebenfalls von vielen strategischen Faktoren, die oftmals schwer zu quantifizieren sind, beeinflusst werden. Schmenner (1979) resümiert daher in Bezug auf die Standortwahl: *„Es ist wichtig, die Kosten zu bewerten, aber sie sagen selten die ganze Wahrheit“* (Schmenner 1979, S. 126). Um diese Multidimensionalität und schwierige Bewertbarkeit der Einflussfaktoren zu beherrschen, berufen sich viele Entscheidungsträger auf ihr Bauchgefühl und implizites Erfahrungswissen. Insbesondere in Situationen, in denen Entscheidungen unter Zeitdruck gefordert sind oder eine vollständige Datengrundlage nicht möglich ist, werden Entscheidungen aus dem Bauch heraus getroffen: *„Wahrscheinlich ist in 80 Prozent der Fälle das Bauchgefühl auch richtig, denn mit der Erfahrung, die man hat, trifft man im Grunde schon relativ gute Entscheidungen“* (Person F). (Khan et al. 2022, S. 524)

Ferner zeigen die Studienergebnisse, dass Netzwerkentscheidungen meist stark durch Einzelpersonen gelenkt und getrieben werden. Insbesondere in größeren Unternehmen sind in Netzwerkentscheidungen oftmals unterschiedliche Interessensgruppen mit teilweise divergierenden Zielen involviert. Als Beispiel sei hier die Allokation von Elektrofahrzeugen im GPN von Automobilherstellern genannt. Da diese Produkte mit einer Zukunftsabsicherung einhergehen, ist ein „Zerren“ um die Produkte zwischen den Standorten zu beobachten. Die strategische Produktprojektleitung verfolgt das Ziel die Kosten des Fahrzeugprojekts zu reduzieren, wohingegen die Konzernstrategie die Gesamtkosten aller Fahrzeugprojekte betrachtet. Dieses Beispiel zeigt wie die Ziele unterschiedlicher Stakeholder in der Netzwerkentscheidung divergieren können. In solchen Entscheidungssituationen kann es daher passieren, dass

Netzwerkentscheidungen nicht gemäß einem globalen Optimum getroffen werden, sondern vielmehr im Sinne der Interessen einer Einzelperson aus dem Top-Management fallen. Die praktische Entscheidungsfindung ist daher stark durch unternehmenspolitische Einflussfaktoren und opportunistische Entscheidungsmuster geprägt. Eine gesamtheitliche Netzwerkperspektive fehlt. Ein Experte konstatiert daher: *„Es gibt [...] keinen wirklichen Blick auf das gesamte Netzwerk. Wie sollten wir investieren? Was wäre der richtige Ort? [...] Das wird immer noch ganz traditionell [gehandhabt]“* (Person C). (Khan et al. 2022, S. 524)

Dieses Bild der Entscheidungsfindung spiegelt sich auch in den angewendeten Entscheidungsunterstützungsmodellen wider. Abbildung 3-4 zeigt für die sechs Experteninterviews welche Art von Entscheidungsunterstützungsmodellen in der Netzwerkkonfiguration Anwendung finden. Es ist ersichtlich, dass **qualitative** Modelle in der Praxis wesentlich verbreiteter sind als **quantitative** Modelle. So verwendet mindestens die Hälfte der Befragten Frameworks oder Richtlinien. **Frameworks** sind graphische Entscheidungsmodelle, mit denen die Komplexität der Entscheidungssituation abstrahiert und auf wenige Dimension reduziert wird. Dies ermöglicht eine strukturierte Diskussion der Entscheidungsalternativen. Beispielhafte Anwendungen sind die Verteilung von Standortrollen. Auch **Richtlinien** geben der Entscheidungssituation eine Struktur. Beispielsweise werden Richtlinien in Form von Entscheidungsregeln genutzt, um Erfahrungswissen aus historischen Entscheidungen für neue Entscheidungen zu nutzen. Ferner werden Richtlinien in Form von Checklisten genutzt, um Entscheidungen standardisiert vorzubereiten. Sie ähneln damit den **Vorgehensmodellen**, indem sie bestimmte Phasen mit dedizierten Bedingungen vorgeben: *„Für die Fertigungsoptimierung haben wir Guidelines [Anmerkung des Autors: Richtlinien sind gemeint], die besagen, dass bestimmte Kriterien erfüllt werden müssen [...], aber im Prinzip ist es ein schrittweises Vorgehen. Was macht man zuerst? Was macht man als Zweites?“* (Person B). (Khan et al. 2022, S. 525)

Neben den bereits erwähnten Entscheidungsunterstützungen kommen vereinzelt auch **Literaturrecherchen** und **empirische Studien** zum Einsatz. Diese werden oftmals in einer vorbereitenden Phase zur Informationsgenerierung genutzt. Eine weitere Methodik ist die **Fallstudie**. So hat beispielsweise ein Experte beschrieben, wie im Rahmen einer Fallstudie untersucht wurde, inwiefern ein Produktionsnetzwerk von drei auf zwei Standorte konsolidiert werden kann. (Khan et al. 2022, S. 525)

Quantitative Entscheidungsunterstützungsmodelle finden in der Praxis weniger Anwendung. Ein Experte berichtet vom Einsatz von **Optimierungsmodellen** in der Make-or-Buy-Entscheidung: „[...] *zunächst einmal Make-or-Buy-Entscheidungen. Letztendlich ist das ein Optimierungsproblem. Wenn man sich einzelne Artikel anschaut, ist es immer relativ einfach. Wenn man dann Produktgruppen betrachtet, wird es komplexer*“ (Person A). (Khan et al. 2022, S. 525)

Experte	Qualitative Ansätze						Quantitative Ansätze		
	Framework	Richtlinien	Vorgehensmodell	Literaturrecherche	Empirische Studie	Fallstudie	Simulation	Optimierung	Mathematisches Modell
A	●	●	◐	◐	◐	◐	◐	●	●
B	●	●							
C			●			●			
D	●				◐				
E							◐		
F	◐	●	●	◐	●		●		

Genannt und Anwendung erläutert
  Genannt, aber Anwendung nicht explizit erläutert

Die dargestellten Nachweise beruhen auf den Wahrnehmungen der Interviewer. Die Tatsache, dass für ein bestimmtes Modell keine Belege für die Verwendung gefunden wurden, bedeutet nur, dass dieses Modell während der Interviews nicht auftauchte.

Abbildung 3-4: Nutzung von Entscheidungsunterstützungsmodellen in der Praxis (Khan et al. 2022, S. 525)

Die qualitativen Experteninterviews deuten an, dass die Entscheidungsfindung in der Gestaltung von GPNs bisweilen von Kosten dominiert wird. Intangible Faktoren wie politische Stabilität oder Qualifikationsniveau finden hingegen selten Berücksichtigung. Dies liegt an der Komplexität, die mit einer adäquaten Abbildung dieser Faktoren einhergeht. Somit finden quantitative Entscheidungsunterstützungsmodelle selten Anwendung. Vielmehr werden qualitative Modelle (wie bspw. Frameworks) genutzt, um die Entscheidungskomplexität zu reduzieren.

### 3.2.2 Quantitative Studie zur Entscheidungsfindung

Basierend auf den Erkenntnissen der qualitativen Experteninterviews wird eine quantitative Studie durchgeführt, um die Entscheidungsfindung sowie deren Einfluss auf die Entscheidungsqualität und damit letztlich die Unternehmensleistung tiefergehend zu untersuchen. Basierend auf den Ergebnissen der qualitativen Experteninterviews in Kapitel 3.1.1 werden in 3.1.2.1 Hypothesen entwickelt. Kapitel 3.1.2.2 beschreibt das gewählte Forschungsdesign zur Validierung der Hypothesen. Die Ergebnisse werden in Kapitel 3.1.2.3 präsentiert. Die nachfolgenden Ausführungen beruhen auf den Veröffentlichungen des Autors dieser Arbeit (Steier et al. 2023c; Steier et al. 2022b).

### 3.2.2.1 Hypothesenentwicklung

Im Rahmen der quantitativen Studie wird einerseits die Entscheidungsfindung in der strategischen Netzwerkgestaltung per se und andererseits deren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Unternehmens untersucht. Abbildung 3-5 fasst den Betrachtungsrahmen sowie die Hypothesen zusammen. Es wurden folgende sechs Hypothesen untersucht:

Netzwerkentscheidungen werden weitgehend auf der Grundlage von Kosten bewertet, während intangible Faktoren oft nur durch das subjektive Bauchgefühl der Manager berücksichtigt werden:

*(H1) Intangible Faktoren werden weniger systematisch berücksichtigt als tangible Faktoren.*

Wird einem intangiblen Faktor jedoch eine höhere Relevanz für die Entscheidungssituation zugeschrieben, steigen die Bemühungen, diesen explizit im Entscheidungsfindungsprozess durch ein Modell abzubilden:

*(H2) Je wichtiger intangible Faktoren wahrgenommen werden, desto systematischer werden sie berücksichtigt.*

Bei einer höheren zugesprochenen Relevanz von intangiblen Faktoren, kann davon ausgegangen werden, dass Unternehmen eine holistischere Bewertung der Entscheidungssituation vornehmen, wodurch auch bessere Entscheidungen getroffen werden. Typische Beispiele sind hier die Unterschätzung von Produktivitäts- oder Qualifikationsniveaus in Hoch- und Niedriglohnländern. So kann eine Verlagerung hin zu Niedriglohnländern zunächst wirtschaftlich vorteilhaft erscheinen. Eine niedrigere Produktivität sowie längere Anlernzeiten und höhere Qualitätskosten, die durch eine Unterschätzung des intangiblen Faktors Qualifikationsniveau entstehen, können dazu führen, dass eine Produktion im Hochlohnland wirtschaftlicher ist. Eine holistischere Bewertung unter Berücksichtigung der intangiblen Faktoren steigert somit die Leistungsfähigkeit des Netzwerks:

*(H3) Mit zunehmender wahrgenommener Relevanz von intangiblen Einflussfaktoren sind die Netzwerkfähigkeiten eines Unternehmens höher.*

Die Relevanz beschreibt jedoch nicht, wie Einflussfaktoren in den Entscheidungsprozess einbezogen werden. Dennoch korreliert die Relevanz von Einflussfaktoren häufig mit der Systematik, da eine hohe wahrgenommene Wichtigkeit

Entscheidungsträger dazu veranlasst, mehr Aufwand in die Analyse des entsprechenden Faktors zu stecken.

*(H4) Unternehmen, die intangible Einflussfaktoren systematisch berücksichtigen, erreichen höhere Netzwerkfähigkeiten.*

Durch die verbesserte Entscheidungsgrundlage verbessern sich nicht nur die Netzwerkfähigkeiten, sondern letztlich die gesamte Unternehmensleistung:

*(H5) Mit zunehmender wahrgenommener Relevanz von intangiblen Einflussfaktoren verbessert sich die Leistungsfähigkeit stärker.*

*(H6) Unternehmen, die systematisch intangible Einflussfaktoren berücksichtigen, verbessern ihre Leistungsfähigkeit.*

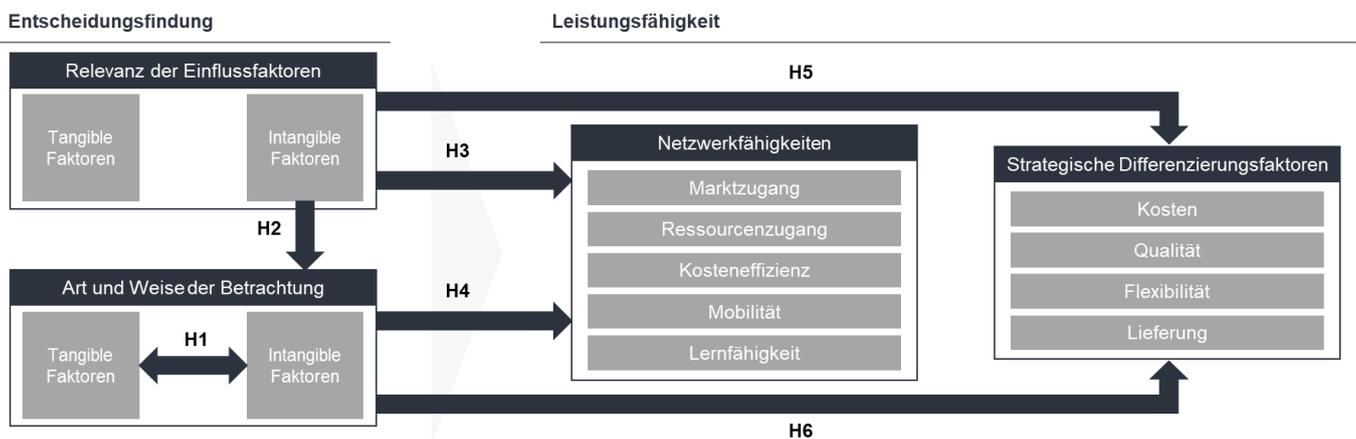


Abbildung 3-5: Betrachtungsrahmen der quantitativen Studie und Hypothesen (in Anlehnung an Steier et al. 2022b, S. 4 und Steier et al. 2023c, S. 3)

### 3.2.2.2 Forschungsdesign

Das Forschungsdesign folgt einem hypothetisch-deduktiven Vorgehen, um die zuvor festgelegten Hypothesen zu prüfen. Die Analyse stützt sich auf Primärdaten, die mit einem quantitativen Fragebogen (siehe Anhang A.2.1) erhoben wurden. Die Datenerhebung fand von Juni bis Dezember 2021 statt. Es nahmen 21 Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes teil, wobei es sich bei den meisten um große Unternehmen mit einem global verteilten Produktionsnetzwerk handelt. Um eine hohe Inhaltsvalidität zu gewährleisten, wurde der Fragebogen an Vertreter des mittleren und höheren Managements im Bereich Produktion und Supply Chain Management adressiert. Beispielhafte

Rollen sind hier Vice President Operations, Head of Global Production und Head of Global Supply Chain Management.

Die Entscheidungsfindung wird durch die wahrgenommene Relevanz von Einflussfaktoren sowie durch die Systematik der Berücksichtigung der Einflussfaktoren charakterisiert. Die **Relevanz von Einflussfaktoren** beschreibt die Gewichtung, die Entscheidungsträger einem Einflussfaktor beimessen. Sie wird mit einer 7-stufigen Likert-Skala operationalisiert und ist daher metrisch skaliert. Die analysierten Einflussfaktoren werden in die Gruppen **tangible** und **intangible** Einflussfaktoren unterteilt und sind in Anhang A.2.2 aufgelistet. Die intangiblen Faktoren werden den übergeordneten Gruppen Markt, Logistik, Menschen & Kultur, politische & rechtliche Faktoren, Produkt und Prozess zugeordnet (Anhang A.2.3).

Diese Einflussfaktoren können auf unterschiedliche Art und Weise (**Systematik der Berücksichtigung**) in den Entscheidungsprozess einbezogen werden. Im einfachsten Fall werden diese in der Entscheidungsbewertung explizit ausgeschlossen oder implizit durch das **Bauchgefühl und die Erfahrung** der Entscheidungsträger berücksichtigt. Wie in der qualitativen Expertenbefragung in Kapitel 3.2.1 dargelegt, ist dies oftmals in der Praxis zu beobachten, da eine adäquate Abbildung intangibler Faktoren mit einem erheblichen Aufwand einhergeht. Neben diesen impliziten Ansätzen existieren Entscheidungsunterstützungsmodelle, die den Entscheidungskontext strukturieren und Informationen über die Auswirkungen verschiedener Entscheidungsalternativen liefern (Clark & Scott 1995). Diese unterscheiden sich in Hinblick auf ihre Komplexität und ihre Aussagekraft (Nguyen et al. 2018). **Nutzwertmodelle** bestechen durch ihre Einfachheit, unterliegen aber einer hohen Subjektivität. Zudem berücksichtigen sie keine Interdependenzen und kausalen Wechselwirkungen zwischen Einflussfaktoren, Entscheidungsparametern und Zielen. **Fallstudien** hingegen nehmen eine ganzheitliche Sichtweise ein, sind aber auch mit Subjektivität und hohem Aufwand verbunden. **Analytische Modelle** formalisieren Interdependenzen durch mathematische Modelle, Simulationen oder Optimierungsmodelle (siehe Kapitel 3.2.1) und bieten das höchste Unterstützungspotenzial (Lanza et al. 2019). Abbildung 3-6 fasst die verschiedenen Ansätze zusammen. In der Studie werden diese fünf Arten der Einbeziehung als Nominalskala erfasst.

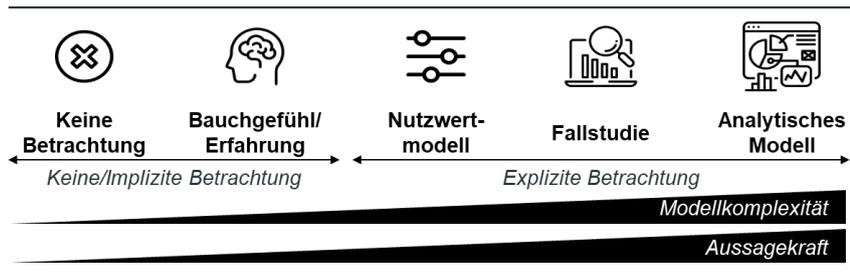


Abbildung 3-6: Art und Weise der Berücksichtigung von Einflussfaktoren in der Entscheidungsfindung (Steier et al. 2022b, S. 3)

Um die Auswirkungen der Entscheidungsfindung auf die Unternehmensleistung zu bewerten, wird das Konzept der Netzwerkfähigkeiten und Differenzierungsfaktoren nach Friedli et al. (2014) genutzt (vgl. Kapitel 2.1.2.2). Die Netzwerkfähigkeiten bzw. Differenzierungsfaktoren werden mit einer 7-Punkte-Likert-Skala operationalisiert und sind somit metrisch skaliert (vgl. Anhang A.2.4 und A.2.5).

### 3.2.2.3 Ergebnisse

Bevor auf die Ergebnisse zu den Hypothesen eingegangen wird, wird die deskriptive Statistik zur Relevanz und Systematik der Betrachtung in Abbildung 3-7 diskutiert.

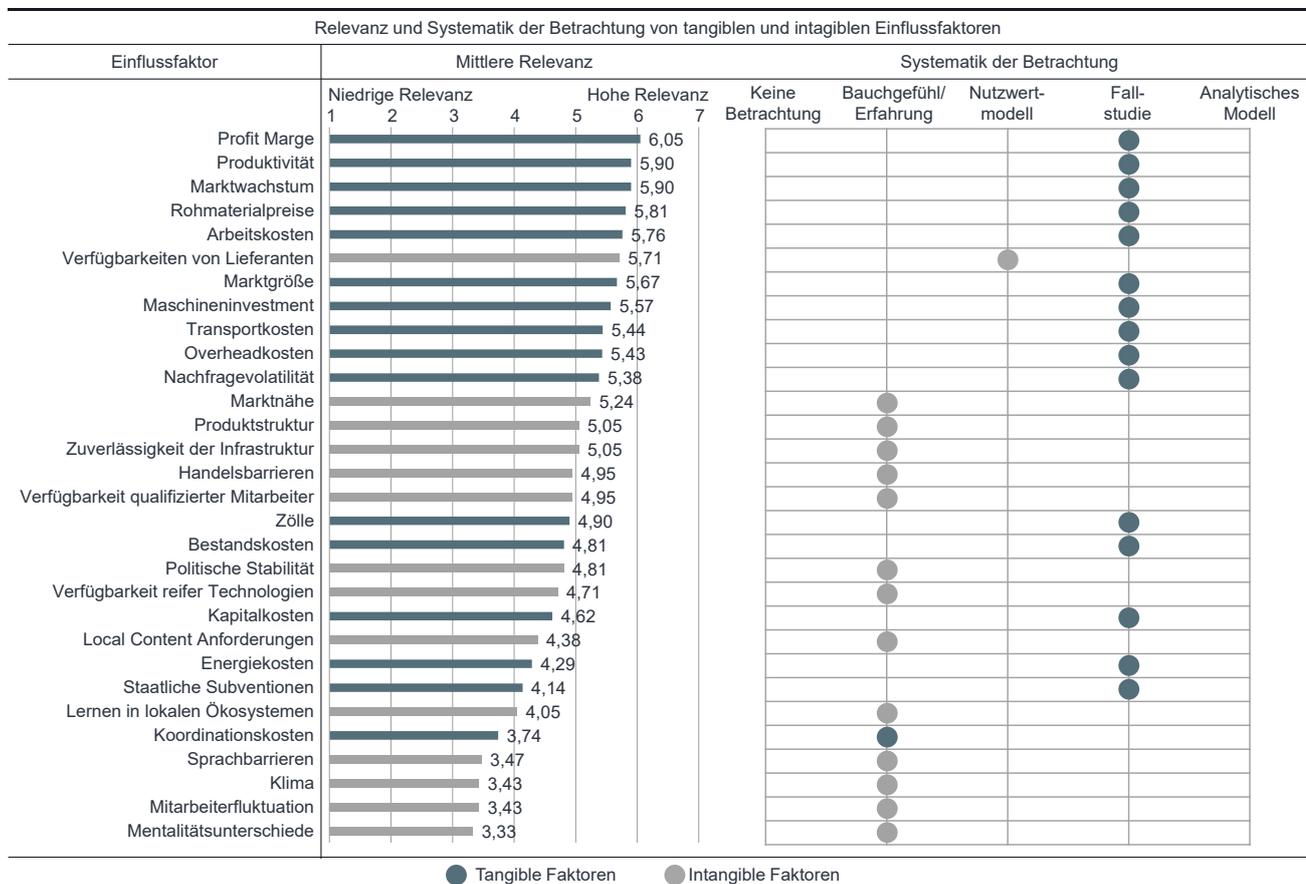


Abbildung 3-7: Relevanz und Systematik der Betrachtung von Einflussfaktoren

Abbildung 3-7 zeigt auf der linken Seite für die 30 bewerteten Einflussfaktoren die mittlere Relevanz je Einflussfaktor über die 21 Studienteilnehmer. Auf der rechten Seite ist der Modalwert (also der am häufigsten genannten Wert in der Stichprobe) für die Systematik der Betrachtung je Einflussfaktor dargestellt. Demnach hat bspw. die Profit Marge, die höchste mittlere Relevanz über alle Studienteilnehmer. Ferner gaben die meisten Studienteilnehmer an, die Profit Marge durch eine Fallstudie zu bewerten. Die Abbildung bestätigt die Aussage der Expertenbefragung in Kapitel 3.2.1, dass **Kosten** eine **dominierende Rolle** in der Entscheidungsfindung einnehmen. Gleichzeitig zeigt sich aber auch, dass weiche Faktoren, wie **Lieferantenverfügbarkeit, Marktnähe, Produktstruktur, Infrastrukturzuverlässigkeit, Handelsbarrieren** und **Verfügbarkeit qualifizierter Mitarbeiter** eine hohe Relevanz haben. Auch wird ersichtlich, dass tangible Faktoren meist durch Fallstudien betrachtet werden, wohingegen weiche Faktoren vornehmlich durch Bauchgefühl und Erfahrung inkludiert werden, was zur Bewertung der ersten Hypothese überleitet.

### (H1) Intangible Faktoren werden weniger systematisch berücksichtigt als tangible Faktoren

Zur Überprüfung der ersten Hypothese wird eine Kontingenzanalyse durchgeführt. Als unabhängige Variable wird die Gruppenzuordnung zu intangiblen Einflussfaktoren bzw. tangiblen Einflussfaktoren genutzt. Die abhängige Variable stellt die Art und Weise der Berücksichtigung dar, wobei keine Berücksichtigung und Bauchgefühl der Gruppe **implizite Berücksichtigung** zugeordnet werden. Nutzwertanalyse, Fallstudie und analytisches Modell hingegen werden der Gruppe **explizite Berücksichtigung** zugeordnet (vgl. Abbildung 3-6). Für die Nullhypothese wird keine Korrelation angenommen.

Tabelle 3-2: Kreuztabelle und Ergebnisse des Fisher Exact Tests

Gruppenstatistik Kreuztabelle						
	Implizite Betrachtung		Explizite Betrachtung			Total
	Keine Betrachtung	Bauchgefühl	Nutzwertmodelle	Fallstudie	Analytisches Modell	
Intangible Faktoren	2	12	3	4	0	21
Tangible Faktoren	3	1	2	14	1	21
Total	5	13	5	18	1	42

Fisher-Freeman-Halton Exact Test		
Wert	Exakte Signifikanz (2-seitig)	N Anzahl Fälle
16.888	<.001	42

Tabelle 3-2 zeigt die Kreuztabelle mit intangiblen bzw. tangiblen Faktoren als Zeilen und die Art der Berücksichtigung als Spalten. Es zeigt sich, dass tangible Faktoren vornehmlich in Fallstudien explizit berücksichtigt werden, wobei intangible Faktoren implizit durch das Bauchgefühl der Entscheidungsträger inkludiert werden. Aufgrund der geringen Stichprobengröße der Studie mit nur 21 unabhängigen Datensätzen (N=42, da je Datensatz 2 Datenpunkte für tangible und intangible Faktoren vorliegt) wird der Fisher-Exact-Test durchgeführt. Mit einem p-Wert  $< 0,001$  kann bei einem Signifikanzniveau von 5% eine statistische Abhängigkeit zwischen der Art der Einflussfaktoren und der Berücksichtigung dieser festgestellt werden. Somit kann die Nullhypothese verworfen und die Hypothese, dass intangible Faktoren weniger systematisch berücksichtigt werden als tangible Faktoren, bestätigt werden.

## **(H2) Je wichtiger intangible Faktoren wahrgenommen werden, desto systematischer werden sie berücksichtigt**

Zur Verifizierung von H2 wird ein zweiseitiger t-Test und eine Diskriminanzanalyse durchgeführt. Der zweiseitige t-Test überprüft, ob die Mittelwerte zweier Gruppen signifikant voneinander abweichen. Hierbei werden lediglich die als intangibel kategorisierten Einflussfaktoren betrachtet. Diese wurden entweder der Gruppe **implizite Berücksichtigung** oder **explizite Berücksichtigung** zugeordnet. Bei 21 Studienteilnehmern und 13 intangiblen Faktoren ergibt sich damit ein Stichprobenumfang n von 273. Die Gruppenstatistik in Anhang A.2.6 zeigt, dass Einflussfaktoren, die explizit berücksichtigt werden, auch mit einer um 1,53 Punkten höheren Relevanz assoziiert werden (p-Wert  $< 0,001$ ). Dieser signifikante Zusammenhang wird ebenfalls durch die Diskriminanzanalyse bestätigt. Hierbei wird basierend auf metrischen Charakteristiken auf eine Gruppenzuordnung geschlossen (Backhaus et al. 2016). In diesem Fall wird die Relevanz als Metrik genutzt, um den intangiblen Einflussfaktor der Gruppe implizit bzw. explizit zuzuordnen. Mit einem Wert von  $p < 0,001$  kann auf einem Signifikanzniveau von 5 % ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Relevanz und der Gruppenzugehörigkeit attestiert werden. Wie aus Anhang A.2.7 ersichtlich, kann mit einer Wahrscheinlichkeit von 71,8 % die richtige Gruppe anhand der Relevanz zugeordnet werden. Die Hypothese, dass intangible Faktoren umso systematischer berücksichtigt werden, je wichtiger sie wahrgenommen werden, kann somit durch die Daten der empirischen Studie gestützt werden.

### (H3) Mit zunehmender wahrgenommener Relevanz von intangiblen Einflussfaktoren sind die Netzwerkfähigkeiten eines Unternehmens höher

Zur Überprüfung von H3 wird eine Regressionsanalyse mit der **Relevanz des Einflussfaktors** als unabhängige Variable und den **Netzwerkfähigkeiten** als abhängige Variable durchgeführt. Auch wenn das Punkte-Diagramm in Anhang A.2.8 eine positive Korrelation impliziert, kann diese nicht statisch signifikant bestätigt werden (p-Wert = 0,321). Werden jedoch einzelne Einflussfaktorgruppen betrachtet, lassen sich signifikante Zusammenhänge identifizieren. So zeigen die Faktorgruppen **Logistik, politische & rechtliche Faktoren** und **Prozessfaktoren** jeweils eine positive Korrelation zur Netzwerkfähigkeit **Lernen** (p-Wert = 0,011 bzw. p-Wert = 0,033 bzw. p-Wert = 0,012, siehe Anhang A.2.9).

### (H4) Unternehmen, die intangible Einflussfaktoren systematisch berücksichtigen, erreichen höhere Netzwerkfähigkeiten

Für H4 lassen sich aus der deskriptiven Statistik (arithmetisches Mittel der Gruppen) Unterschiede in den Netzwerkfähigkeiten für die zwei Gruppen **implizite** und **explizite Berücksichtigung** feststellen (Abbildung 3-8). Die Statistik impliziert, dass Unternehmen, die intangible Faktoren explizit berücksichtigen, höhere Netzwerkfähigkeiten erreichen. Die größten Verbesserungen lassen sich bei den Netzwerkfähigkeiten **Zugang zu Ressourcen, Mobilität** und **Lernen** feststellen. Diese Zusammenhänge können jedoch nicht durch einen zweiseitigen t-Test bestätigt werden (p-Wert = 0,297, siehe Anhang A.2.10).

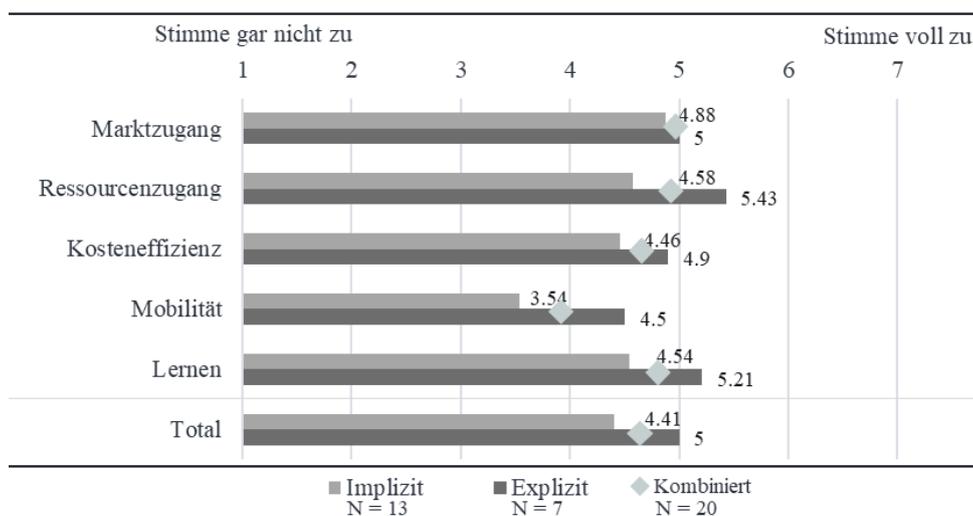


Abbildung 3-8: Netzwerkfähigkeiten für die Gruppen der impliziten und expliziten Betrachtung intangibler Faktoren

### (H5) Mit zunehmender wahrgenommener Relevanz von intangiblen Einflussfaktoren verbessert sich die Leistungsfähigkeit stärker

Analog zu H 3 werden zur Verifizierung der H 5 Regressionsanalysen durchgeführt. Bei der Betrachtung des Mittelwerts für die Relevanz aller intangiblen Einflussfaktoren und des Mittelwerts der strategischen Differenzierungsfaktoren zeigt sich, dass mit steigender Relevanz, die den intangiblen Faktoren zugesprochen wird, die Leistungsfähigkeit des Unternehmens sich in den letzten Jahren verbessert hat. Dieser Zusammenhang kann ebenfalls durch eine Regressionsanalyse mit einem p-Wert von 0,091 bestätigt werden (siehe Anhang A.2.11). Auch auf Einzelfaktorenebene sind statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen der Relevanz und den strategischen Differenzierungsfaktoren zu beobachten (siehe Abbildung 3-9).

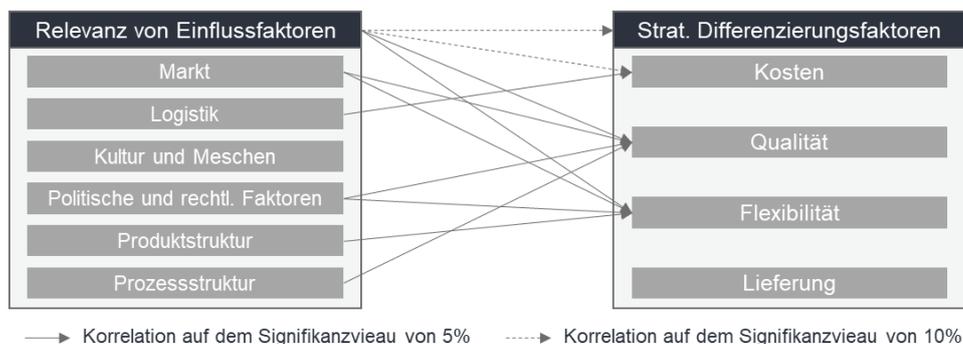


Abbildung 3-9: Regressionsergebnisse zwischen Relevanz von Einflussfaktoren und strategischen Differenzierungsfaktoren

### (H6) Unternehmen, die systematisch intangible Einflussfaktoren berücksichtigen, verbessern ihre Leistungsfähigkeit

Zur Verifikation von H6 wird ein t-Test verwendet. Die unabhängige Variable ist wieder die Gruppenzuordnung, die abhängige Variable stellt die Unternehmensperformance dar. Mit einem p-Wert von 0,006 zeigt sich, dass Unternehmen, die intangible Faktoren explizit in der Entscheidungsfindung mit einbeziehen, eine stärkere Verbesserung der strategischen Differenzierungsfaktoren verzeichnen. Die Teststatistik ist Anhang A.2.12 zu entnehmen. Abbildung 3-10 zeigt für die vier strategischen Differenzierungsfaktoren die Gruppenunterschiede. Insbesondere für den strategischen Differenzierungsfaktor **Lieferfähigkeit** zeigt sich mit 1,28 Punkten ein erheblicher Unterschied gegenüber der Gruppe, die intangible Faktoren lediglich implizit berücksichtigt.

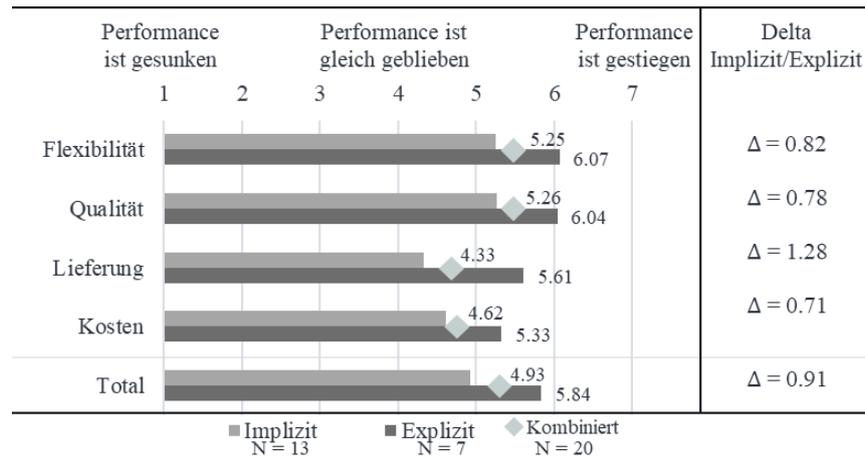


Abbildung 3-10: Entwicklung der strategischen Differenzierungsfaktoren für die Gruppen der impliziten und expliziten Betrachtung intangibler Faktoren

### 3.3 Zwischenfazit

Nachdem der Forschungsstand in Kapitel 3.1 und die aktuelle Entscheidungsfindung in der industriellen Praxis in Kapitel 3.2 untersucht wurde, werden die Ergebnisse in diesem Kapitel gegenübergestellt und ein Zwischenfazit gezogen.

Derzeit existiert kein Ansatz, der die Netzwerkkonfiguration mit allen Teilentscheidungen auf Netzwerk- und Standortebeine sowie deren gegenseitigen Wechselwirkungen (Verbundeffekte) umfassend abbildet. In der Praxis behilft man sich, indem entweder qualitative Entscheidungsunterstützungsmodelle verwendet werden, die zwar eine holistische Abbildung des Entscheidungsproblems ermöglichen, aber durch die hohe Aggregation die Darstellung von Wechselwirkungen vernachlässigen oder quantitative Modelle verwendet werden, die auf einen konkreten Teilaspekt eingegrenzt sind (siehe Kapitel 3.2.1). Die Lösung dieser Problematik wird durch Forschungsfrage 1 adressiert.

Ferner mangelt es an einem Ansatz, der die relevanten Einflüsse aus der Strategie und der Umwelt in der Netzwerkkonfiguration aufzeigt und umfassend in die Entscheidungsfindung miteinbezieht. Aufgrund dieses Defizits, finden Entscheidungsunterstützungsmodelle in der industriellen Praxis nur selten Anwendung (siehe Kapitel 3.2.1). Meist werden dann auch nur Kostenaspekte berücksichtigt und andere Aspekte aus Strategie und Umwelt vernachlässigt, wodurch Forschungsfrage 2 nochmals verifiziert wird.

Insbesondere fehlt es an einem Ansatz, der eine systematische Bewertung der qualitativen Faktoren in der Entscheidungsfindung im Sinne des strategischen Fits erlaubt. Die Experteninterviews zeigen, dass der strategische Fit zwar eine hohe Relevanz hat. In Ermangelung adäquater Modelle werden qualitative Faktoren weniger systematisch

als quantitative Faktoren berücksichtigt. Dies zeigt ebenfalls die Studie in Kapitel 3.2.2 mit einem Signifikanzniveau von  $p < 0,001$  (Hypothese 1). Forschungsfrage 3 widmet sich genau dieser Bewertungsproblematik.

Letztlich mangelt es in der Forschung an einem Ansatz, der unter Berücksichtigung des strategischen Fits zu Strategie und Umwelt passende Gestaltungsempfehlungen für die Netzwerkkonfiguration ableitet. Dieses Defizit ist auch in der Praxis evident. Dennoch zeigt sich auch, dass mit zunehmender wahrgenommener Relevanz der Einflussfaktoren, die Entscheidungsträger bemüht sind, eine systematische Bewertungsgrundlage zu schaffen (Hypothese 2). Dies verdeutlicht den Bedarf in der Praxis für einen solchen Ansatz. Zudem implizieren die Ergebnisse, auch wenn nicht alle eine statistische Signifikanz aufweisen, dass durch eine höhere wahrgenommene Relevanz qualitativer Faktoren, als mittelbarer Einfluss auf die Entscheidungsfindung (Hypothese 3 und 5), sowie durch eine systematischere Berücksichtigung qualitative Faktoren, als unmittelbarer Einfluss auf die Entscheidungsfindung (Hypothese 4 und 6), die Leistungsfähigkeit des Netzwerk gesteigert werden kann. Dies ist dadurch zu begründen, dass eine höhere Relevanz bzw. eine systematische Berücksichtigung zu besseren Netzwerkentscheidungen führen, da explizit der strategische Fit in den Vordergrund der Bewertung gestellt wird. Die besseren Entscheidungen spiegeln sich dann in einer höheren Leistungsfähigkeit wieder. Diese Erkenntnis motiviert nochmals Forschungsfrage 4. Abbildung 3-11 fasst die Gegenüberstellung von Forschung und Praxis zusammen.

Forschungsdefizit	Erkenntnisse aus der Praxis	Adressiert durch Forschungsfrage
Die Netzwerkkonfiguration mit ihren Teilentscheidungen auf Netzwerk- und Standort sowie deren Wechselwirkungen werden nicht umfassend abgebildet.	Entweder werden qualitative Modelle verwendet, die zwar eine holistische Abbildung ermöglichen, aber keine Wechselwirkungen aufzeigen oder es werden quantitative Modelle verwendet, die sich auf Teilaspekte konzentrieren	<b>1</b> Aus welchen <b>Teilentscheidungen</b> besteht die Netzwerkkonfiguration und <b>wie</b> lassen sich diese <b>systematisieren</b> ?
Die relevanten Einflüsse aus der Strategie und der Umwelt werden nicht umfassend aufgezeigt und in die Entscheidungsfindung miteinbezogen.	In der Praxis werden grundsätzlich selten analytische Modelle für die Entscheidungsfindung verwendet. Wenn analytische Modelle verwendet werden, werden insbesondere Kostenaspekte herangezogen.	<b>2</b> Welche <b>Elemente</b> aus der <b>Strategie</b> und <b>Umwelt</b> beeinflussen die Netzwerkkonfiguration?
Es erfolgt keine systematische Bewertung des Fits der Netzwerkkonfiguration zu den unterschiedlichen (quantitativen und qualitativen) Einflüssen aus Strategie und Umwelt.	Der strategische Fit hat eine hohe Relevanz in der Praxis. In Ermangelung an passenden Ansätzen werden jedoch qualitative Faktoren weniger systematisch, sondern eher durch Managerial Judgment und Bauchgefühl einbezogen.	<b>3</b> Wie kann der <b>strategische Fit</b> in der Netzwerkkonfiguration <b>bewertet</b> werden?
Die Ableitung von Gestaltungsempfehlungen für die Netzwerkkonfiguration berücksichtigt unzureichend den strategischen Fit zu Strategie und Umwelt.	Der Einsatz in der Praxis ist sehr limitiert. Mit höherer wahrgenommener Relevanz steigen aber die Bemühungen einer systematischen Berücksichtigung. Dies führt dazu, dass bessere Entscheidungen getroffen werden, wodurch auch die Leistungsfähigkeit des GPN steigt, und motivieren eine umfassende Betrachtung des strategischen Fits.	<b>4</b> Wie kann basierend auf den strategischen Zielen und der Unternehmensumwelt eine <b>passende</b> („fitting“) Netzwerkkonfiguration abgeleitet werden?

Abbildung 3-11: Gegenüberstellung des Forschungsdefizits und der Erkenntnisse aus der Praxis

Die Gegenüberstellung zeigt nochmals die Relevanz der Problemstellung einer strategischen Netzwerkkonfiguration sowohl in der Forschung als auch der Praxis. Zudem lassen sich für den eigenen Ansatz **zwei zentrale Implikationen** ableiten:

- (1) Der positive Einfluss der Einbeziehung qualitativer Faktoren aus Strategie und Umwelt auf die Leistungsfähigkeit des GPN bekräftigen das Konzept des **strategischen Fits**. Der eigene Ansatz muss daher die multilaterale Stimmigkeit von **Netzwerkkonfiguration, Strategie** und **Umwelt** zum Kern haben.
- (2) Aufgrund der Vielzahl von Teilentscheidungen, Einflüssen und Wechselwirkungen kann diese multilaterale Stimmigkeit nur erreicht werden, wenn sowohl auf **Standort-** als auch **Netzwerkebene** der strategische Fit integriert betrachtet wird.

Das folgende Kapitel zeigt die Konzeption des eigenen Ansatzes unter Berücksichtigung dieser zwei zentralen Implikationen.

## 4 Konzeption der Methodik

Vor dem Hintergrund der Zielstellung, des Defizit in Forschung und Praxis und der daraus abgeleiteten Implikationen wird nun das Konzept des eigenen Ansatzes vorgestellt. Es wird zunächst in Kapitel 4.1 der grundlegende Lösungsansatz präsentiert, an welchen die Konzeption in Kapitel 4.2 anknüpft.

### 4.1 Grundlegender Lösungsansatz

Der Lösungsansatz beruht entsprechend der **Implikation (1)** auf dem strategischen Fit zwischen **Netzwerkconfiguration**, **Strategie** und **Unternehmensumwelt**, welcher die durch Skinner (1969) begründete Anwendung der Kontingenztheorie auf das Produktionsmanagement darstellt. Dies bedeutet, dass zwischen diesen drei Elementen eine multilaterale Stimmigkeit vorliegen muss. Der Zusammenhang zwischen Strategie und Netzwerkstruktur folgt der Hypothese nach Chandler (1962), welche als „Structure follows Strategy“ bezeichnet wird. Demnach legen Unternehmen zunächst ihre strategischen Ziele fest. Basierend darauf wird die Struktur angepasst, um diese Ziele bestmöglich zu unterstützen. Der Zusammenhang zwischen Struktur und Umwelt wird auch als environmental fit bezeichnet und postuliert, dass Strukturen eine Kongruenz zur Umwelt aufweisen müssen. (Miller 1992, S. 159)

Gemäß der **Implikation (2)** folgt der Ansatz einer **integrierten Betrachtung** von **Netzwerk-** und **Standortebene**. So müssen die Standorte per se eine Konfiguration realisieren, die im Einklang mit der standortspezifischen Strategie und den lokalen Umweltbedingungen steht. Gleichsam muss die Konfiguration über alle Standorte hinweg ein synergetisches Bild ergeben (Friedli et al. 2014, S. 63) und die Interaktion zwischen Netzwerk- und Standortfähigkeiten berücksichtigen (Colotla et al. 2003, S. 1201–1202).

Beide Implikationen münden in den in Abbildung 4-1 visualisierten zugrundeliegenden Lösungsansatz. Demnach müssen Unternehmen zunächst auf einer aggregierten **Netzwerkebene** Transparenz über die aktuelle **Netzwerkstrategie** sowie über die Charakteristika der Unternehmensumwelt, in der sie interagieren, schaffen (Ist-Zustand). Zur Abgrenzung der lokalen Standortumwelt wird der Begriff der **Makroumwelt** auf Netzwerkebene verwendet. Charakteristika der Makroumwelt umfassen die Heterogenität von Märkten, Branchenspezifika sowie Produkt- und Prozesseigenschaften. Die Netzwerkstrategie beschreibt die strategischen Fähigkeiten des Netzwerks wie bspw. Marktzugang, Effizienz oder Flexibilität, die sich wiederum aus der

Unternehmensstrategie ableiten lassen (Friedli et al. 2014, S. 67–75). Dabei kann es hilfreich sein, Sub-Netzwerke zu bilden (markiert mit gestrichelten Linien im oberen Teil von Abbildung 4-1), um das Entscheidungsproblem in Teilentscheidungen zu zerlegen und somit die Komplexität zu reduzieren (Ferdows et al. 2016, S. 72). Basierend auf dem anvisierten Soll-Zustand der Netzwerkstrategie und der Makroumwelt lassen sich strategisch passende **Phänotypen** ableiten. Diese dienen als Leitplanken, um die Konfiguration auf **Standortebene** auszugestalten. Hier muss die lokale **Standortumwelt** berücksichtigt werden, die bspw. Restriktionen wie Mitarbeiterverfügbarkeit oder Local Content Bestimmungen aufweisen kann. Die standortspezifische **Konfiguration** impliziert wiederum strategische Fähigkeiten auf Standortebene (**Standortstrategie**) und damit den Beitrag zu den strategischen Netzwerkzielen. Dadurch ergibt sich ein iterativer Anpassungsprozess, in welchem die Konfiguration kontinuierlich an Strategie und Umweltveränderungen angepasst wird. Dieser kontinuierliche Anpassungsprozess steht damit auch im Einklang mit dem in Kapitel 1.4.1 präsentierten situativen Ansatz der Kontingenztheorie.

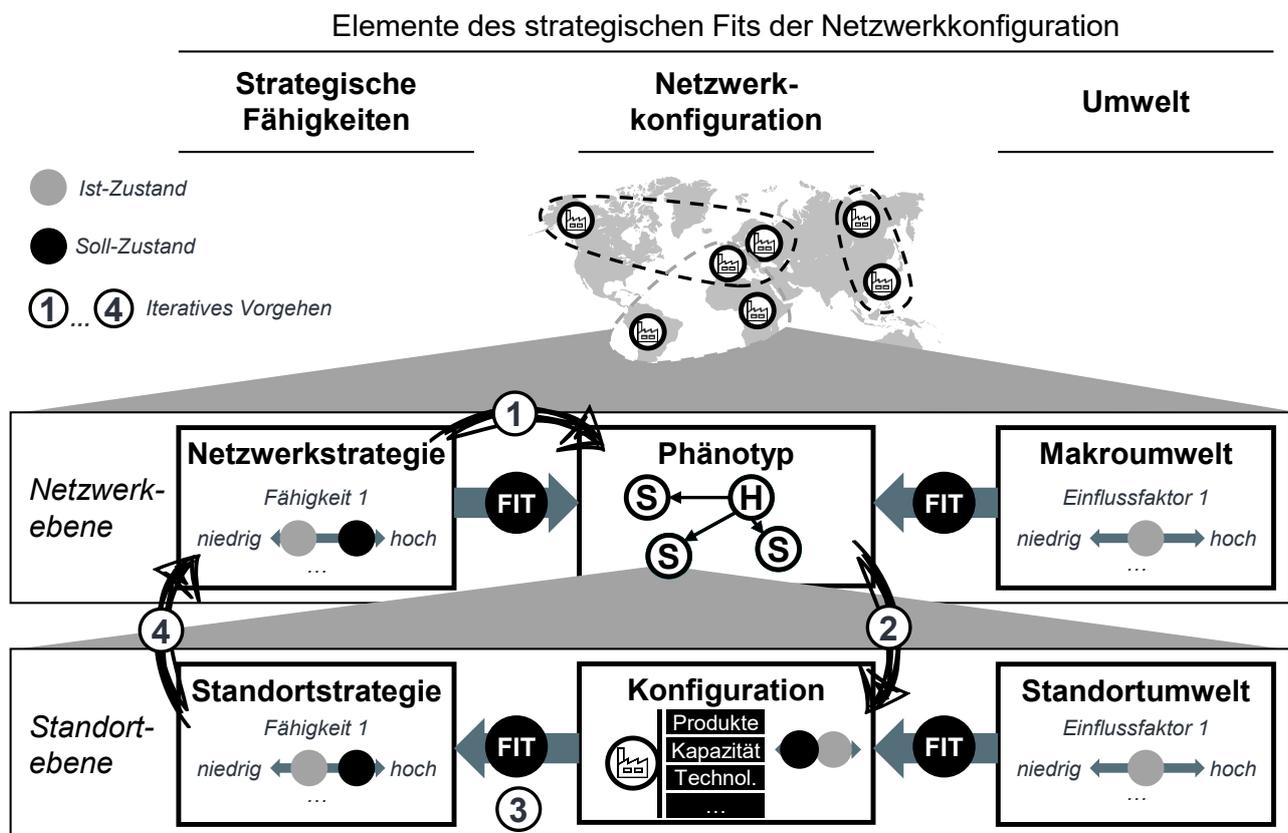


Abbildung 4-1: Visualisierung des grundlegenden Lösungsansatzes

## 4.2 Lösungskonzept

Dem Lösungsansatz aus Kapitel 4.1 folgend wird ein Entscheidungsunterstützungsmodell entwickelt, welches Anwender zur Ableitung einer zur Strategie und Umwelt passenden Netzwerkconfiguration befähigen soll. Das Entscheidungsunterstützungsmodell besteht aus **vier Partialmodellen**, die jeweils die in Kapitel 1.4.2 formulierten und in Kapitel 3 in der Forschung und Praxis verifizierten Forschungsfragen adressieren sollen. Abbildung 4-2 visualisiert die vier Partialmodelle sowie die korrespondierenden Forschungsfragen.

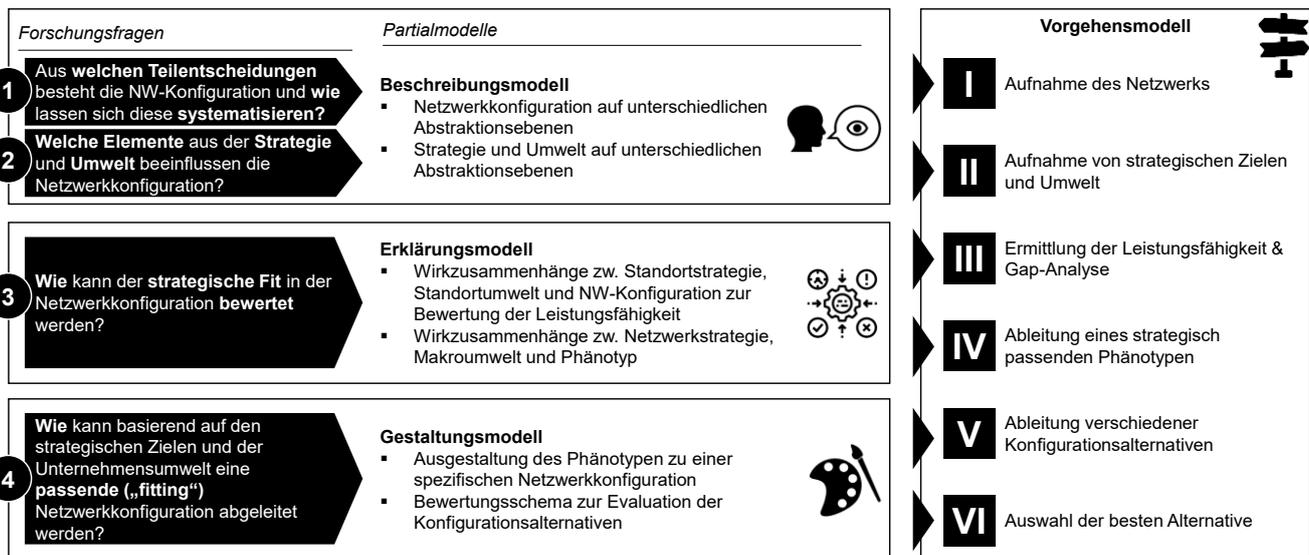


Abbildung 4-2: Partialmodelle sowie korrespondierende Forschungsfragen

Das **Beschreibungsmodell** dient der systematischen Erfassung und Beschreibung des heuristischen Bezugsrahmens und adressiert damit die ersten beiden Forschungsfragen. Der Gestaltungsbereich bildet dabei die Netzwerkconfiguration mit ihren Teilentscheidungen. Dieser wird beeinflusst durch die Strategie und die Unternehmensumwelt, welche den Betrachtungsbereich darstellen. Dabei wird, wie im grundlegenden Lösungsansatz im vorangegangenen Kapitel beschrieben, zwischen Netzwerk- und Standortperspektive unterschieden, um unterschiedliche Aggregationsstufen im Modell abdecken zu können. Zunächst wird die Literatur analysiert und Teilentscheidungen extrahiert. Anschließend wird jeweils eine morphologische Analyse auf Netzwerk- und Standortebene durchgeführt, um beschreibende Elemente herauszuziehen. Mithilfe dieser lassen sich wiederum Netzwerk-Phänotypen ableiten. Die Produktionsstrategie wird durch strategische Fähigkeiten operationalisiert. Somit folgt das zugrundeliegende Strategieverständnis Mintzbergs (1987) Sichtweise „Strategie als Position“, da durch

die strategischen Fähigkeiten eine anzustrebende Position als Ziel des unternehmerischen Handelns definiert wird. Unternehmerisches Handeln kann hierbei als die gestalterische Managemententscheidung hinsichtlich der Netzwerkkonfiguration aufgefasst werden. Als drittes Element des zuvor definierten Bezugsrahmens wird die Unternehmensumwelt beschrieben. Mithilfe von Literaturanalysen und quantitativen Umfragen werden relevante Einflussfaktoren identifiziert. Über Heterogenitäts- bzw. Homogenitätsgrade lassen sich Einflussfaktoren auf Standortebene zur Netzwerkebene aggregieren (vgl. Kapitel 5.1).

Zur Erfassung des Fits zwischen Strategie, Umwelt und Netzwerkkonfiguration (Forschungsfrage 3) wird ein **Erklärungsmodell** entwickelt. Die gefundenen Zusammenhänge dienen einerseits der Analyse der Leistungsfähigkeit je Standort und des gesamten Netzwerks, welche einem Bottom-up-Ansatz folgt. Andererseits sollen sie Empfehlungen für einen strategisch passenden Netzwerk-Phänotypen geben, der dann in einem Top-Down-Strategieentwicklungsprozess weiter ausdetailliert wird. Zunächst werden mithilfe der Methode des vernetzten Denken nach Gomez & Probst (1995) Kausalzusammenhänge identifiziert. Das Ergebnis sind Kausaldiagramme, welche die Elemente der Beschreibungsmodelle mit positiven, negativen oder ambivalenten Wirkzusammenhängen in Verbindung setzen. Zur Quantifizierung der strategischen Fähigkeiten je Standort werden Fuzzy-Inferenz-Systeme genutzt, da viele der Einflussfaktoren von qualitativer Natur sind und von komplexen Wirkzusammenhängen überlagert werden. Die Ist-Bewertungen der Standorte (Standort-Score) werden anschließend durch fähigkeitsspezifische Gewichtungsschlüssel zu einer Ist-Bewertung für das Netzwerk (Netzwerk-Score) aggregiert. Zur Ableitung von strategisch passenden Netzwerk-Phänotypen werden mithilfe Venkatramans (1989) Fit-als-Gestalt-Ansatz phänotypische Netzwerkstrukturen und strategische Zielkombinationen der Netzwerkstrategie definiert. Diese werden dann durch den Fit-als-Matching-Ansatz miteinander in Verbindung gesetzt. (vgl. Kapitel 5.2)

Um Forschungsfrage 4 zu beantworten, wird ein **Gestaltungsmodell** genutzt. Zunächst wird ein Gestaltungsleitfaden entwickelt, der ausgehend von einem strategisch passenden Netzwerkphänotyp die Ausgestaltung zu einer spezifischen Netzwerkkonfiguration unterstützt. Methodisch wird dies durch Steckbriefe unterstützt, die die Zuordnung von Rollen zu den Standorten erleichtert. Anschließend werden fixe Gestaltungsrestriktionen erfasst sowie mithilfe von Gestaltungsrichtlinien die Konfiguration ausdetailliert.

Alle in den drei Modellen entwickelten Konzepte, Artefakte und Tools werden abschließend in einem **Vorgehensmodell** verknüpft. Dieses systematisiert das in Kapitel 4.1 beschriebene Vorgehen im Lösungsansatz. Zunächst erfolgt die Konzeption des Vorgehensmodells, in der Phasen definiert, sowie je Phase Aktivitäten und angestrebte Resultate beschrieben werden. Das Vorgehensmodell orientiert sich dabei an der Vorgehensweise zum strategischen Management nach Hungenberg (2014). Die Anwendung des Entscheidungsunterstützungsmodells in zwei Fallstudien erfolgt in Kapitel 6. Die Erkenntnisse werden entsprechend der DSR Paradigmas in die Partialmodelle zurückgeführt (vgl. Kapitel 5.4). Abbildung 4-3 fasst die Inhalte der Methodik zusammen.

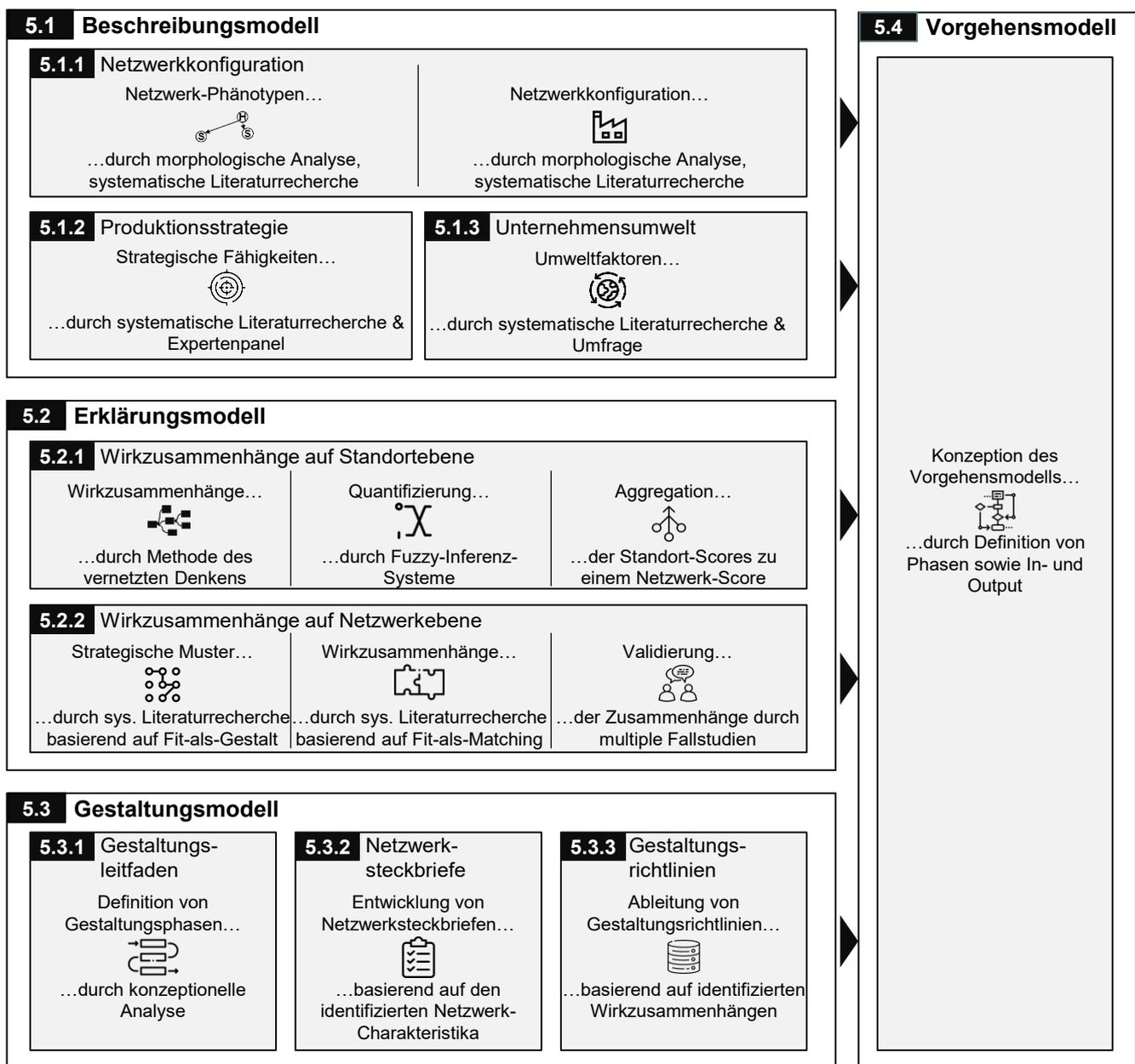


Abbildung 4-3: Lösungsansatz zur strategischen Netzwerkconfiguration

## 5 Detaillierung der Methodik

### 5.1 Beschreibungsmodell

Im nachfolgenden Kapitel werden die Beschreibungsmodelle für die Netzwerkkonfiguration (Kapitel 5.1.1), Strategie (Kapitel 5.1.2) und Unternehmensumwelt (5.1.3) vorgestellt. Diese beruhen auf einer systematischen Literaturrecherche gemäß dem Vorgehen zur systematischen Literaturanalyse nach vom Brocke et al. (2009), in welcher 46 Publikationen analysiert werden (siehe Anhang A.3.1-A.3.3).

#### 5.1.1 Beschreibungsmodell Netzwerkkonfiguration

Die Analyse des Literaturstroms zeigt, dass die Netzwerkkonfiguration aus einer Vielzahl von Teilentscheidungen besteht, die wiederum in gegenseitigen Abhängigkeiten stehen. Durch die Beschreibungsmodelle soll Transparenz über diese Teilentscheidungen geschaffen werden, um den Anforderungen der allgemeinen Modelltheorie nach Verkürzung und Pragmatismus gemäß Stachowiak (1973) gerecht zu werden.

Zunächst werden GPN auf einer aggregierten Ebene betrachtet. GPN bestehen aus mehreren Produktionsstätten, die miteinander verbunden sind. Die Produktionsstätten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Produktionsaufgabe und somit hinsichtlich Wertschöpfungstiefe und Bandbreite der verfügbaren Kompetenzen. Ferner sind GPN in ein Wertschöpfungsnetzwerk mit Lieferanten und Kunden eingebunden. Gemäß der morphologischen Analyse lässt sich das komplexe System GPN in einzelne Dimensionen zerlegen (Zwicky 1971, S. 116–117). Diese Dimensionen haben unterschiedliche Ausprägungen, welche durch Ergebnisse der Literaturanalyse (vgl. Anhang A3.1) ergänzt werden. Abbildung 5-1 zeigt das resultierende morphologische Schema des GPN mit der beispielhaften Einordnung einer globalen Hub and Spoke-Struktur. Diese sowie weitere Strukturen werden in Kapitel 5.2.2.2 erläutert.

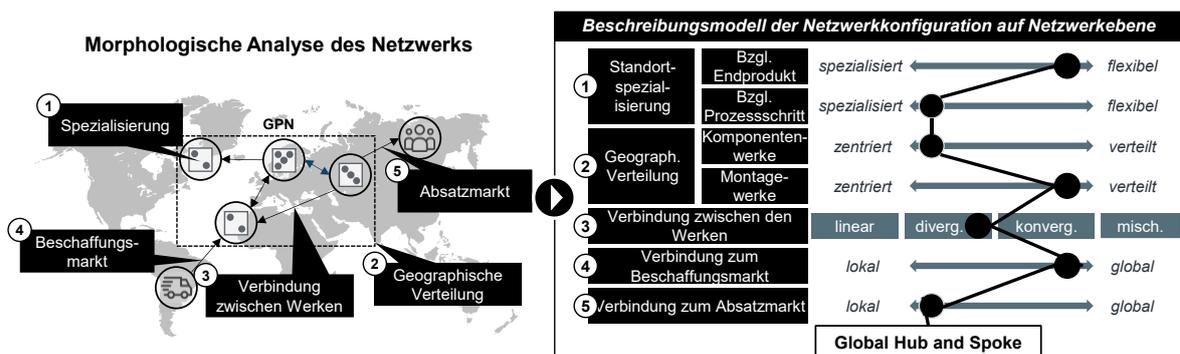


Abbildung 5-1: Beschreibungsmodell der Netzwerkkonfiguration auf Netzwerkebene

Nachfolgenden werden die Dimensionen und ihre jeweiligen Ausprägungen erläutert:

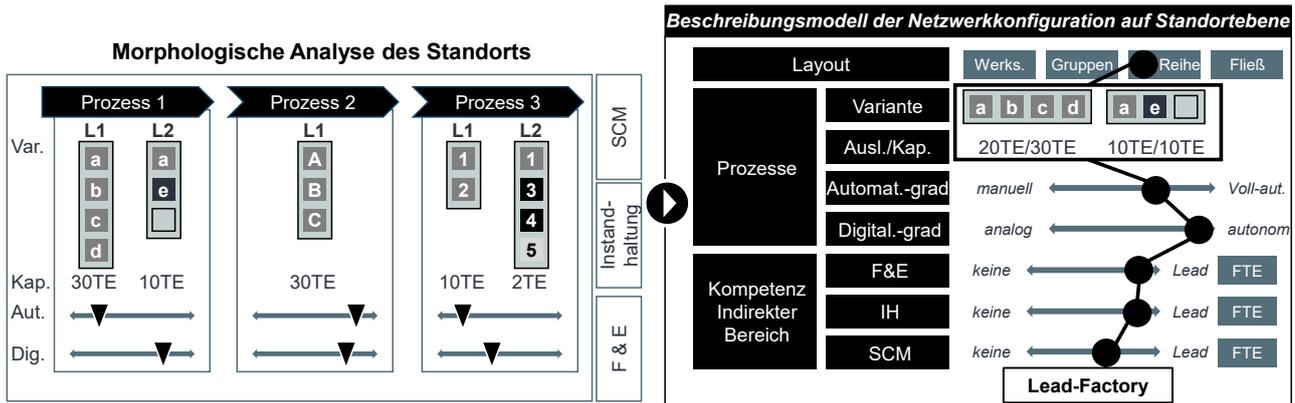
- (1) **Spezialisierung der Standorte:** Diese Dimension umschreibt, welche Produktionsaufgabe dem Standort zugeordnet ist (Shi & Gregory 1998, S. 201; Miltenburg 2009, S. 6190). Die Produktionsaufgabe kann dabei entsprechend Hagedorn (1994, S. 17) anhand Arten-, Prozess oder Mengenteilung strukturiert werden. Die Notwendigkeit der Spezialisierung geht auf das Focused-Factory-Konzept nach Skinner (1969) zurück, der diese als zentralen Erfolgsfaktor sieht (Thomas 2013, S. 64). Basierend darauf entwickelte Schmenner (1982) die Multiplant Strategien, die sich jeweils über eine gewisse Spezialisierung auf bestimmte Produkte, Märkte oder Prozesse auszeichnen. Ergänzt dazu definiert er eine flexibilitätsorientierte Strategie (Schmenner 1982, S. 77–78), spezifiziert diese aber nicht weiter aus. Um daher Mischformen zwischen diesen Strategien abzudecken, wird in diesem Ansatz zwischen der Spezialisierung bzgl. Endprodukt und bzgl. Prozessschritt unterschieden. Ein Product Plant nach Schmenner (1982) wäre daher bspw. hinsichtlich der Prozesse flexibel, aber hinsichtlich des Endprodukts spezialisiert. Somit kann bspw. eine kundenanonyme Fertigung für unterschiedliche Endprodukte ebenfalls dargestellt werden, die bei Schmenner (1982) nicht berücksichtigt ist.
- (2) **Geographische Verteilung der Standorte:** Die geographische Verteilung der Standorte ist ein zentrales Beschreibungselement eines globalen Produktionsnetzwerks und findet sich in einer Vielzahl von Publikationen wieder. Viele Netzwerkfähigkeiten lassen sich durch komparative Standortvorteile<sup>4</sup> begründen. Die geographische Verteilung der Standorte lässt sich über deren Dispersionsgrad beschreiben. Sind die Standorte stark regional zentriert, ist ein niedriger Dispersionsgrad gegeben. Ein hoher Dispersionsgrad bedeutet, dass die Standorte stark global verteilt sind. Es lassen sich Muster zwischen Dispersionsgrad und Standortspezialisierungen beobachten. So sind Upstream-Prozesse meist durch eine stärkeren Ressourcenorientierung und damit Zentralisierung geprägt, wohingegen Downstream-Prozesse mehr marktorientiert und daher mit einer stärkeren lokalen Präsenz assoziiert sind (Feldmann & Olhager 2019, S. 168–169). Um diese unterschiedlichen Facetten zu erfassen, werden im Beschreibungsmodell Komponenten- und Montagewerke differenziert betrachtet.

---

<sup>4</sup> Der Begriff der komparativen Standortvorteile wurde durch David Ricardo im Jahre 1817 geprägt.

- (3) **Verbindung zwischen den Standorten:** Ein weiteres Charakteristikum von GPN ist die Verbindung der Produktionsstandorte durch Material-, Informations- und Finanzflüsse. Die materialflusssseitige Ausgestaltung wird auch als interne Supply Chain bezeichnet (Friedli et al. 2014, S. 55). Diese wird durch die Spezialisierung und die geographische Verteilung der Standorte determiniert. Daraus ergeben sich vier Arten von strukturellen Verbindungen: Lineare Verbindungen sind 1:1-Beziehungen. Bei konvergenten Verbindungen erhält ein Montagewerk Komponenten von mehreren Komponentenwerken. In divergenten Verbindungen liefert ein Komponentenwerk Komponenten an mehrere Montagewerke. Liegen multiple Verbindungen vor, wird von Mischformen gesprochen. (Feldmann & Olhager 2019, S. 169–170)
- (4) **Verbindung zum Beschaffungsmarkt:** Entsprechend der Eingrenzung auf GPN sind externe Lieferanten und Kunden nicht Teil des Betrachtungsumfangs. Die Charakteristika von Absatz- und Beschaffungsmarkt haben jedoch einen wesentlichen Einfluss auf die Konfiguration des globalen Wertschöpfungsnetzwerks, sodass deren Schnittstelle für eine holistische Betrachtung mit einbezogen wird. So kann ein Standort zwischen lokaler und globaler Beschaffungsstrategie wählen. Eine lokale Beschaffung ist bei zeitkritischen Komponenten, räumlichen Transferrestriktionen oder Commodity-Produkten meist zielführend. Argumente für eine globale Beschaffung sind Kostenvorteilen durch Volumenbündelung oder begrenzter Verfügbarkeit im lokalen Umfeld.
- (5) **Verbindung zum Absatzmarkt:** Die gleichen Überlegungen wie für den Beschaffungsmarkt lassen sich auf die Verbindung für den Absatzmarkt übertragen. So stellt bspw. eine lokale Verbindung zum Absatzmarkt eine marktorientierte Spezialisierung der Standorte dar, die aufgrund von Transport- und Zollkosten oder LC-Anforderungen sinnvoll sein kann (Abele et al. 2008).

Das Beschreibungsmodell auf Netzwerkebene definiert die Spezialisierung des Standortes, trifft aber noch keine Aussage über die strukturelle und kapazitative Ausgestaltung sowie über die organisatorische Verantwortung. Daher wird ein zweites Beschreibungsmodell auf Standortebeine konstruiert. Dies folgt ebenfalls einer morphologischen Analyse und ist in Abbildung 5-2 mit einer Beschreibung einer Lead-Factory als illustratives Beispiel dargestellt. Demnach lassen sich Standorte in Prozesse gliedern. Die Prozesse umfassen meist mehrere Linien (L1, L2) mit Produktvarianten (a, b, c, d, e), die zu verschiedenen Produktfamilien gehören können (grau bzw. schwarz markiert).



L1= Linie 1, TE = Tausend Einheiten, Var.=Varianten, Kap.=Kapazität, Aut.=Automatisierungsgrad, Dig.=Digitalisierungsgrad, F&E=Forschung & Entwicklung, IH=Instandhaltung, SCM=Supply Chain Management, Aus.=Auslastung, FTE=Full Time Equivalent

Abbildung 5-2: Beschreibungsmodell der Netzwerkkonfiguration auf Standortebebene

- (1) **Layout:** Das Layout beschreibt die strukturelle Anordnung der Prozesse und Maschinen im Standort. Hierbei wird zwischen Werkstattfertigung, Gruppenfertigung, Reihenfertigung und Fließfertigung unterschieden (Kellner et al. 2018). Die Layout-Typen gehen mit unterschiedlichen Charakteristika einher. So zeichnet sich eine Werkstattfertigung durch eine hohe Flexibilität aus und wäre daher synergetisch zu einem Multi-Purpose-Plant, wohingegen eine Fließfertigung vor allem bei hoch spezialisierten Standorten vorteilhaft ist.
- (2) **Prozesse:** Die Prozesse im Standort, die auf Netzwerkebene nur hinsichtlich ihres Spezialisierungsgrades betrachtet werden, lassen sich durch weitere konfigurative Entscheidungen beschreiben. Diese sind Variantenanzahl, Kapazität, Auslastung, Automatisierungsgrad und Digitalisierungsgrad.
- (3) **Kompetenzen:** Neben den technologischen Kompetenzen, die durch Prozesse determiniert werden, zeichnen sich die Standorte durch organisatorische Kompetenzen aus. Diese Betrachtung geht auf das Konzept der Standortrollen nach Ferdows (1997) zurück, welcher den Standorten unterschiedliche Kompetenzgrade zuweist. Zu Standortrollen existiert ein eigenständiger, sehr umfangreicher Literaturstrom, sodass an dieser Stelle auf Kaiser (2024) verwiesen sei. Das Spektrum der Kompetenz lässt sich durch die zwei Extrema *keine Verantwortung im indirekten Bereich* und somit reine Produktionsverantwortung bis hin zu *globale Leitfunktion in den indirekten Bereichen* und damit Taktgeber für die anderen Standorte beschreiben. Als indirekte Kompetenzbereiche werden im Beschreibungsmodell Supply Chain Management (SCM), Instandhaltung, Produkt- und Prozessentwicklung (F&E) betrachtet.

### 5.1.2 Beschreibungsmodell Strategie

Eine Strategie kann gemäß der „fünf P“ nach Mintzberg (1987) aus unterschiedlichen Sichtweisen betrachtet werden (vgl. Kapitel 2.2.1). In dieser Arbeit wird Strategie als ein anzustrebender Zielzustand verstanden. Dieser ist das Resultat aus dem unternehmerischen Handeln verstanden („Strategy as Position“). Zur Beschreibung des angestrebten Zielzustandes wird das Konzept der strategischen Fähigkeiten herangezogen. Wie in Kapitel 2.1.2.2 beschrieben kann laut Thomas zwischen Produktionsstrategie und Produktionsnetzwerkstrategie unterschieden werden. Die Produktionsstrategie übersetzt Kundenerwartungen in Anforderungen an die Produktion. Die Produktionsnetzwerkstrategie formuliert strategische Netzwerkfähigkeiten, die zur Erfüllung der Produktionsstrategie erforderlich sind. (Thomas 2013, S. 55–60)

Fokus dieser Arbeit ist die Beschreibung von **strategischen Fähigkeiten auf Netzwerk- und Standortebene**. Die nachfolgenden Ausführungen zum Beschreibungsmodell betrachten daher die Ebene der Produktionsnetzwerkstrategie und inkludieren nicht die übergeordnete Ebene der Produktionsstrategie. Lediglich für den Fit zu Netzwerk-Phänotypen wird ebenfalls der Einfluss auf die Produktionsstrategieebene nach Thomas betrachtet. Durch den Abgleich von Phänotypen mit der Produktions- und Produktionsnetzwerkebene soll eine interne Kohärenz sichergestellt werden. Hierfür werden die strategischen Differenzierungsfaktoren aus Kapitel 2.1.2.2 verwendet.

Für die Produktionsnetzwerkstrategieebene zeigt sich jedoch, dass insbesondere die Wandlungsfähigkeit sowie die Nachhaltigkeit in bisherigen Modellen unterrepräsentiert ist. Um zudem den Anforderungen nach praktischer Relevanz nachzukommen, werden die strategischen Fähigkeiten für das Beschreibungsmodell aus Experteninterviews mit Praktikern extrahiert. Grundlage für die qualitative Inhaltsanalyse bildet eine systematische Literaturrecherche. Die Ergebnisse sind in Anhang A3.2 dargestellt und zeigen unterschiedliche strategische Fähigkeiten, die von verschiedenen Ansätzen aufgeführt werden. Basierend darauf resultiert das in Tabelle 5-1 dargestellte Kategoriensystem. Dabei bilden **Zugang zu Märkten, Zugang zu Ressourcen, Lernfähigkeit, Effizienz, Nachhaltigkeit** und **Wandlungsfähigkeit** die Überkategorien, welche wiederum aus 26 Sub-Kategorien wie bspw. Imagefaktoren, Marktpotential und Lieferantenzugang bestehen. (Steier et al. 2023b, S. 459)

Tabelle 5-1: Kategoriensystem der strategischen Fähigkeiten (Steier et al. 2023b, S. 459)

Zugang zu Märkten	Zugang zu Ressourcen	Lernfähigkeit	Effizienz	Nachhaltigkeit	Wandlungsfähigkeit
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Imagefaktoren</li> <li>▪ Marktpotential</li> <li>▪ Marktrisiko</li> <li>▪ Marktanbindung</li> <li>▪ Vermeidung von Steuern</li> <li>▪ Vermeidung von Zöllen und Handelshemmnissen</li> <li>▪ Nicht-handelpolitische Regulierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geopolitische Risiken</li> <li>▪ Zugang zu Lieferanten</li> <li>▪ Versorgungsrisiko</li> <li>▪ Zugang zu günstigen Arbeitskräften</li> <li>▪ Zugang zu Fachkräften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zugang zu internem Wissen</li> <li>▪ Zugang zu externem Wissen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Skalen- und Verbundeffekte Fertigung</li> <li>▪ Skalen- und Verbundeffekte Montage</li> <li>▪ Skalen- und Verbundeffekte Einkauf</li> <li>▪ Synergien im Industrial Engineering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ressourcenersparnis</li> <li>▪ Ökologische Nachhaltigkeit</li> <li>▪ Interne soziale Nachhaltigkeit</li> <li>▪ Externe soziale Nachhaltigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wandlungsfähigkeit in Bezug auf Produkte</li> <li>▪ Wandlungsfähigkeit in Bezug auf Prozesse</li> <li>▪ Wandlungsfähigkeit in Bezug auf Volumen</li> </ul>

Im Rahmen von semi-strukturierten Interviews wurden sechs Experten hinsichtlich der Relevanz der Sub-Kategorien befragt. Die Experten sind dabei allesamt aus mittleren Managementpositionen von Unternehmen aus den Branchen Elektronik, Konsumgüter, und Maschinenbau sowie einer Operations-Beratung. Jedes produzierende Unternehmen verfügt über mindestens einen Produktionsstandort in Europa, Nordamerika und Asien. Lediglich eines der fünf Unternehmen produziert nicht in Südamerika. (Steier et al. 2023b, S. 459)

Tabelle 5-2 zeigt die Anzahl von Nennungen einer strategischen Netzwerkfähigkeit durch den Experten innerhalb des Interviews. Jede Nennung einer Sub-Kategorie aus dem Kategoriensystem wird einzeln gezählt. Die Zahl 28 für Marktzugang im ersten Interview bedeutet, dass innerhalb des Interviews 28 Mal Sub-Kategorien genannt wurden, die der Überkategorie Marktzugang zuzuordnen sind. Rote Flächen indizieren häufige Nennungen, grüne hingegen seltene. Zudem ist in der ersten Spalte die absolute Anzahl an Nennungen über alle Interviews sowie in den letzten vier Spalten die Summe nach Branchenzugehörigkeit dargestellt. Es zeigt sich, dass der **Marktzugang** die höchste praktische Relevanz hat. Netzwerkentscheidungen sind weiterhin stark getrieben durch Marktpotential, Anbindung und Kundennähe. Bei der zweitwichtigsten Fähigkeit **Zugang zu Ressourcen** spielt die Verfügbarkeit von Arbeitskräften sowie Lieferanten eine vorrangige Rolle. Bei vielen Entscheidungsträgern wird zudem die Notwendigkeit nach **Effizienzsteigerungen** und den damit einhergehenden Konsolidierungsbemühungen deutlich. Hierbei versprechen sich einige Experten Effizienzgewinne

durch Skaleneffekte in der Fertigung, die wiederum zu Lasten der Kundennähe gehen. **Wandlungsfähigkeit** wird insbesondere in der Elektronik- und Konsumgüterbranche deutlich. Dies umfasst eine schnelle Reaktion auf veränderte Nachfragevolumina, aber auch die Resilienz in Störungsfällen. Bei der **Nachhaltigkeit** zeigt sich ein differenziertes Bild. So nehmen zwar alle Unternehmen den Bedarf für eine ressourcenschonende Wertschöpfung wahr. Im Konsumgüterbereich ist die Nachhaltigkeit jedoch nicht rein aus regulativen oder Kosten-Motiven getrieben, sondern stellt eine klare Differenzierung gegenüber dem Wettbewerb dar. Die **Lernfähigkeit** ist im Management globaler Produktionsnetzwerke eine wichtige Fähigkeit. Jedoch werden strukturelle Netzwerkentscheidungen weniger durch Aspekte der Lernfähigkeit determiniert. So wird internes Lernen vielmehr durch koordinative Hebel optimiert. (Steier et al. 2023b, S. 460–462)

Tabelle 5-2: Anzahl der Nennung strategischer Netzwerkfähigkeiten (Steier et al. 2023b, S. 460)

Strategische Netzwerkfähigkeiten	Gesamt	Interviewpartner						Branchenklassifikation nach NACE Rev. 2			
		1	2	3	4	5	6	Engineering Activities	Electrical Equipment	Metal Products	Fast Moving Consumer Goods
Zugang zu Märkten	203	28	24	51	29	42	29	28	104	42	29
Zugang zu Ressourcen	174	30	22	38	25	40	19	30	86	40	19
Lernfähigkeit	14	0	2	7	0	2	3	0	9	2	3
Effizienz	104	15	17	27	11	13	21	15	55	13	21
Nachhaltigkeit	22	5	1	3	0	3	10	5	4	3	10
Wandlungsfähigkeit	47	3	4	7	12	2	19	3	23	2	19

Basierend auf den Ergebnissen der Studie ergibt sich ist das in Abbildung 5-3 dargestellte Beschreibungsmodell, welches sowohl für das Netzwerk in Summe als auch für die Standorte per se anwendbar ist. In Summe wurden 21 strategische Sub-Fähigkeiten definiert, die wiederum den sechs zuvor definierten Fähigkeiten zuzuordnen sind und nachfolgend beschrieben werden:

- (1) Der **Zugang zu Märkten** wird über die Subfähigkeiten Nähe zu Märkten und Kunden, Zugang zu Imagefaktoren, Zugang zu staatlichen Subventionen, Vermeidung von Steuern sowie Vermeidung von Zöllen und Handelshemmnissen definiert.
- (2) Der **Zugang zu Ressourcen** umfasst Lieferanten, Fachkräfte sowie günstige Arbeitskräfte. Der Zugang ist dabei eine Kombination aus der Qualität der Lieferanten bzw. Qualifikation der Humanressourcen sowie der Verfügbarkeit.

- (3) Die **Lernfähigkeit** teilt sich auf in internes und externes Lernen. Internes Lernen umfasst Wissensaufbau im Netzwerk und den Austausch von kontinuierlichen Verbesserungsprozessen. Externes Lernen beschreibt den Zugang zu externen Wissensquellen wie bspw. Industrie-Cluster oder Start-ups.
- (4) Die **Effizienz** strukturiert sich entlang von Skalen- und Verbundeffekten in den Bereichen Fertigung, Montage und Einkauf sowie Synergien im Industrial Engineering (IE), welche durch Abele et al. (2008, S. 354–356) mit ihren Ko-Lokationsformen von Produktion und Entwicklung proklamiert werden.
- (5) Die **Nachhaltigkeit** wird entsprechend der Triple-Bottom-Line in Ressourceneffizienz<sup>5</sup>, ökologische Nachhaltigkeit und soziale Nachhaltigkeit unterteilt, wobei die soziale Nachhaltigkeit in eine nach innen gerichtete und eine nach außen gerichteter Nachhaltigkeit unterteilt wird.
- (6) Die **Wandlungsfähigkeit** beschreibt, inwiefern das Netzwerk Veränderungsprozesse realisieren kann. Dabei wird entsprechend dem Ansatz nach Hagedorn (1994) zur Standortstrukturierung in die drei Wandlungsdimensionen Produkt, Prozess und Volumen unterschieden.

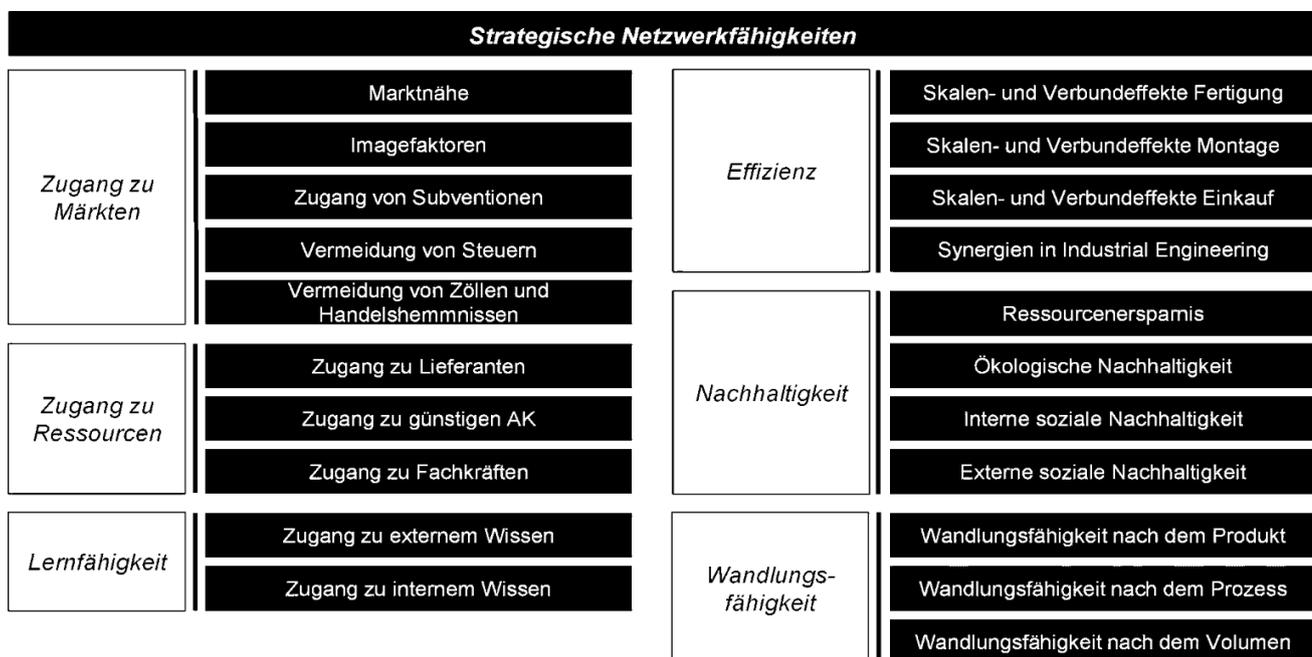


Abbildung 5-3: Beschreibungsmodell der strategischen Netzwerkfähigkeiten auf Netzwerk- und Standortebene

<sup>5</sup> Dies wird mit der ökonomischen Nachhaltigkeit gleichgesetzt, die gleichzeitig eine Überschneidung mit der Fähigkeit Effizienz hat, weswegen der Begriff der Ressourcenersparnis verwendet wird.

### 5.1.3 Beschreibungsmodell Umwelt

Abschließend wird das Beschreibungsmodell zur Erfassung der internen und externen Unternehmensumwelt präsentiert. Grundsätzlich sind die Einflussfaktoren aus der Unternehmensumwelt mannigfaltig. Je nach Unternehmen, Standort und Kontext können die relevanten Faktoren sehr unterschiedlich sein. Demnach ist ein allgemeines Beschreibungsmodell nicht zielführend. Vielmehr stellt das Beschreibungsmodell einen strukturierten Rahmen für potentiell relevante Einflussfaktoren dar, welcher unternehmensindividuell ausgestaltet werden muss.

Ein potentieller Ansatz stellt das in Kapitel 2.1.2.4 präsentierte Framework nach Lanza et al. (2019), in welchem die Einflussfaktoren in Markt, Faktorkosten, Logistik, kulturelle, rechtliche und staatliche Einflussfaktoren unterteilt werden. Es wird hervorgehoben, dass aufgrund der unsicheren und unvorhersehbaren Entwicklung der Einflussfaktoren mit all diesen Faktoren eine hohe Dynamik und hohes Risiko einhergehen. (Lanza et al. 2019, S. 828) Dieses Framework gibt eine gute Orientierung, betrachtet die Einflussfaktoren jedoch sehr aggregiert. Zudem lässt es die interne Unternehmensumwelt, also inhärente Charakteristika wie Produkteigenschaft und Prozesskomplexität, die zwar nicht durch die Produktionsnetzwerkconfiguration definiert, jedoch diese erheblich beeinflussen, außer Acht.

Demnach wird das Framework von Lanza et al. (2019) in dieser Arbeit erweitert und ausdetailliert. Grundlage hierfür bildet ebenfalls eine systematische Literaturrecherche, die im Rahmen der Abschlussarbeit von A\_Simon (2022) durchgeführt wurde. Anhang A2.3 führt die untersuchte Literatur mit den jeweiligen betrachteten Einflussfaktoren auf. Im Rahmen der qualitativen Expertenbefragung und der quantitativen Studie wird diese Liste an Einflussfaktoren erweitert sowie deren praktische Relevanz validiert. Hier sei auf Abbildung 3-7 verwiesen, welche die Relevanz von einzelnen Einflussfaktoren darstellt. Die Faktoren werden anschließend Kategorien zugeordnet, die sich wiederum in externe und interne Einflussfaktoren unterteilen. Das resultierende Beschreibungsmodell ist in Abbildung 5-4 dargestellt. Nachfolgend werden die Einflussfaktoren genauer beschrieben:

- (1) **Absatz- und Beschaffungsmarkt** werden durch Wettbewerbsintensität, Marktentwicklung, räumliche Marktdifferenzierung (also geographisch unterscheidbare Märkte), sachliche Marktdifferenzierung (also Varianz des Leistungsportfolios), Lieferantenverfügbarkeit und Nachfragevolatilität beschrieben.

- (2) Die **lokale Infrastruktur** umfasst einerseits die Verfügbarkeit von Infrastruktur, womit die logistische Anbindung gemeint ist, sowie die Störanfälligkeit bei bspw. Naturkatastrophen wie es in jüngster Vergangenheit vermehrt vorkam.
- (3) **Rechtliche Faktoren** umfassen die Rechtsstaatlichkeit, den Korruptionsgrad, den Schutz vor geistigem Eigentum und die Stabilität des Rechtsstaats.
- (4) Relevante **Faktorkosten** in der globalen Produktion sind Lohnkosten, Materialkosten, Kapitalkosten, Transportkosten, Energiekosten und Währungsrisiken. Ein oftmals unterschätzter Aspekt, der unter sonstige Kosten inkludiert ist, sind Kosten, die in Verbindung mit Produktverlagerungen, Wissensaufbau oder Werkschließungen einhergehen.
- (5) **Kulturelle Faktoren** wie Sprache, Mentalität, Bildungsniveau und Mitarbeiterfluktuation sind, wie Kapitel 3.2.2 zeigt, meist mit einer geringen Priorität assoziiert, sind aber oftmals die Ursachen für die zuvor beschriebene sonstigen Kosten, die damit die Wirtschaftlichkeit einer Entscheidung in Frage stellen können.
- (6) Zu den **politischen und staatlichen Einflussfaktoren** gehören Steuern, staatliche Subventionen, tarifäre und nicht-tarifäre Handelshemmnisse wie Zölle und Local Content Anforderungen sowie politische Stabilität.
- (7) **Produktbezogenen Faktoren** sind Eigenschaften wie Varietät, Komplexität, Wertdichte, Kundenentkopplungspunkt oder auch Innovationsgrad.
- (8) **Prozessbezogene Faktoren** umfassen Prozessanzahl, Komplexität, Technologiegrad, Knowhow- und Kapitalintensität.

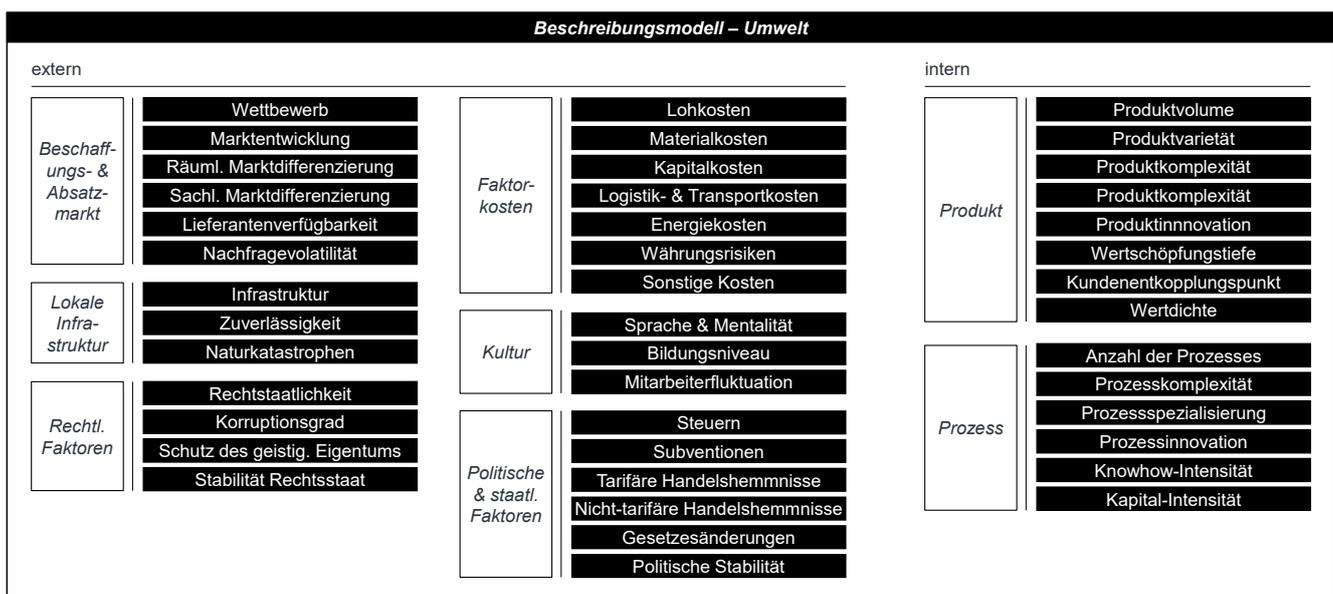


Abbildung 5-4: Beschreibungsmodell der Umwelt auf Standortebene (A\_Simon 2022, S. 58)

Das Beschreibungsmodell deckt eine Vielzahl der relevanten Einflussfaktoren ab und eignet sich damit zur umfassenden Beschreibung der Umwelt für die spezifischen Produktionsstandorte. Für eine holistische Betrachtung aus einer Netzwerkperspektive ist jedoch eine Aggregation des Informations- und Detailgrads notwendig. Zur Beschreibung der **externen Makroumwelt** eignet sich der Ansatz nach Harre (2006). Für die **interne Makroumwelt** wird der Ansatz nach Ferdows et al. (2016) auf der Netzwerkebene angewendet. Beide Ansätze eignen sich aufgrund ihrer Komplexitätsorientierung und werden nachfolgend beschrieben.

Beschaffungs- und Absatzmarkt lassen sich über die zwei Dimensionen **sachliche Marktdifferenzierung** und **räumliche Marktdifferenzierung** in Bezug auf ihre **Heterogenität** beschreiben. Die sachliche Marktdifferenzierung gibt Aussage über die Unterschiedlichkeit der Marktanforderungen. So ist bspw. ein breit gefächertes Produktportfolio mit einer hohen Variantenanzahl mit einer hohen sachlichen Heterogenität assoziiert. Die räumliche Marktdifferenzierung beschreibt die geographischen Unterschiede von Märkten. Diese können dabei sowohl durch die unterschiedlichen lokalen Anforderungen als auch der Immobilität von lokal begrenzten Ressourcen resultieren. Daraus ergeben sich für Beschaffungs- und Absatzmarkt jeweils eine Matrix mit vier Quartanten zur aggregierten Charakterisierung der externen Makroumwelt (Abbildung 5-5, linkes Bild). Die interne Makroumwelt wird ebenfalls über den Komplexitätsgrad beschrieben. Dieser lässt sich über **Produktvarianz** und **Prozessvarianz** annähern. Auch hier ergibt sich eine 2x2 Matrix mit einer niedrigen internen Komplexität links unten und einer hohen internen Komplexität rechts oben (Abbildung 5-5, rechtes Bild).

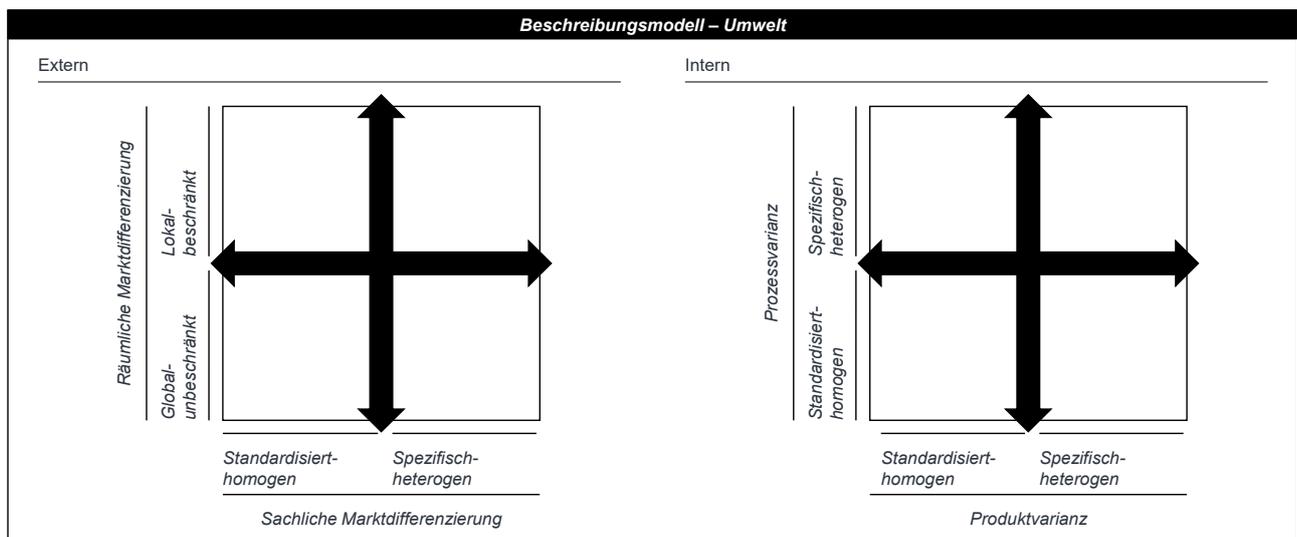


Abbildung 5-5: Beschreibungsmodell der Umwelt auf Netzwerkebene (linke Darstellung nach Harre 2008, rechte Darstellung in Anlehnung an Ferdows et al. 2016)

Das Beschreibungsmodell der Netzwerkkonfiguration beantwortet Forschungsfrage 1, indem das Produktionsnetzwerk in Entscheidungsdimensionen zerlegt wird. Zudem werden durch die integrative Betrachtung von Standort- und Netzwerkebene Verbundeffekte zwischen beiden Ebenen aufgezeigt. Die Beschreibungsmodelle der Strategie und der Umwelt zeigen in einer systematischen Art und Weise die Einflussfaktoren auf und beantworten damit die Forschungsfrage 2.

## 5.2 Erklärungsmodell

Im Folgenden wird nun das Erklärungsmodell beschrieben, welches die Wirkzusammenhänge zwischen den in Kapitel 5.1 beschriebenen Elementen der Netzwerkkonfiguration, Strategie und Unternehmensumwelt darstellt. Auch hier wird zwischen dem Erklärungsmodell auf Standortebene (Kapitel 5.2.1) und dem Erklärungsmodell auf Netzwerkebene (Kapitel 5.2.2) unterschieden.

### 5.2.1 Erklärungsmodell auf Standortebene

Das Erklärungsmodell auf Standortebene dient der Bewertung der strategischen Leistungsfähigkeit für jeden Standort und damit auch für das Netzwerk in Summe. Grundgedanke ist hierbei, dass aus konstituierenden Merkmalen der Netzwerkkonfiguration und der standortspezifischen Umwelt auf die Ausprägung der definierten strategischen Fähigkeiten je Standort geschlossen werden kann. Es wird auf Fuzzy-Inferenz-Systeme (FIS) zurückgegriffen, um die kausalen Wechselwirkungen zwischen den Merkmalen zu quantifizieren. Kapitel 5.2.1.1 beschreibt zunächst die Modellstruktur. Kapitel 5.2.1.2 widmet sich den Kausalzusammenhängen je strategischer Netzwerkfähigkeit. In Kapitel 5.2.1.3 werden diese in FIS überführt. In Kapitel 5.2.1.4 werden abschließend die Aggregation der Standort-Scores zu einen Netzwerk-Score sowie die visuelle Aufbereitung für die Management-Diskussion präsentiert.

#### 5.2.1.1 Modellstruktur auf Standortebene

Abbildung 5-6 visualisiert die Struktur des Modells. **Input** für das Modell bilden Informationen über die Netzwerkkonfiguration und die Umweltfaktoren. Die Umweltfaktoren entstammen dem externen und internen Unternehmensumfeld (vgl. Kapitel 5.1.3). Externe Umweltfaktoren sind z.B. Lohnkosten und Nachfrage. Interne Einflussfaktoren stammen aus dem Unternehmen, können aber nicht durch die Konfiguration beeinflusst werden, wie z.B. Produkteigenschaften. Einige Einflussfaktoren (z.B. politische Stabilität) sind rein länderspezifisch. Als Informationsquelle dienen hier allgemeine Metriken

wie bspw. der Global Competitiveness Report des World Economic Forums (World Economic Forum 2020). Andere Einflussfaktoren müssen im unternehmensspezifischen Kontext bewertet werden (z.B. Verfügbarkeit qualifizierter Lieferanten). Hierzu werden unternehmensspezifische Kennzahlen herangezogen. Sollten keine Kennzahlen vorliegen, ist eine Einschätzung auf einer Ordinalskala zu treffen. Die Daten werden über eine csv.-Schnittstelle sowie ein User-Schnittstelle in Excel importiert. (Steier et al. 2023a)

Herzstück des Modells bildet das **Fuzzy-Inferenz-System (FIS)**, welches in Matlab implementiert ist. Das FIS selbst besteht aus mehreren kaskadierenden FIS, welche die Inputs quantifizieren und aggregieren. Das FIS nutzt dabei die zuvor in Matlab implementierte Regelbasis, welche die kausalen Wirkzusammenhänge der Merkmale widerspiegelt. (Steier et al. 2023a)

**Output** des FIS sind zwischen 0 (niedrigste Erfüllung) und 1 (höchste Erfüllung) bewertete strategische Netzwerkfähigkeiten je Standort. Diese Standort-Scores werden aus Matlab importiert und durch Gewichtungsschlüssel zu einem Netzwerk-Score aggregiert. (Steier et al. 2023a)

Zur abschließenden Diskussion der Ergebnisse dient die **Visualisierung** in einem hierfür entwickelten Standortportfolio. Die Quadranten bilden die vier übergeordneten strategischen Motive, die jeweils durch die strategischen Fähigkeiten gespeist werden. Dies erlaubt eine holistische Sicht auf alle Standorte und damit eine leichtere Bewertung bzw. Validierung der Bewertung in Relation zueinander (siehe Kapitel 5.2.1.4).

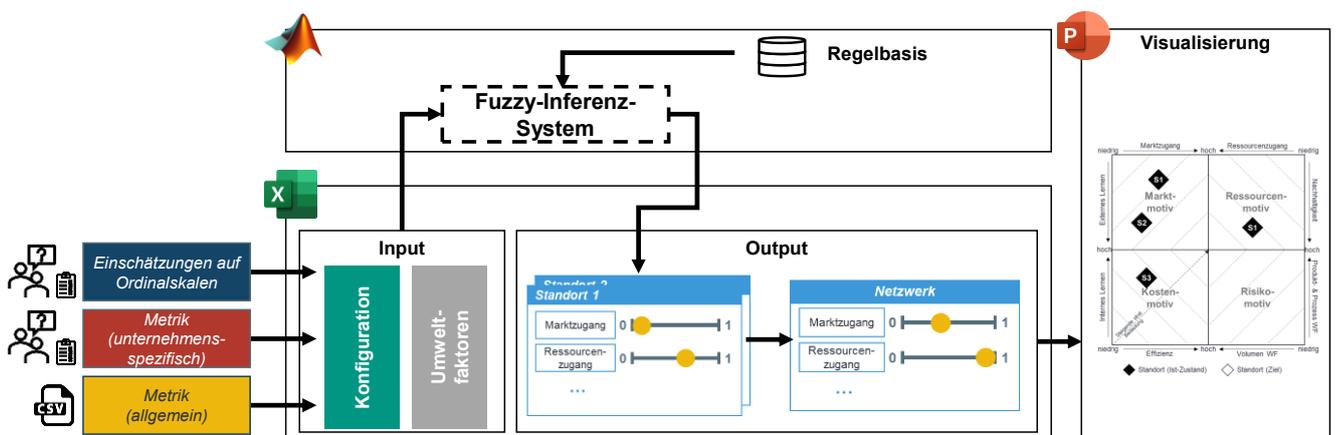


Abbildung 5-6: Modellstruktur des Erklärungsmodells auf Standortebene (Steier et al. 2023a, S. 702)

### 5.2.1.2 Wirkzusammenhänge auf Standortebene

In diesem Kapitel werden die Wirkzusammenhänge zwischen den in Kapitel 5.1 präsentierten **strategischen Fähigkeiten**, den **Umweltfaktoren** und der **Netzwerkconfiguration** auf Standortebene analysiert und diskutiert. Zu diesem Zweck wird die Methode des vernetzten Denkens (vgl. Kapitel 2.3.1) verwendet. Dabei werden die einzelnen Elemente mit entweder positiven oder negativen Wirkzusammenhängen in Verbindung gebracht, wodurch Kausaldiagramme entstehen (siehe Abbildung 5-7). Positive Wirkzusammenhänge sind mit einem „+“ gekennzeichnet und bedeuten, dass eine hohe Ausprägung des einen Elements zu einer hohen Ausprägung des mit einem Pfeil verbundenen Elements führt. Ein negativer Wirkzusammenhang ist mit einem „-“ gekennzeichnet und wirkt in umgekehrter Weise. Die Kausaldiagramme sind dabei so konzipiert, dass für jede in Kapitel 5.1.2 beschriebene strategische Subfähigkeit (blau) ein Kausaldiagramm entsteht, das durch Elemente der Netzwerkconfiguration (grün) und der Unternehmensumwelt (grau) determiniert wird. Zudem können auch andere strategische Subfähigkeiten eine strategische Subfähigkeit beeinflussen und werden ebenfalls ins Kausaldiagramm aufgenommen. Die Darstellung im Kausaldiagramm wird am Beispiel der Subfähigkeit **Zugang zu günstigen Arbeitskräften**, welche Teil der Fähigkeit Zugang zu Ressourcen ist, erläutert. Für alle weiteren Subfähigkeiten werden hier nur die Wirkbeziehungen beschrieben. Die resultierenden Kausaldiagramme der 21 Subfähigkeiten sind in Anhang A4 dargestellt. Die Ausführungen beruhen auf den studentischen Arbeiten von A\_Gleich (2022) und A\_Persoon (2022), die vom Autor dieser Arbeit angeleitet wurden.

#### Zugang zu Ressourcen

Der **Zugang zu günstigen Arbeitskräften (AK)** wird über das Lohnkostenpotential sowie die Abschöpfung des Lohnkostenpotentials durch einen niedrigen Automatisierungsgrad determiniert. Das Lohnkostenpotential hat einen positiven Einfluss auf die Subfähigkeit und ist daher mit einem „+“ markiert. Der Automatisierungsgrad verhält sich invers zu der Subfähigkeit und ist daher mit „-“ gekennzeichnet. Der Automatisierungsgrad stellt eine Konfigurationsentscheidung dar (grün), da dies durch die Netzwerkconfiguration definiert wird. Das Lohnkostenpotential wird durch die Verfügbarkeit von günstigen Arbeitskräften, welche die Qualifikationsanforderungen erfüllen, Arbeitsproduktivität, Lohnniveau sowie zusätzliche Aufwände für die Koordination beeinflusst. Die Aufwände der Koordination werden wiederum durch die örtliche Mitarbeiterfluktuation und kulturelle Unterschiede determiniert. Eine hohe Fluktuation sowie hohe

kulturelle Unterschiede sind mit zusätzlichen Koordinationskosten verbunden (Lanza et al. 2019). Die Verfügbarkeit von günstigen Arbeitskräften wird einerseits positiv von einer hohen Attraktivität des Standortes und andererseits negativ von der Wettbewerbsintensität sowie den Anforderungen an die Arbeitskräfte beeinflusst. Eine hohe Attraktivität ist mit einem hohen Wohlstand, einer hohen politischen Stabilität, einer niedrigen Distanz zu einer Großstadt sowie durch sichere (hier als hoch ausgeprägt konnotiert) rechtliche Bedingungen für Arbeitnehmer assoziiert. Die Anforderungen an die Arbeitskräfte steigen mit einer hohen Produkt- und Prozesskomplexität. Diese stellen wiederum einen Freiheitsgrad dar, da sie von der Produktallokationsentscheidung in der Netzwerkkonfiguration abhängen, und sind daher ebenfalls in grün dargestellt.

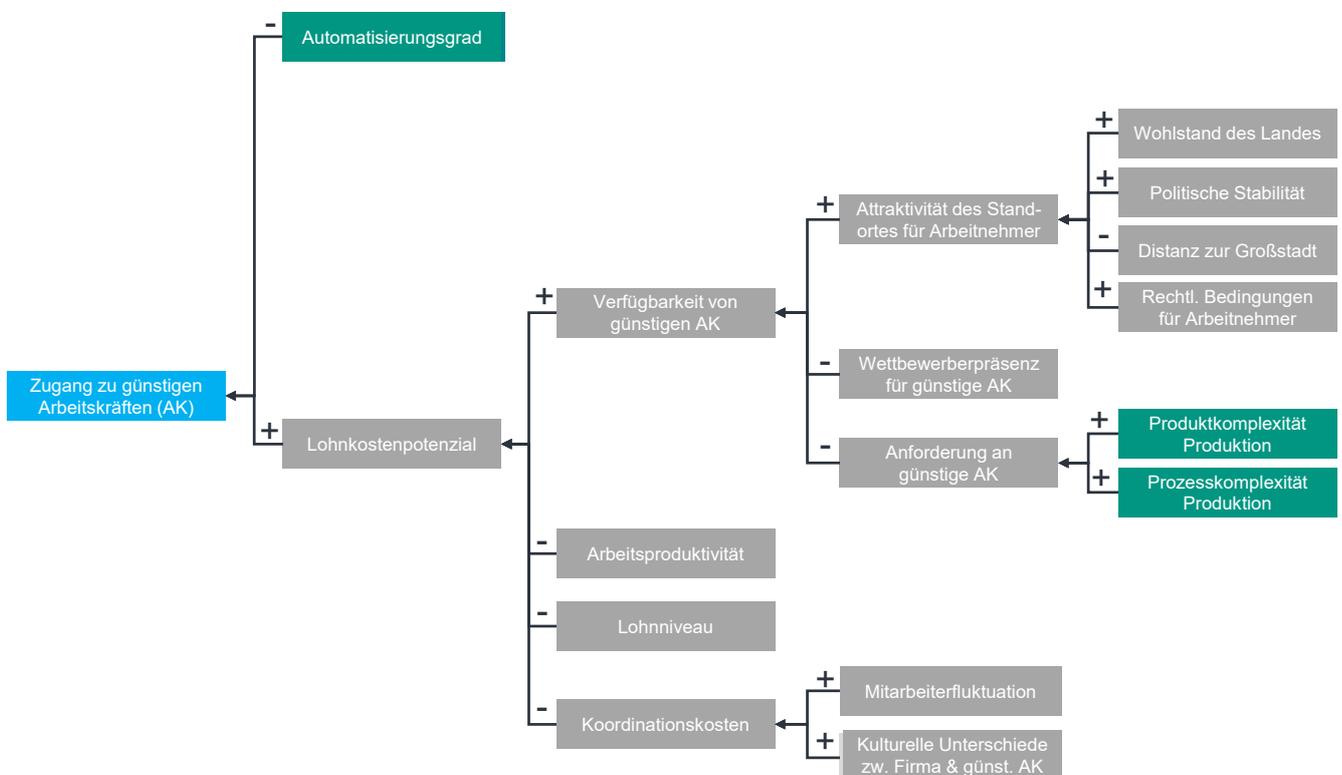


Abbildung 5-7: Kausaldiagramm für den Zugang zu günstigen Arbeitskräften

Die Fähigkeit **Zugang zu Lieferanten** wird über die Verfügbarkeit qualifizierter Lieferanten und der Anteil des Bezugs von lokalen Lieferanten bewertet. Die Verfügbarkeit wiederum wird durch fünf Faktoren beeinflusst. Der erste Faktor thematisiert die Verbindung zum Beschaffungsmarkt, welcher sowohl Distanz zum Beschaffungsmarkt als auch Zuverlässigkeit der Infrastruktur umfasst. Der zweite Faktor beschreibt die Anforderungen an den Lieferanten, wobei hohe Produktkomplexität oder volatile Abfragen, mit einem negativen Einfluss auf die Verfügbarkeit assoziiert sind. Die weiteren drei

Faktoren sind das Vorhandensein eines Beschaffungsmarkt im Allgemeinen, kulturelle Unterschiede sowie die Konkurrenz um die Lieferantenbasis. (vgl. Anhang A 4.1b)

Auch die Subfähigkeit **Zugang zu Fachkräften (FK)** wird durch die Verfügbarkeit und die Nutzung der lokalen Fachkräftebasis beeinflusst. Die Verfügbarkeit setzt sich aus der Attraktivität des Standortes, dem Anforderungsprofil der Fachkräfte, dem Fähigkeitsniveau der Arbeitnehmer am Standort, den kulturellen Unterschieden sowie der Wettbewerbsintensität am Arbeitsmarkt zusammen. Zur Annäherung der Standortattraktivität werden, wie beim Zugang zu günstigen Arbeitskräften, Wohlstandsniveau, politische Stabilität, Rechtsstaatlichkeit und Distanz zu einer Großstadt verwendet. Das Anforderungsprofil wird durch Produkt- und Prozesskomplexität beeinflusst. (vgl. Anhang A.4.1c)

### **Zugang zu Märkten**

Die Subfähigkeit **Marktnähe** wird durch drei Elemente beeinflusst. Das erste Element sind die Logistikkosten je Produkt und Wegstrecke. Diese werden durch die Wertdichte des zu transportierenden Produktes als auch durch das gewählte Transportmittel beeinflusst. Eine niedrige Wertdichte sowie ein kostenintensives Transportmittel (wie Flugzeug) verursachen hohe Logistikkosten. Diese sind im Kausaldiagramm nicht dargestellt, da die Logistikkosten diese Informationen aggregieren. Das zweite beeinflussende Element determiniert, inwiefern für das Produkt marktspezifische Anforderungen existieren, die eine Präsenz vor Ort erfordern. Spezifische Marktanforderungen suggerieren eine hohe Marktnähe. Der dritte Faktor ist die Distanz zum Absatzmarkt, die wiederum durch die Netzwerkkonfiguration festgelegt wird, und nachteilhaft auf die Marktnähe wirkt. (vgl. Anhang A.4.2a)

Die Subfähigkeit **Vermeidung von Zöllen** wird untergliedert in die Faktoren Höhe der Einfuhr- und Ausfuhrzöllen, welche über die eingehenden bzw. ausgehenden Materialflüsse skaliert werden, Local Content (LC) Anforderungen bzw. Höhe der Strafzölle, die bei Missachtung der LC Anforderungen anfallen, sowie die allgemeine Handelsoffenheit des Landes, die über öffentlich zugängliche Indizes approximiert werden kann (siehe Kapitel 5.2.1.3). (vgl. Anhang A.4.2b)

Die Subfähigkeit **Vermeidung von Steuern** wird einerseits über den anteiligen Gewinn des Standortes, andererseits über den Steuersatz des Landes bewertet. Der Gewinn wiederum ist von der Allokation der Endprodukte abhängig, sodass die

Gewinnallokation implizit über die Konfiguration bestimmt wird. Etwaige Verrechnungspreise werden zur Vereinfachung nicht betrachtet. (vgl. Anhang A.4.2c)

Für die Subfähigkeit **Zugang zu Subventionen** wird die Annahme getroffen, dass Unternehmen, die High-Tech-Technologien in einem Land allokalieren und für eine hohe Beschäftigung sorgen, mehr Subventionen erhalten. Neben den konfigurativen Faktoren Technologieeinsatz und Mitarbeiteranzahl, wird diese Subfähigkeit von der Bereitschaft des Staates, Subventionen zu gewähren, beeinflusst. (vgl. Anhang A.4.2d)

Die Subfähigkeit **Image** wird ebenfalls positiv durch den Einsatz fortschrittlicher Technologien beeinflusst. Einen positiven Einfluss haben ebenfalls die Produktqualität sowie die Subfähigkeit Ressourceneffizienz. Ein hohes Lohnniveau im Vergleich zu Marktbegleitern wird ebenfalls mit einem Imagegewinn assoziiert. (vgl. Anhang A.4.2e)

### **Lernfähigkeit**

Die Subfähigkeit **Lernen durch externes Wissen** wird, wie auch die Subfähigkeiten zum Ressourcenzugang, über einen Verfügbarkeits- und Nutzungsfaktor determiniert. Wissensquellen können vielseitig sein. Nähe zum Absatzmarkt, Fähigkeitsniveau der Arbeiterschaft, Nähe zu Forschungsclustern, Kooperationen mit Universitäten als auch die Subfähigkeit Lieferantenzugang sind Faktoren, welche die Verfügbarkeit begünstigen. Ist ein Produktionsstandort, welcher in einer Region mit einer hohen lokalen Verfügbarkeit von externen Wissensquellen liegt, mit fortschrittlichen Technologien und der organisatorischen Verantwortung für Produkt und/oder Prozessentwicklung ausgestattet, wird ein strategischer Fit und damit ein hoher Wert für die Nutzung von externem Wissen angenommen. (vgl. Anhang A.4.3a)

Die Subfähigkeit **Lernen durch internes Wissen** wird durch die Wissensgenerierung und Wissensnutzung beeinflusst. Eine hohe Wissensgenerierung wird durch Wissensaustausch zwischen Standorten, ein hohes Wissensniveau der Mitarbeiter, einer hohen Prozesskomplexität sowie einer hohen Standortspezialisierung begünstigt. Eine hohe Nutzung wird angenommen, wenn entweder hohe Produktionsvolumina am Standort allokalieren sind oder wenn ein Standort über entsprechende Entwicklungsverantwortung verfügt. (vgl. Anhang A.4.3b)

### **Effizienz**

Die Subfähigkeiten der Effizienz werden anhand der direkten und indirekten Funktionsbereiche in der Wertschöpfung Einkauf, Fertigung, Montage und Industrial Engineering

definiert. Die Subfähigkeit **Skalen- und Verbundeffekte im Einkauf** wird positiv durch die Bündelung von Einkaufsvolumina im Netzwerk als auch negativ durch eine hohe Heterogenität der Beschaffungsobjekte beeinflusst. Ferner begünstigt eine hohe Verfügbarkeit von Lieferanten, welche ebenfalls in die Subfähigkeit Zugang zu Lieferanten eingeht, die Effizienz im Einkauf, da die Verfügbarkeit die Abhängigkeit und damit auch die Verhandlungsmacht beeinflusst. (vgl. Anhang A.4.4a)

Die Kausalzusammenhänge für **Skalen- und Verbundeffekte in der Fertigung** sowie für **Skalen- und Verbundeffekte in der Montage** beruhen auf der gleichen Logik, werden jedoch differenziert betrachtet, da Fertigung und Montage unterschiedliche Charakteristika aufweisen können, woraus unterschiedliche Ausprägung für die Fähigkeiten resultieren. Beide Subfähigkeiten werden durch eine hohe Kapazitätsauslastung, einen hohen Automatisierungsgrad sowie eine niedrige Produkt- und Prozesskomplexität begünstigt. Die Produkt- und Prozesskomplexität am Standort ergibt sich durch die Anzahl der Varianten, die in der Netzwerkkonfiguration am Standort allokiert werden, sowie durch deren inhärenter Prozesskomplexität. (vgl. Anhang A.4.4b und A.4.4c)

Die Subfähigkeit **Synergien in Industrial Engineering** beruht auf der Hypothese von Abele et al. (2008), dass durch eine Ko-Lokation von Produktion- und Entwicklungsverantwortung Synergien am Produktionsstandort entstehen. Die Synergien in der Produktionsunterstützung werden positiv durch vorhandene Kompetenzen im Bereich Industrial Engineering (IE) sowie durch den Wissensaustausch zwischen Standorten beeinflusst. Ferner können durch die Bündelung von Entwicklungskompetenzen Synergien in der Entwicklung von Fertigungsverfahren entstehen. IE Kompetenzen am Standort, eine Spezialisierung des Standortes, die Subfähigkeit Zugang zu Fachkräften und die Prozesskomplexität haben einen positiven Einfluss. (vgl. Anhang A.4.4d)

### **Nachhaltigkeit**

Die Subfähigkeit der **Ressourcenersparnis** wird durch den Ressourcenbedarf in der Produktion, durch den Grad der Nutzung von grüner Energie am Standort und durch die Ressourceneffizienz der Produktion determiniert. Eine hohe Ressourceneffizienz wiederum wird mit ressourceneffizienter Technologie, einem hohen Anteil an recyceltem Material, einer hohen Energieeffizienz im lokalen Umfeld sowie einem hohen Digitalisierungsgrad am Standort assoziiert. Der Ressourcenbedarf ergibt sich aus dem Bedarf der Produktion und dem Bedarf durch Transporte, welcher durch die Distanzen zu

Absatz- und Beschaffungsmarkt und dem Transportmittel determiniert wird. (vgl. Anhang A.4.5a)

Die Subfähigkeit **Naturraumschutz** wird durch die Standortfläche und durch die Subfähigkeit Ressourcenbedarf beeinflusst. (vgl. Anhang A.4.5b)

Die Subfähigkeit **externe soziale Nachhaltigkeit** bezieht sich darauf, inwiefern der Standort zu Wohlstand und Gerechtigkeit in der Gesellschaft beiträgt. Dies wird durch einen hohen Beschäftigungsgrad und durch gesellschaftliche Bemühungen des Standortes zur Steigerung von Inklusion und Chancengleichheit positiv beeinflusst. (vgl. Anhang A.4.5c)

Die Subfähigkeit der **internen sozialen Nachhaltigkeit** nimmt eine interne Perspektive ein und wird daher durch Faktoren, die zur Standortabsicherung beitragen, begünstigt. Starke rechtliche Regularien für Arbeitnehmer tragen ebenfalls positiv zu einer internen sozialen Nachhaltigkeit bei. (vgl. Anhang A.4.5d)

### **Wandlungsfähigkeit**

Die Subfähigkeit **Wandlungsfähigkeit hinsichtlich Produkt** profitiert von einer hohen Verfügbarkeit an einer Bandbreite unterschiedlicher Produktionsressourcen sowie von einer hohen Integrationsfähigkeit neuer Produkte in der Fabrik. Die Bandbreite an Produktionsressourcen umfasst die Subfähigkeit Zugang zu Lieferanten, die Wertschöpfungstiefe am Standort, die IE-Kompetenzen am Standort sowie das Fähigkeitsniveau der Mitarbeiter. Eine hohe Integrationsfähigkeit wird bei einem modularen Layout, einem niedrigen Automatisierungsgrad, einem hohen Digitalisierungsgrad und ebenfalls einem hohen Fähigkeitsniveau der Mitarbeiter angenommen. (vgl. Anhang A.4.6a)

Eine hohe **Wandlungsfähigkeit hinsichtlich Prozess** ist bei einer hohen Lieferantenverfügbarkeit, bei einer hohen Wertschöpfungstiefe, bei einer hohen Technologieflexibilität in Bezug auf das Produkt und bei einer hohen Technologieflexibilität des Standortes gegeben. Die Verfügbarkeit von Lieferanten wurde im Kontext der Subfähigkeit Zugang zu Lieferanten erläutert. Eine hohe Technologieflexibilität des Standortes wird bei einer niedrigen Automatisierung, bei Expansionsmöglichkeiten sowie einer niedrigen Auslastung angenommen. (vgl. Anhang A.4.6b)

Die **Wandlungsfähigkeit hinsichtlich Volumina** ergibt sich aus der Skalierbarkeit des Standortes selbst und der Atmungsfähigkeit im Netzwerk. Eine hohe Skalierbarkeit wird angenommen, wenn der Standort Expansionsmöglichkeiten hat, Mitarbeiterverträge

und Gehaltsstrukturen flexibel ausgestaltet werden können, ein modulares Layout vorliegt, redundante Produktionsmittel existieren und ein guter Zugang zu Lieferanten vorherrscht. Die Atmungsfähigkeit beschreibt, inwiefern im Netzwerk Volumina flexibel verschoben werden können, um die Auslastung im Netzwerk zu nivellieren. Dies wird positiv beeinflusst durch eine hohe Wandlungsfähigkeit hinsichtlich des Produktes, eine hohe Lieferantenverfügbarkeit, eine hohe Wertdichte, wodurch Transporte effizient dargestellt werden können und redundanten Produktionsprozessen, welche auch als Flexibilitätssachsen bezeichnet werden. (vgl. Anhang A.4.6c)

### 5.2.1.3 Gestaltung der Fuzzy-Inferenz-Systeme

Kapitel 5.2.1.2 zeigt, dass die Wirkzusammenhänge zwischen strategischen Fähigkeiten, Netzwerkkonfiguration und der Umwelt sehr komplex sind sowie von einer Vielzahl von stellenweisen intangiblen und schwer vergleichbaren Faktoren abhängen. Solche Faktoren sowie deren Einfluss auf die strategischen Fähigkeiten erfordern eine Interpretation wie auch Erfahrungswissen. Aus diesem Grund eignen sich für die Quantifizierung FIS, welche in der Lage sind, mithilfe einer Wissensbasis, menschliches Schlussfolgern zu imitieren. Nachfolgend wird die Konzeption der FIS zur Quantifizierung der strategischen Fähigkeiten beschrieben.

#### Aufbau des FIS

Jedes in Kapitel 5.2.1.2 beschriebene Kausaldiagramm wird als mehrere kaskadierende FIS abgebildet (A\_Gleich 2022, S. 68). Zur Erläuterung des Aufbaus der FIS wird das Beispiel der Subfähigkeit **Zugang zu günstigen Arbeitskräften** aus dem vorherigen Kapitel aufgegriffen. Abbildung 5-8 zeigt die Kaskaden-Struktur für die Subfähigkeit sowie die entsprechenden Inputs der FIS. Die Inputs können dabei externe Indices (gelb), unternehmensspezifische Kennzahlen (rot) oder Einschätzungen auf Ordinalskalen (blau) sein. Die Subfähigkeit Zugang zu günstigen Arbeitskräften besteht in Summe aus vier Aggregationsebenen. Auf der ersten und damit untersten Ebene sind die FIS **Attraktivität des Standortes für Arbeitnehmer** und das FIS **Anforderungen an günstige Arbeitskräfte** zu finden. Das erste FIS **Attraktivität des Standortes für Arbeitnehmer** wird durch den Wohlstand des Landes, die politische Stabilität, die Distanz zur nächsten Großstadt als auch die rechtlichen Bedingungen für Arbeitnehmer gespeist. Diese werden durch externe Indices bzw. durch die Distanz in Kilometern quantifiziert. Der durch das FIS bestimmte Output für die Standortattraktivität stellt dabei gleichzeitig Input für das FIS **Verfügbarkeit von günstigen Arbeitskräften** auf der

zweiten Aggregationsebene dar, welche zusätzlich durch Wettbewerber auf dem Arbeitsmarkt (quantifiziert durch eine Ordinalskala) und dem Output des FIS **Anforderungen an günstige Arbeitskräfte** beeinflusst wird. Der Output dieses FIS fließt abermals in das FIS Lohnkostenpotential auf der dritten Aggregationsebene ein. Zusätzlich fließen die Arbeitsproduktivität (quantifiziert durch das BIP), Lohnniveau (quantifiziert durch den IW Arbeitskostenindex) und die Koordinationskosten (Output des FIS **Koordinationskosten**) ein. Das daraus resultierende Lohnkostenpotential determiniert letztlich auf der vierten und damit obersten Aggregationsebene in Kombination mit dem Ausmaß der Nutzung manueller Arbeit, welche invers zum Automatisierungsgrad ist, den **Zugang zu günstigen Arbeitskräften**. (Steier et al. 2023a, S. 702–703)

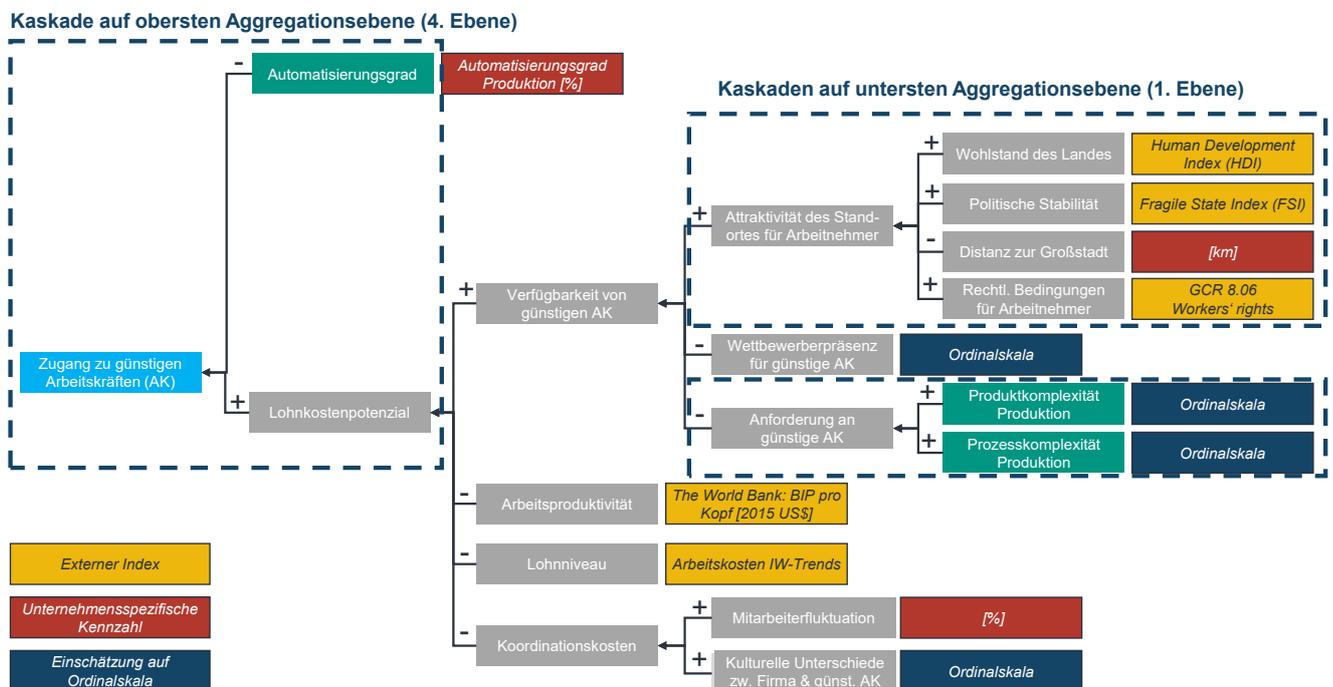


Abbildung 5-8: FIS der Subfähigkeit Zugang zu günstigen Arbeitskräften (Steier et al. 2023a, S. 703)

Jedes FIS besteht damit aus mehreren **Inputs** und einem **Output**, welche spezifischen **Zugehörigkeitsfunktionen** folgen. Die Aggregation der Inputs zu einem Output erfolgt über eine **Regelbasis**. Nachfolgend werden Inputgrößen, Zugehörigkeitsfunktion sowie Regelbasis beschrieben.

## Inputs

Gemäß des vernetzen Denkens nach Gomez & Probst (1995) lassen sich die Einflussfaktoren der Wirkzusammenhänge, also die Inputs der FIS, hinsichtlich ihrer Beeinflussbarkeit unterscheiden. So sind diese entweder konfigurative Entscheidungen und damit

im Rahmen der Netzwerkkonfiguration beeinflussbar oder Faktoren aus der internen oder externen Unternehmensumwelt und damit nicht beeinflussbar.

Ferner unterscheiden sich die Inputs hinsichtlich ihres Ursprungs. Diese können entweder intern aus dem Unternehmen oder aus einer externen Quelle entstammen. Zuletzt lassen sich die Faktoren in qualitative und quantitative Faktoren unterteilen. Die beeinflussbaren Faktoren, welche mit den Konfigurationsentscheidungen gleichzusetzen sind, wurden in Kapitel 5.1.1 bereits behandelt. Zur Quantifizierung von externen Umweltfaktoren werden externe Indizes aus öffentlich zugänglichen Datenbanken herangezogen. Sollte kein passender Index vorliegen, werden subjektive Einschätzung mithilfe von Ordinalskalen getroffen. Für interne Umweltfaktoren werden Unternehmenskennzahlen genutzt. Auch hier werden im Fall von nicht vorliegenden Kennzahlen subjektive Einschätzungen auf einer Ordinalskala getroffen. Abbildung 5-9 fasst die Arten von Einflussfaktoren zusammen, welche im Nachfolgenden genauer beschrieben werden.

Ursprung	intern	Konfigurationsentscheidungen	Konfigurationsentscheidungen	beeinflussbar
		Unternehmenskennzahlen (bspw. Kapazitäten)	Linguistische Beschreibungen mit Einordnung durch Ordinalskalen (bspw. Lead-Verantwortung)	
		Interne Umweltfaktoren	Interne Umweltfaktoren	
	extern	Unternehmenskennzahlen (bspw. Produktvarianten)	Subjektive Einschätzung mit Ordinalskalen (bspw. Anforderungen an Mitarbeiter)	nicht beeinflussbar
		externe Umweltfaktoren	externe Umweltfaktoren	
		Externe Indizes aus öffentlich zugänglichen Datenbanken (bspw. Korruptionsindex)	Subjektive Einschätzung mit Ordinalskalen (bspw. Wettbewerbsintensität)	
		quantitativ	qualitativ	
Quantifizierbarkeit				
				Beeinflussbarkeit

Abbildung 5-9: Klassifizierung der Einflussfaktoren für die FIS (in Anlehnung an A\_Persoon 2022, S. 40)

Für die Inputart **Subjektive Einschätzung** wird eine 7-stufige Ordinalskala verwendet, wobei eine 1 mit dem linguistischen Begriff „sehr niedrig“ und eine 7 mit „sehr hoch“ assoziiert wird. Für die Inputarten **Unternehmenskennzahl** und **externe Indizes** werden die in den Tabelle 5-3 respektive Tabelle 5-4 dargestellten Kennzahlen genutzt.

Tabelle 5-3: Kennzahlen der internen Umwelt (Unternehmenskennzahlen)

<b>Input</b>	<b>Kennzahl</b>
Logistikkosten	<i>Kosten / Stück und Kilometer</i>
Konkurrenz um Lieferanten in der Region	<i>Anzahl Konkurrenten in der Region</i>
Distanz zur nächsten Großstadt	<i>Distanz in Kilometer</i>
Mitarbeiterfluktuation	<i>Jährliche Fluktuation in Prozent</i>
Anzahl Kooperationen mit Universitäten	<i>Anzahl der Kooperationen</i>
Verwendung von recyceltem Material	<i>Anteil recyceltes Material je Produkt in Prozent</i>
Wertdichte	<i>Wert in € / Kilogramm</i>

Tabelle 5-4: Kennzahlen der externen Umwelt (externe Indizes)

<b>Input</b>	<b>Kennzahl / Index</b>	<b>Quelle</b>
Handelsoffenheit	<i>GCR 7B Trade Openness</i>	World Economic Forum (2020)
Steuersatz	<i>Tax Attractivness Index</i>	Schanz (2024)
Bereitschaft des Staates für Subventionen	<i>World Bank Index: Subsidies &amp; other transfer</i>	World Bank Open Data (2024b)
Zuverlässigkeit der Infrastruktur	<i>GCR 2A Transport Infrastructure</i>	World Economic Forum (2020)
Wohlstand des Landes	<i>Human Development Index (HDI)</i>	United Nations (2024)
Politische Stabilität	<i>Fragile State Index (FSI)</i>	The Fund for Peace (2024)
Rechtl. Bedingungen für Arbeitnehmer	<i>GCR 8.06 Workers' rights</i>	World Economic Forum (2020)
Fähigkeiten der Arbeitnehmer	<i>GCR 6B Skills of current workforce</i>	World Economic Forum (2020)
Arbeitsproduktivität	<i>World Bank: BIP pro Kopf [US\$]</i>	World Bank Open Data (2024a)
Lohnniveau	<i>Arbeitskosten IW-Trends</i>	Schröder (2019)
Forschungscluster	<i>GCR 12B Research &amp; Development</i>	World Economic Forum (2020)
Grad der Nutzung grüner Energie	<i>GCR 1.25 Renewable energy regulation</i>	World Economic Forum (2020)
Energiebezogene Ressourceneffizienz	<i>GCR 1.24 Energy efficiency regulation</i>	World Economic Forum (2020)
Rechtl. Bedingungen für Arbeitnehmer	<i>GCR 8.06 Workers' rights</i>	World Economic Forum (2020)
Verfügbarkeit flexibler Gehaltsstrukturen	<i>GCR 8A Flexibility of labourmarket</i>	World Economic Forum (2020)

## Zugehörigkeitsfunktionen

Für jede Input- und Outputvariable werden standardmäßig die drei linguistischen Terme „niedrig“, „mittel“ und „hoch“ definiert. Eine Restriktion der linguistischen Terme auf drei Terme soll die Gesamtkomplexität des Systems geringhalten und gleichzeitig einen hinreichend hohen Detailgrad garantieren. Darüber hinaus wird sichergestellt, dass die Anzahl an maximal zu formulierenden Regeln je FIS reduziert wird. Für den Fall, dass

jede Kombination von Inputvariablen in einem FIS einzeln in einer Regel definiert werden muss, wie dies bei einer eventuellen Gewichtung einer Inputvariable nötig sein kann, beschränkt sich bei einem FIS mit drei Input- und einer Outputvariablen die maximale Anzahl an zu formulierenden Regeln damit auf 27 (A\_Gleich 2022, S. 69–70; Steier et al. 2023a, S. 703).

Die Gestaltung der Zugehörigkeitsfunktion (ZF) folgt keinen festen Regeln, sondern muss je nach zugrundeliegendem Problem ausgestaltet werden (Olvera-García et al., 2016, S. 60). Da für die Bestimmung aller Subfähigkeiten eine hohe Anzahl an FIS berechnet werden muss und lineare ZF zu geringeren Rechenzeiten führen (Kahlert, 1995, S. 15), werden in der vorliegenden Arbeit trapezförmige ZF verwendet (A\_Gleich 2022).

Die standardmäßigen ZF der definierten linguistischen Terme niedrig, mittel und hoch einer Outputvariablen sind in Abbildung 5-10 dargestellt. Als Defuzzifizierungsmechanismus wird die Schwerpunktmethode verwendet (siehe Kapitel 2.3.2). Um sicherzustellen, dass die Outputvariablen im gesamten Intervall  $[0; 1]$  resultieren, werden die ZF für niedrig und hoch symmetrisch um die Werte 0 bzw. 1 angeordnet. Es ist zu beachten, dass bei einem negativen Kausalzusammenhang ein hoher Wert als negativ zu deuten ist und somit zu einem geringen Ergebnis des anschließenden FIS führt. Ein niedriger Wert führt hingegen im Fall des negativen Zusammenhangs zu einem hohem Outputwert des anschließenden FIS. Für die standardmäßige Zielfunktion der Inputvariablen wird die gleiche Struktur für niedrig, mittel und hoch angewendet, wobei eine Verlängerung über das Intervall  $[0, 1]$  nicht erforderlich ist.

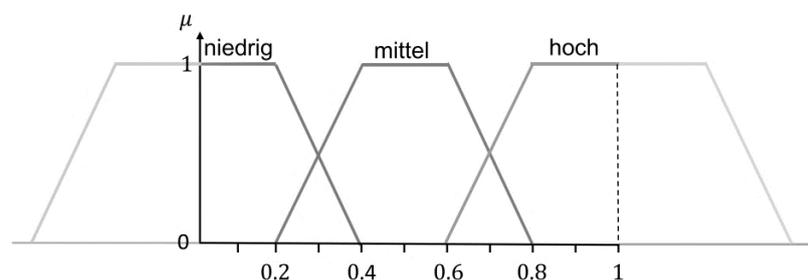


Abbildung 5-10: Standardmäßige Zugehörigkeitsfunktion einer Outputvariablen (A\_Gleich 2022, S. 71)

Für externe Indizes ist eine fallspezifische Anpassung der Zugehörigkeitsfunktionen erforderlich, da solche Indizes zwar normiert sind (meist zwischen  $[0, 100]$  bzw.  $[0, 1]$ ), jedoch die Ausprägungen nicht den gesamten Bereich des Intervalls abdecken. Eine Definition der ZF über das gesamte Intervall würde daher dazu führen, dass gewisse

Inputvariablen nie aktiviert werden. Somit ist eine Normierung auf den Wertebereich erforderlich. Dafür werden je Index vier Lage- und Streuungsparameter berechnet, um schließlich die ZF zu definieren: (A\_Persoon 2022, S. 58–59)

- Das **arithmetische Mittel** aller Ausprägungen des Indizes definiert die Mitte der ZF „mittel“, wodurch die trapezförmige ZF symmetrisch um diesen Wert definiert wird.
- Die **Standardabweichung** aller Ausprägungen des Indexes nimmt Einfluss auf die Breite der ZF „mittel“. Ist die Standardabweichung  $> 20$  (bzw.  $> 0.2$ ), beträgt die Breite der ZF „mittel“ (mit Zugehörigkeitsgrad  $\mu = 1$ ) 20 (bzw. 0.2) Längeneinheiten. Im Gegensatz dazu wird die Breite auf 10 (bzw. 0.1) Längeneinheiten verkleinert, wenn die Standardabweichung der Index-Werte  $< 20$  (bzw.  $< 0.2$ ) ist.
- Das **Minimum** aller Ausprägungen wird auf die nächsttiefere Zahl, welche sich restlos durch fünf teilen lässt, abgerundet und bildet damit den linken Rand des waagerechten Bereichs ZF für „niedrig“. Der seitliche, linke Funktionsbereich beginnt mit der Zugehörigkeit 1 an dem Randwert und verläuft senkrecht bis zur x-Achse bzw. bis die Zugehörigkeit 0 beträgt.
- Das **Maximum** aller Ausprägungen des Indexes wird auf die nächsthöhere Zahl, welche sich restlos durch fünf teilen lässt, aufgerundet und definiert somit den rechten Rand des Plateaus der ZF für „hoch“. Der seitliche, rechte Bereich der ZF verläuft senkrecht bis zur x-Achse.

Durch die Ausgestaltung anhand dieser Lage- und Streuparameter wird analog zu der standardmäßigen Definition sichergestellt, dass sich die Zugehörigkeitsfunktionen für die Fuzzy-Variablen niedrig und mittel bzw. mittel und hoch bei  $\mu = 0,5$  schneiden. Die Ausgestaltung soll am Beispiel des Index **Mitarbeiterqualifikation (GCR 6B Skills of current workforce)** demonstriert werden (Abbildung 5-11). Hierfür ergeben sich folgende Lage- und Streuungsparameter: Arithmetisches Mittel = 61,26, Standardabweichung = 14,46, Minimum = 29,04, Maximum = 86,72. resultierende Zugehörigkeitsfunktionen sehen wie folgt aus:

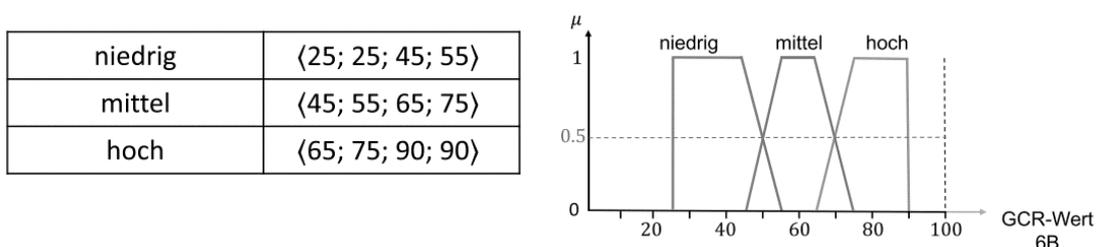


Abbildung 5-11: Zugehörigkeitsfunktion des externen Indizes GCR 6B skill of current workforce (A\_Persoon 2022, S. 59)

Eine weitere fallspezifische Anpassung ergibt sich, wenn für Inputvariablen keine symmetrische Form der Zugehörigkeitsfunktionen angenommen werden kann (A\_Gleich 2022, S. 71ff.). Dies ist bspw. bei der Kapazitätsauslastung der Fall. Die Kapazitätsauslastung kann theoretisch Werte im Intervall  $[0, 1]$  annehmen. Ab einer Kapazitätsauslastung von weniger als 60% ist diese als niedrig zu definieren. Von einer hohen Auslastung wird ab einem Wert von 90% gesprochen. Dadurch ergibt sich eine Rechtsverschiebung für die Zugehörigkeitsfunktionen (Abbildung 5-12, links). Analog ergibt sich eine Linksverschiebung für bspw. die Mitarbeiterfluktuation. So ist hier ab einem Wert von 25% von hoch zu sprechen (Abbildung 5-12, rechts). Die Definition der Grenzen für die Fuzzy-Variablen niedrig, mittel und hoch muss je nach Branchenkontext angepasst werden.

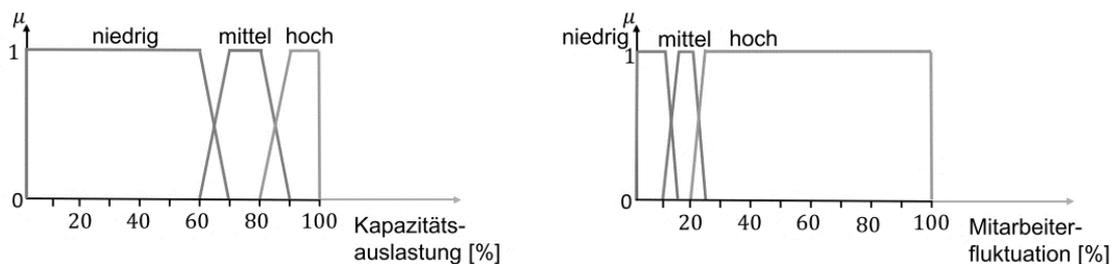


Abbildung 5-12: Zugehörigkeitsfunktion der Kapazitätsauslastung (links) und der Mitarbeiterfluktuation (rechts) (A\_Persoon 2022, S. 61)

## Regelbasis

Für die Inferenz wird eine standardmäßige Regelbasis verwendet, die situativ für gewisse FIS angepasst wird. Für drei Inputvariablen ergibt die standardmäßige Regelbasis drei Regeln, die in Tabelle 5-5 dargestellt sind. Durch die „Oder“-Verbindung der Inputvariablen sind die Regeln wie folgt zu lesen:

- Wenn einer der Inputs hoch ist, ist der Output auch hoch.
- Wenn einer der Inputs mittel ist, ist der Output auch mittel.
- Wenn einer der Inputs niedrig ist, ist der Output auch niedrig.

Grundsätzlich können mehr Regeln gleichzeitig aktiviert werden. Es wird jedoch sichergestellt, dass mindestens eine Regel aktiviert bzw. „gefeuert“ wird. Erhöht oder verringert sich die Anzahl der Inputvariablen, bleibt die Anzahl der Regeln zwar konstant, es verringern oder verlängern sich jedoch die „Oder“-Verkettungen. Bei mehr Inputgrößen wird die standardmäßige Regelbasis analog erweitert. Die Anzahl der Regeln ändert sich dabei nicht.

Tabelle 5-5: Standardregeln FIS mit drei Inputvariablen (A\_Persoon 2022, S. 62)

	Input 1		Input 2		Input 3		Output
Wenn	hoch	∧	hoch	∧	hoch	dann	hoch
Wenn	mittel	∧	mittel	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	niedrig	∧	niedrig	∧	niedrig	dann	niedrig

Für die Inferenz wird die MAX-MIN-Inferenz (oder auch Mamdani-Inferenz) genutzt. (A\_Gleich 2022, S. 17) Diese besagt, dass bei einer „Oder“-Verbindung der maximale Wert der Inputvariablen bzw. bei einer „Und“-Verbindung der minimale Wert der Inputvariablen übergeben wird. Die Defuzzifizierung der resultierenden Fuzzy-Outputvariable erfolgt über die Schwerpunktmethod (vgl. Kapitel 2.3.2). Abbildung 5-13 zeigt die beispielhafte Berechnung für zwei Inputvariablen.

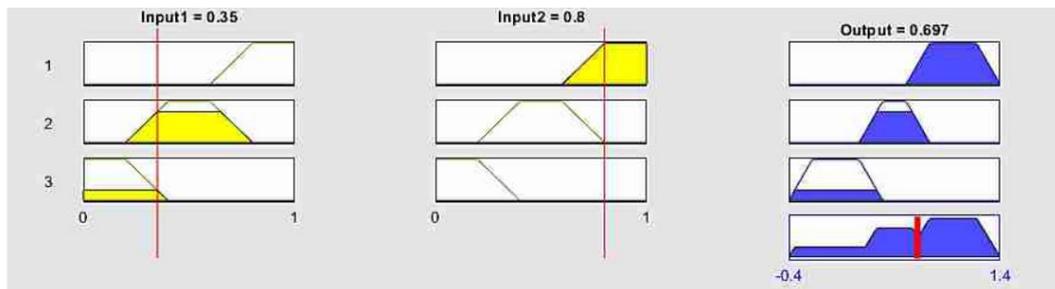


Abbildung 5-13: Ausführung der Standardregeln mit zwei Inputvariablen 0,35 und 0,8 (Auszug aus dem MATLAB Fuzzy Logic Designer) (A\_Persoon 2022, S. 62)

Alle resultierenden FIS der Subfähigkeiten inklusive der gewählten Inputs sowie der definierten Regelbasen sind in Anhang A.4 dargestellt.

#### 5.2.1.4 Aggregation und Visualisierung der Outputs

##### Aggregation der Subfähigkeiten zu strategischen Fähigkeiten

Zur Ermittlung der Scores für die strategischen Fähigkeiten auf Standortebene wird standardmäßig von einer Gleichgewichtung der Subfähigkeiten ausgegangen. Diese kann jedoch auch individuell angepasst werden, um gewissen Subfähigkeiten ein höheres Gewicht zu geben. Die Aggregation folgt der nachfolgenden Formel (A\_Persoon 2022, S. 70):

$$NWF_j^s = \sum_{k=1}^K \frac{w_{k,j}^1}{\sum_k w_{k,j}^1} \times SF_{k,j}^s \quad \forall j \in J, s \in S \quad \text{Formel 5-1}$$

mit

$NWF_j^s$  = Netzwerkfähigkeit j für den Standort s

- $SF_{k,j}^s$  = Subfähigkeit k der Netzwerkfähigkeit j für Standort s
- $w_{k,j}^1$  = Gewichtungsfaktor der Subfähigkeit k für Netzwerkfähigkeit j
- $J$  = Menge der Netzwerkfähigkeiten
- $K$  = Menge der Subfähigkeiten
- $S$  = Menge der Standorte

**Aggregation der Standort-Scores zu Netzwerk-Scores**

Um einen Netzwerk-Score je Fähigkeit zu erhalten, müssen die einzelnen Standort-Scores aggregiert werden. Eine Gleichgewichtung wie im Vorherigen würde jedoch der Tatsache nicht gerecht werden, dass sich die Standorte wesentlich hinsichtlich ihrer Größe und Ausrichtung unterscheiden können. Diese Standortunterschiede charakterisieren, inwiefern die Standorte mit ihren Fähigkeiten zum Netzwerk in Summe beitragen. So ist der Standortbeitrag zur Marktnähe wesentlich vom Anteil des Absatzes des Standortes am Gesamtabatz abhängig. Die Skalen- und Verbundeffekte in der Fertigung hingegen werden über das Fertigungsvolumen determiniert. Demnach wird für jede strategische Fähigkeit ein passender Gewichtungsschlüssel definiert, welcher in Tabelle 5-6 dargestellt ist. Die Gewichtungsschlüssel lassen sich jedoch entsprechend des Projektkontext und der Präferenzen der Entscheidungsträger anpassen. (A\_Person 2022, S. 71–73)

Tabelle 5-6: Gewichtungsschlüssel je Subfähigkeiten (A\_Person 2022, S. 72)

Netzwerkfähigkeit	Subfähigkeit	Gewichtungsschlüssel
Zugang zu Märkten	Marktnähe	Absatzvolumen
	Vermeidung von Zöllen	Umsatzvolumen
	Vermeidung von Steuern	Mitarbeiteranzahl
	Zugang zu Subventionen	Gleichgewichtung
	Imagefaktoren	Umsatzvolumen
Zugang zu Ressourcen	Zugang zu Lieferanten	Einkaufsvolumen
	Zugang zu Fachkräften	Mitarbeiteranzahl
	Zugang zu günstigen Arbeitskräften	Mitarbeiteranzahl
Lernfähigkeit	Zugang zu externem Wissen	Umsatzvolumen
	Zugang zu internem Wissen	Produktionsvolumen
Effizienz	Skalen- und Verbundeffekte Einkauf	Einkaufsvolumen
	Skalen- und Verbundeffekte Fertigung	Fertigungsvolumen
	Skalen- und Verbundeffekte Montage	Montagevolumen
	Synergien Industrial Engineering	Mitarbeiteranzahl
Nachhaltigkeit	Ressourcenersparnis	Produktionsvolumen
	Naturraumschutz	Mitarbeiteranzahl
	Interne soziale Nachhaltigkeit	Mitarbeiteranzahl
	Externe soziale Nachhaltigkeit	Mitarbeiteranzahl
Wandlungsfähigkeit	In Hinblick auf Produkte	Produktionsvolumen
	In Hinblick auf Prozesse	Produktionsvolumen
	In Hinblick auf Volumina	Produktionsvolumen

## Visualisierung im Standortportfolio

Letztlich müssen die Ergebnisse der Ist-Analyse in einer Form visualisiert werden, um diese gemeinsam mit dem Management zu diskutieren sowie Veränderungen zu definieren. Dazu eignet sich die Darstellung im Standortportfolio, als ein graphisches Entscheidungsunterstützungsmodell, welches in Abbildung 5-14 dargestellt ist. Die strategischen Fähigkeiten werden den übergeordneten Motiven der globalen Produktion zugeordnet. Diese orientieren sich an den Standortmotiven Marktmotiv, Kostenmotiv und Ressourcenmotiv (Ferdows 1997). Komplementiert werden die drei Motive durch ein Risikomotiv, welches die Diversifikationsstrategie durch eine globale Verteilung der Wertschöpfung zum Ausdruck bringt. Hintergrund können dabei sowohl politische, soziale, umweltbedingte oder währungsbedingte Risiken sein (Abele et al. 2008, S. 26).

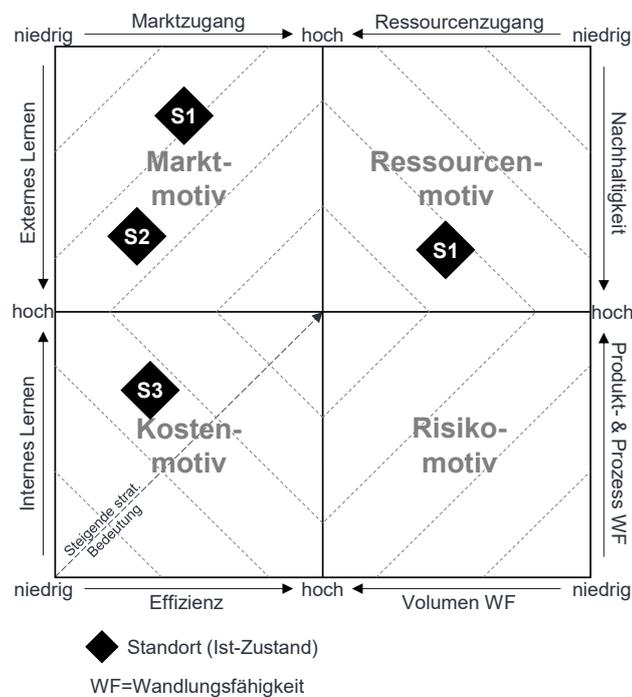


Abbildung 5-14: Standortportfolio mit Ist-Einordnung

Das Marktmotiv wird durch den **Marktzugang** und der Möglichkeit des **externen Lernens** gespeist. Das Ressourcenmotiv umfasst einerseits den **Ressourcenzugang** und andererseits die **Nachhaltigkeit**. Das Kostenmotiv wird durch **Effizienz** und **internes Lernen** (im Sinne eines KVP-Prozesses) beschrieben. Das Risikomotiv inkludiert abschließend die **Wandlungsfähigkeit hinsichtlich Volumen** sowie die **Wandlungsfähigkeit hinsichtlich der Prozesse und Produkte**. Die gestrichelten Linien stellen Isobaren gleicher strategischer Wettbewerbsfähigkeit dar. Je weiter innen die Position des Standortes ist, desto stärker erfüllt er die Fähigkeit. Es ist möglich, dass ein Standort in

mehreren der vier Quadranten erscheint, sofern das strategische Motiv für den Standort relevant ist. So bedient im illustrativen Beispiel der Standort 1 sowohl das Markt- als auch das Ressourcenmotiv. Das ist eine typische Kombination für deutsche mittelständische Maschinenbauer, da Deutschland oftmals einer der Kernmärkte ist. Gleichzeitig wird ein hohes Einkaufsvolumen über kleine spezialisierte Lieferanten im lokalen Umfeld bezogen. Diese Abwägung hinsichtlich der Motive obliegt jedoch dem Entscheider und muss fallspezifisch angepasst werden.

## 5.2.2 Erklärungsmodell auf Netzwerkebene

Das Erklärungsmodell auf Netzwerkebene beschreibt den strategischen Fit zwischen **Netzwerkstrukturen**, **strategischen Fähigkeiten** und **Unternehmensumwelt**. In Kapitel 5.2.2.1 werden zunächst die Elemente des Fit-Modells präsentiert. Um die Komplexität von Netzwerkstrukturen zielführend zu reduzieren, werden **phänotypische Strukturen** gebildet. Der Begriff Phänotyp-Ebene ist daher synonym zur Netzwerkebene zu verstehen. Phänotypische Strukturen aggregieren Netzwerkcharakteristika wie geographische Verteilung und Standortspezialisierung, die häufig gemeinsam vorkommen (siehe Kapitel 5.1.1). Das gleiche Vorgehen wird ebenfalls für die Dimensionen der strategischen Fähigkeiten und Unternehmensumwelt angewendet, um die vielfältigen Ausprägungen in einzelnen **Strategiemustern** bzw. **Umweltmustern** zu komprimieren. Kapitel 5.2.2.2 setzt die resultierenden Muster und phänotypischen Strukturen in einem Fit-als-Matching Ansatz in Verbindung. Die gefundenen Fit-Matches werden in multiplen Fallstudien validiert. Die Literaturverweise, die zur Ableitung der Muster, Phänotypen und strategischen Fits herangezogen werden, sind dem Anhang A5 zu entnehmen. Kapitel 5.2.2.3 beschreibt das gewählte Fallstudien-Design, wohingegen Kapitel 5.2.2.4 die Ergebnisse der Analyse präsentiert.

### 5.2.2.1 Elemente des Fit-Modells

Nachfolgend werden gemäß Fit-als-Gestalt die Strategiemuster, Umweltmuster und phänotypischen Strukturen erläutert, welche die Elemente des Fits-Modells darstellen.

#### Strategiemuster

Wie in Kapitel 2.1.2.2 beschrieben, kann zwischen den zwei Ebenen Produktionsstrategie und Produktionsnetzwerkstrategie unterschieden werden. Die Produktionsstrategie wird über strategische Differenzierungsfaktoren definiert, wohingegen die Produktionsnetzwerkstrategie über strategische Netzwerkfähigkeiten definiert wird. Als

Grundlage für die Ableitung von strategischen Mustern, wird das Beschreibungsmodell der Strategie aus Kapitel 5.1.2 herangezogen und angepasst. Da die Netzwerk- bzw. Phänotyp-Ebene die Schnittstelle zur Unternehmensstrategie darstellt (Friedli et al. 2014, S. 45), werden neben den strategischen Netzwerkfähigkeiten die Differenzierungsfaktoren der Produktionsstrategie explizit aufgeführt. Dadurch soll die Hebelwirkung der Netzwerkfähigkeiten auf die strategischen Differenzierungsfaktoren der Produktionsstrategie verdeutlicht werden. Daher wird die folgende Auswahl von Faktoren weiter betrachtet: **Preis/Kosten, Qualität, Lieferung, Flexibilität, Innovation, Marktzugang, Ressourcenzugang, Effizienz, Wandlungsfähigkeit, Lernfähigkeit und Nachhaltigkeit**. Durch die Darstellung der strategischen Fähigkeiten in Zielkombinationen wird eine integrierte Sichtweise der Strategie gemäß Schmenner & Swink (1998) erreicht. So werden die beiden gegensätzlichen Sichtweisen des Trade-off-Ansatzes von Skinner (1969), der die strikte Fokussierung auf einen differenzierenden Faktor vorsieht, und des kumulativen Ansatzes von Ferdows & Meyer (1990), welche für aufeinander aufbauende Fähigkeiten in ihrem Sandcone-Modell argumentieren, zusammengeführt. Im Modell führt dies, wie in Tabelle 5-7 dargestellt, zur Betrachtung einzelner strategischer Ziele (S1a, S2a, S3a, usw.) oder gegebenenfalls der Kombination zweier Ziele, die wiederum strategische Muster darstellen (S1b, S1c, S2b, usw.).

Tabelle 5-7: Strategiemuster auf Netzwerkebene

	S1a	S1b	S1c	S2a	S2b	S2c	S3a	S3b	S3c	S3d	S3e	S4a	S4b	S4c	S4d	S5a	S5b	S6a	S6b	S6c	S6d	S6e	S6f	S7a	S7b	S7c	S7d	S7e	S8a	S8b	S8c	S8d	S9a	S9b	S10a	S10b	S11a	
Preis/Kosten	x	x	x																																			
Qualität				x	x	x																																
Lieferung							x	x	x	x	x																											
Flexibilität								x				x	x	x	x																							
Innovation				x								x				x	x																					
Marktzugang									x									x	x	x	x	x	x															
Ressourcenzugang		x																	x					x	x	x	x	x										
Effizienz			x																	x				x					x	x	x	x						
Wandlungsfähigkeit										x				x								x				x				x			x	x				
Lernfähigkeit					x																	x				x				x			x	x	x			
Nachhaltigkeit											x				x		x						x				x								x	x		

Um die Zahl der möglichen Kombinationen zu begrenzen und damit die Übersichtlichkeit und Anwendbarkeit des Modells zu erhöhen, werden nur Muster berücksichtigt, die aus maximal zwei strategischen Zielen bestehen. Die endgültigen Muster ergeben sich aus den identifizierten Interdependenzen in der Netzwerkkonfiguration und verkörpern die in der einschlägigen Literatur beobachteten Fähigkeiten bzw. Kombinationen. Der Vollständigkeit halber und um keinen differenzierenden Faktor zu vernachlässigen, werden alle Faktoren zumindest einzeln in das Modell aufgenommen. Aufgrund des Umfangs werden im Folgenden nicht alle Muster erörtert, sondern lediglich zwei stellvertretend beschrieben. Alle weiteren Strategiemuster sind Anhang A5.1 zu entnehmen.

**Strategiemuster S1b und S1c:** Einer der prominentesten Differenzierungsfaktoren, der sich in der Literatur herauskristallisiert hat, ist der Aspekt **Preis/Kosten**. Dies impliziert, dass die Preiserwartungen der Kunden erfüllt oder übertroffen werden (Friedli et al. 2014), oder dass sich das Unternehmen durch niedrige Produktionskosten auszeichnet. Wie die Betrachtung der Interdependenzen der Netzwerkkonfiguration zeigt, kann dies im Wesentlichen in Verbindung mit zwei bestimmten Netzwerkfähigkeiten realisiert werden. Niedrige Produktionskosten können z.B. die Folge günstiger Inputfaktoren sein. Entsprechende Produktionsnetzwerke zeichnen sich daher durch niedrige Faktorkosten aus. Diese lassen sich auf den gezielten **Zugang zu Ressourcen** zurückführen. Demnach profitiert das Unternehmen von der Nähe bzw. dem Zugang zu Lieferanten und Rohstoffen (Ferdows 2008; Ferdows et al. 2016; Friedli et al. 2016; Rudberg & Olhager 2003). Darüber hinaus können niedrige Preise oder Kosten auch beispielsweise durch Größen- und/oder Verbundvorteile oder die Vermeidung von Redundanzen erzielt werden. Folglich spielt das Streben nach **Effizienz** als komplementäre Netzwerkfähigkeit eine Schlüsselrolle bei der preis-/kostenbasierten Differenzierung. Die Vorteile für das Unternehmen ergeben sich somit aus der Bündelung von Produktionsumfängen und/oder -prozessen (Rudberg 2004; Ferdows 2008; Ferdows et al. 2016).

### **Umweltmuster**

Die Strategiemuster lassen sich eindeutig bestimmen, indem die hoch priorisierten Differenzierungsfaktoren bestimmt werden. Hinsichtlich der Umwelt ist eine derartig klare und eindeutige Unterscheidung der Muster nicht möglich. Der Grund hierfür liegt an der Vielfältigkeit der denkbaren Merkmalsausprägungen der einzelnen Umweltfaktoren sowie der Granularität der Betrachtung. So lassen sich die Faktorkosten beispielsweise in weitere Untergruppierungen, wie Personal-, Kapitel-, Material- und Energiekosten,

aufschlüsseln. Deren Größenordnung kann in Abhängigkeit des zu produzierenden Gutes stark variieren. Gleichzeitig unterliegen die Umweltfaktoren einer hohen Dynamik, sodass eine statische Betrachtung nicht ausreichend wäre (Lanza et al., 2019). Eine detaillierte Ausgestaltung aller möglichen Merkmalsausprägungen in einer Matrix, analog zu den strategischen Fähigkeiten, wäre nicht zielführend. Aus diesem Grund werden mehrere Merkmalsausprägungen zu zehn Umweltmustern (E1-E10) aggregiert, die Tabelle 5-8 dargestellt sind.

Tabelle 5-8: Umweltmuster auf Netzwerkebene

	Interne Einflüsse		Externe Einflüsse				
	Produktcharakteristika	Prozesscharakteristika	Beschaffungsmarkt	Absatzmarkt	Faktorkosten	Logistik	politische Faktoren
E1	niedrige Wertdichte		lokal heterogen	lokal heterogen	niedrig	hohe Kosten	allgemeine Transferbeschränkungen
E2	niedrige Wertdichte		lokal homogen	lokal homogen	niedrig	hohe Kosten	allgemeine Transferbeschränkungen
E3	hohe Variantenvielfalt	hohe Stückzahlen, niedrige Prozessvielfalt.	global	global			
E4	hohe Variantenvielfalt	hohe Stückzahlen, hohe Prozessvielfalt.	global	global			
E5	hohe Wertdichte		lokal	global	niedrig	niedrige Kosten	
E6	hohe Wertdichte		lokal	lokal	niedrig	niedrige Kosten	
E7	hohe Wertdichte, Standardteile	teilweise standardisiert	global homogen	regional/lokal heterogen	absatzseitig ggf. niedrig	niedrige Kosten	allgemeine Transferbeschränkungen
E8	hohe Wertdichte, Standardteile	teilweise standardisiert	regional heterogen	lokal heterogen	niedrig	niedrige Kosten	regionale Transferbeschränkungen
E9	hohe Komplexität, Standardteile	teilweise standardisiert	lokal homogen	global homogen/heterogen	niedrig	niedrige Kosten	
E10	hohe Wertdichte	hohe Stückzahlen	global heterogen	global homogen	Betriebsmittelkosten.: + Lohnkosten: -	Branchenbedingte, lange Lieferzeiten	

**Interne Einflüsse** referenzieren auf Eigenschaften des **Produktes** und der erforderlichen **Prozesse**, wie bspw. Wertdichte, Varianten- und Prozessvielfalt, Produktkomplexität und Stückzahl. Zur Vereinfachung begrenzt sich das Fit-Modell meist auf die formellen Ausprägungen hoch und niedrig. Eine ähnlich abstrahierende Einschränkung liegt auch für die **Faktorkosten** sowie die **Logistik**, die sich auf die Transportfähigkeit des Produkts und der damit verbundenen Logistikkosten bezieht, vor. Zur

Charakterisierung von **Absatz-** und **Beschaffungsmarkt** werden die Heterogenitätsgrade aus Kapitel 5.1.3 (Abbildung 5-5) herangezogen. Ebendiese Formen der Marktdifferenzierung werden in der Konsequenz in das Fit-Modell der vorliegenden Arbeit aufgenommen. Unter dem Aspekt **politische Faktoren** werden Transferbeschränkungen (wie z. B. Zölle, LC Anforderungen) geführt, die Warenströme und damit die Gestaltung von GPN beeinflussen. Die Verweise aus der Literatur zur Ableitung der Umweltmuster sind in Anhang A.5.2.

### Phänotypische Netzwerkstrukturen

In der Literatur lassen sich verschiedene phänotypische Netzwerkstrukturen identifizieren (Abele et al. 2008; Rudberg 2004; Shi & Gregory 1998; Feldmann & Olhager 2019), die jedoch für die Untersuchung des strategischen Fits eine unzureichende Detailierung liefern. Auf der Grundlage des Beschreibungsmodells der Netzwerkkonfiguration lassen sich durch die morphologische Kombination der beschreibenden Elemente **zehn phänotypische Netzwerkstrukturen** ermitteln. Diese sind mit ihren jeweiligen Ausprägungen der Netzwerkeigenschaften in Tabelle 5-9 dargestellt.

Tabelle 5-9: Phänotypische Netzwerkstrukturen

**Abkürzungen:**  
 K = Komponentenwerk  
 M = Montagewerk

	Standort-varietät	Standort-spezialisierung						Geographische Verteilung				Verbindung zwischen den Standorten				Beschaffungsmarkt		Absatzmarkt	
		bzgl. Produkt		bzgl. Prozess		Komponentenwerke		Montagewerke		linear		divergent		konvergent		lokal	global	lokal	global
		komplementär	redundant	spezialisiert	flexibel	spezialisiert	flexibel	konzentriert	verteilt	konzentriert	verteilt	linear	divergent	konvergent	gemischt	lokal	global	lokal	global
Markt-fokus	Local for Local	x		x			x		x		x					x		x	
	Transplant		x	x			x		x		x					x		x	
Produkt-fokus	Concentrated Product Plants	x		x			x	x		x						x			x
	Dispersed Product Plants	x		x			x		x		x					x			x
Prozess-fokus	Global Value Chain	x			x	x			x		x	x				x			x
	Local Value Chain	x			x	x			x		x	x				x		x	
Kombi. Fokus	Global Hub and Spoke	x		M	K	M		x			x		x				x	x	
	Local Hub and Spoke	x		M	K	M			x		x		x			x		x	
Kein Fokus	World Factory				x		x	x		x							x		x
	Component Network	x	K	K	M	K	M		x	x				x		x			x

Somit ergeben sich zunächst die beiden marktfokussierten Strukturen **Local for Local** und **Transplant**. Diese zeichnen sich jeweils durch global verteilte Standorte mit lokaler Anbindung an den Beschaffungs- und Absatzmarkt aus. Eine Verbindung zwischen den einzelnen Standorten besteht nicht, da jedes Werk ganze Produkteinheiten herstellt. Dementsprechend sind diese Standorte produktbezogen spezialisiert und prozessbezogen flexibel. Der zentrale Unterschied zwischen diesen beiden Netzwerkstrukturen liegt in ihrer Standortvielfalt. Während sich die komplementären Werke einer **Local for Local**-Struktur inhaltlich unterscheiden, da die hergestellten Produkte an die spezifischen Anforderungen des jeweiligen Marktes angepasst werden, produzieren die redundanten Standorte der **Transplant**-Struktur das gleiche Produkt (Friedli et al., 2014; Kampker et al., 2005).

Die zwei produktfokussierten Strukturen unterscheiden sich durch ihre geographische Verteilung. Während die Produktionsstandorte der sogenannten **Concentrated Product Plants** geographisch in der gleichen Region konzentriert sind, sind die der **Dispersed Product Plants** weltweit verteilt. Die übrigen Strukturmerkmale sind dagegen identisch. Sie beschaffen ihre Waren weltweit und verkaufen sie auf die gleiche Weise. Charakteristisch für diese Strukturen ist, dass jeder Produktionsstandort ein anderes Produkt herstellt, was sich in der produktbezogenen Standortspezialisierung niederschlägt. Folglich sind diese Standorte auch komplementär und nicht miteinander verknüpft (Friedli et al., 2014; Kampker et al., 2005).

Ebenso lassen sich zwei prozessfokussierte Strukturen erkennen, nämlich die **Global Value Chain** und **Local Value Chain**. Generell zeichnen sich die prozessorientierten Strukturen dadurch aus, dass jeder Produktionsschritt an einem anderen Standort stattfindet und sich die beiden Phänotypen nur in ihrer Marktdifferenzierung unterscheiden, da ihre Anbindung zum Absatzmarkt unterschiedlich ist (Friedli et al. 2014). Dementsprechend sind die Standorte in Bezug auf ihren Prozessschritt spezialisiert, aber in Bezug auf die Produkte flexibel. Da sich die Werke somit gegenseitig ergänzen, sind sie komplementär. Durch ihre sequenzielle Verknüpfung sind die einzelnen Standorte beider Ausprägungen zudem linear miteinander verbunden.

Die Strukturen **Global Hub and Spoke** und **Local Hub and Spoke** zeichnen sich durch ihre kombinierte Markt- und Prozessfokussierung und eine divergente Verbindung der Standorte aus. Während in den Komponentenwerken (Hubs) des Netzwerks kundenanonym Standardteile und/oder Baugruppen hergestellt werden, werden diese in den Montagewerken (Spokes) kundenauftragsbezogen entsprechend den spezifischen

Anforderungen des jeweiligen lokalen Absatzmarktes zu Fertigprodukten weiterverarbeitet. Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Netzwerktypen liegt in der geographischen Verteilung. Dabei konzentrieren sich die Komponentenwerke einer **Global Hub and Spoke** Struktur auf einen Standort und beziehen ihre Vorleistungen global. Somit erstreckt sich dieses Produktionsnetzwerk über ein weltweites Gebiet. Im Gegensatz dazu ist ein **Local Hub and Spoke** Netzwerk nur in einer bestimmten Region tätig, ordnet die Komponentenwerke geographisch verstreut an und hat eine lokale Anbindung an Beschaffungsmärkte (Friedli et al., 2014). Durch die Umkehrung der Hub and Spoke-Struktur, d.h. die Konvergenz der Standortverbindungen, lässt sich implizit ein weiterer Netzwerktyp ableiten, der im Folgenden als **Component Network** bezeichnet wird. Global verteilte Komponentenwerke produzieren mit lokalen Ressourcen halbfertige Standardprodukte, die dann in konzentrierten Montagewerken weiterverarbeitet und weltweit verkauft werden. Dabei sind Komponenten- und Montagewerke komplementär zueinander, während letztere zueinander redundant sind. Die **World Factory** stellt einen Sonderfall dar, da sie nicht wirklich als Netzwerk klassifiziert werden kann. Stattdessen werden alle Produkte in einem einzigen Werk für den gesamten Weltmarkt hergestellt (Abele et al., 2008). Abbildung 5-15 visualisiert die zehn phänotypischen Netzwerkstrukturen schematisch. Die zugrundeliegende Literaturanalyse ist in Anhang A5.3 dargestellt.

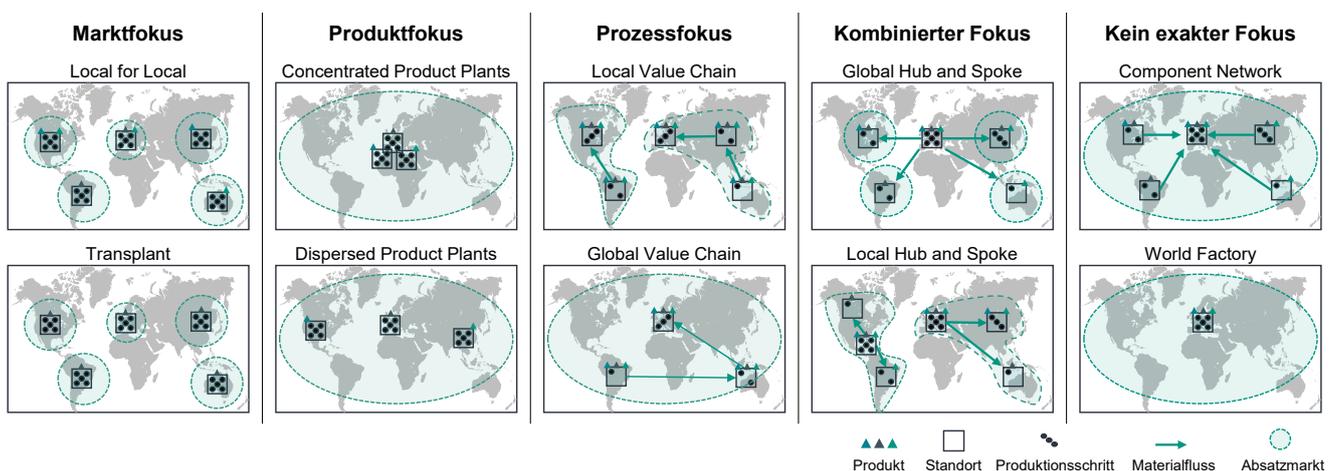


Abbildung 5-15: Schematische Darstellung der abgeleiteten phänotypischen Netzwerkstrukturen

### 5.2.2.2 Ausgestaltung des FIT-Modells auf Netzwerkebene

Nachfolgend werden die zuvor beschriebenen Elemente im Fit-Modell in Verbindung gebracht. Das Fit-Modell besteht aus zwei Partialmodellen. Das **Strategie-Struktur-**



für die zehn Netzwerkphänotypen die gefunden Wirkzusammenhänge zu den strategischen Mustern präsentiert.

Der Phänotyp **Local for Local** zeichnet sich durch autarke Standorte in lokalen Märkten aus, wodurch sich die einzelnen Standorte auf ihr lokales Umfeld optimieren können. In der Literatur sind eine Vielzahl von Fit-Beziehungen zu finden. Ein wesentlicher Vorteil ist die Marktnähe (Abele et al. 2008), welche den Fit zu Lieferung (S3a) sowie zu den Kombinationen Lieferung mit Flexibilität (S3b), Marktzugang (S3c), Wandlungsfähigkeit (S3d) und Nachhaltigkeit (S3e) konstituiert. Die verkürzten Lieferwege implizieren ebenfalls einen Fit zur Nachhaltigkeit (S11), da Emissionen durch Transporte eingespart werden. Die lokale Anpassung ermöglicht den Marktzugang (S6a) auch in Kombination mit Ressourcenzugang (S6b), Wandlungsfähigkeit (S6d) und Nachhaltigkeit (S6e). Über die Autarkie der Standorte kann auch eine hohe Effizienz argumentiert werden, indem sich die Standorte optimieren (Colotla et al. 2003), wodurch die Fits S7e, S8b und S8d begründet werden. Harre (2006) argumentiert, dass die Standorte durch die Autarkie eine hohe Flexibilität (S4c, S4d) und Wandlungsfähigkeit (S9a, S9b) aufweisen. In der Ausprägung der Local for Local Struktur im Sinne der „Footloose Networks“ nach Ferdows et al. (2016) lässt sich auch ein Fit zu Kosten und Ressourcenzugang (S1b) argumentieren, da die lokalen Standorte im Footloose Network auf die Realisierung von lokalen Standortvorteilen abzielen. Aufgrund der Ähnlichkeit der **Transplant**-Struktur lassen sich viele Fit-Beziehungen übertragen. Der wesentliche Unterschied liegt darin, dass Standorte in der Transplant-Struktur weltweit standardisierte Produkte fertigen. Dies ermöglicht standortübergreifende Lerneffekte, indem Verbesserungen (bspw. KVPs) für gleiche Produkte und Prozesse im Netzwerk ausgerollt werden können (Friedli et al. 2016). Somit ist ein Fit zu S10a sowie in Kombination mit Marktzugang (S6e) festzuhalten.

**Concentrated Product Plants** weisen aufgrund ihrer Produktfokussierung und ihrer räumlichen Nähe zueinander Vorteile in Bezug auf Qualität in Kombination mit Innovation (S2b), Lernfähigkeit (S2c) oder Flexibilität (S4b) auf. Essentiell sind hierbei die lokal verfügbaren Kompetenzen und Ressourcen (Friedli et al. 2016). Bei **Dispersed Product Plants**, welche global verteilte Produktwerke darstellen, sind die Möglichkeiten in Bezug auf die strategischen Fähigkeiten Lernen, Innovation und Qualität limitierter, da aufgrund der räumlichen und ggf. kulturellen Distanz das Einhalten von Qualitätsstandards und der Austausch im Netzwerk erschwert ist. Auch wenn solche global verteilten

Produktionsstandorte natürlich die Möglichkeit bieten, national unterschiedliche Standortvorteile zu nutzen, ist in der Literatur keine explizite Fit-Beziehung zu finden.

Für **Global Value Chains** sind strategische Fits zu den Fähigkeiten Ressourcenzugang (S7a) sowie den Kombinationen zwischen Ressourcenzugang und Kosten (S1b), Marktzugang (S6b), Effizienz (S7b), Lernfähigkeit (S7d) und Nachhaltigkeit (S7e) zu identifizieren. So können die einzelnen Prozessschritte, die an den jeweiligen Standorten allokiert sind, auf die lokal verfügbaren Kompetenzen und Ressourcen ausgelegt werden (Shi & Gregory 1995). Ferner ermöglicht die Konzentration von Produktionsprozessen die Realisierung von Skalen- und Verbundeffekten (Friedli et al. 2014; Mengel 2017), wodurch die strategischen Fits in Bezug auf Kosten und Effizienz (S1c, S8a) sowie in Kombination mit Marktzugang (S6c) und Nachhaltigkeit (S8d) begründet werden können. Über die „Rooted Networks“ nach Ferdows et al. (2016) lässt sich zudem ein Fit zu Qualität argumentieren. Durch den jahrelangen Aufbau von Knowhow lässt sich demnach eine höhere Produktqualität realisieren (S2a). Eine gleiche Argumentation gilt für **Local Value Chains** in Bezug auf Ressourcenzugang, Kosten und Effizienz, sodass die Fit-Beziehungen S1b, S1c, S6b, S6c, S7b, S8a analog zur Global Value Chain vorzufinden sind. Durch die Lokalisierung der Wertschöpfungskette und der damit verbundenen Zerlegung sind die Effizienzpotentiale jedoch möglicherweise limitiert. Andererseits offenbart dies größere Freiheitsgrade in Bezug auf eine lokale Wandlungsfähigkeit, da nicht die gesamte Wertschöpfungskette durch eine Produkt- oder Prozessveränderung beeinflusst wird (Friedli et al. 2016). Somit sind hier Fits zur Wandlungsfähigkeit (S9a) als auch in Kombination mit Effizienz (S8b) und Marktzugang (S6d) zu beobachten.

Marktzugang ist auch eine strategische Fähigkeit, die **Global Hub and Spoke** besonders kennzeichnet. Kundenanonyme Vorprozesse werden in Hubs konzentriert, um Größen- und Verbundvorteile zu erzielen, während in den verteilten Spokes nah am Endkunden auftragsbezogen die finalen Wertschöpfungsschritte realisiert werden, wodurch die Marktentfernung reduziert und spezifische Anpassungen ermöglicht werden (Abele et al. 2008; Harre 2006). Durch die kundennahen Spokes lassen sich strategische Fits zur Fähigkeit Marktzugang (S6a) sowie zu den Kombinationen Marktzugang mit Lieferung (S3c) identifizieren. Die kundenanonymen Hubs ermöglichen zudem einen Fit zu der Fähigkeit Effizienz (S8a) als auch zur Kombination Effizienz und Marktzugang (S6c). Ein **Local Hub and Spoke** zielt auf gleichwertige Fähigkeiten auf regionaler Ebene ab (Gölzer et al. 2015). Durch die Regionalisierung wird jedoch eine

geringere Hebelwirkung in Bezug auf die Nutzung der von Skaleneffekten zu Gunsten einer höheren Versorgungssicherheit ermöglicht. Nichtsdestotrotz sind in der Literatur die gleichen Fit-Beziehungen wie beim Global Hub and Spoke aufzufinden (S3c, S6a, S6c, S8a).

Für **Component Networks** sind in der Literatur ebenfalls keine expliziten Fits zu beobachten. In der Praxis werden solche Strukturen genutzt, um – ähnlich wie bei den Value Chains – eine hohe Effizienz in der Komponentenfertigung zu erreichen. Die **World Factory** bündelt alle Prozesse unter einem Dach und schafft damit hohe Synergien und Skaleneffekte (Colotla et al. 2003; Abele et al. 2008). Dies konstituiert den Fit zu S8a.

### Umwelt-Struktur-Partialmodell

Das Umwelt-Struktur-Partialmodell (Tabelle 5-11) folgt der gleichen Logik mit den Phänotypen auf der vertikalen und den Unternehmensumwelten auf der horizontalen Achse. Die Fits repräsentieren wieder Wirkbeziehungen, die explizit aus der Literatur zu entnehmen sind. Die Literaturverweise sind in Anhang A.4.4 enthalten.

Tabelle 5-11: Umwelt-Struktur-Partialmodell

Local for Local	x									
Transplant		x								
Concentrated Product Plants			x							
Dispersed Product Plants				x						
Global Value Chain					x					
Local Value Chain						x				
Global Hub and Spoke							x			
Local Hub and Spoke								x		
Component Network									x	
World Factory										x
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10

Die Netzwerkstruktur **Local for Local** stellt einen Fit zum Umweltmuster E1 dar (Abele et al. 2008; Ferdows 2008; Ferdows et al. 2016; Harre 2006). Aufgrund der niedrigen Wertdichte, hoher Logistikkosten und der Existenz von Transferbeschränkungen ist eine hohe Lokalisierungsquote zielführend. Die zusätzlich hohe räumliche Marktdifferenzierung impliziert, dass eine marktorientierte Spezialisierung der Standorte erforderlich ist. Im Gegensatz dazu würde eine hohe Homogenität von Absatz- und Beschaffungsmarkt eine Transplant Netzwerkstruktur implizieren, da durch die ähnlichen Produktionsaufgaben Prozesse und Anlagen dupliziert werden können. (Harre 2006)

Aus den Ausführungen von Schmenner (1982), Harre (2006) und Friedli et al. (2016) kann darüber hinaus entnommen werden, dass für eine hohe Variantenvielfalt in erster Linie produktfokussierte Netzwerkstrukturen einen Fit generieren (E3 und E4). Durch die Spezialisierung der Standorte auf ein spezifisches Produktportfolio können in den einzelnen Produktionsstätten Skaleneffekte erzielt und Komplexität reduziert werden. Zeichnen sich die Produktionsprozesse durch eine gewissen Ähnlichkeit aus (E3) ist zudem die räumliche Nähe, wie es bei den **Concentrated Product Plants** der Fall ist, vorteilhaft, da diese standortübergreifende Synergien fördern.

Charakteristisch für die Muster E5 und E6 sind eine hohe Wertdichte und niedrige Logistikkosten. Der Bedarf niedriger Faktorkosten deutet auf die Notwendigkeit eines günstigen Ressourcenzugangs hin, welcher beispielsweise durch den Zugang zu spezifischen lokalen Lieferanten realisiert werden kann. Diese Umweltmuster stellen damit einen Fit zu prozessfokussierten Netzwerkstrukturen dar (Abele et al. 2008; Ferdows 2008; Ferdows et al. 2016; Harre 2006; Shi & Gregory 1998). Zeichnet sich der Absatzmarkt durch eine globale Homogenität aus, eignet sich die **Global Value Chain** für das Umweltmuster E5. Umgekehrt stellt die **Local Value Chain** daher einen Fit für das Umweltmuster E6 und deren räumlich lokalen Absatzmarktdifferenzierung dar.

Derweilen implizieren Harre (2006) und Abele et al. (2008), dass sich **Hub and Spoke** Strukturen als Kombination von markt- und prozessfokussierten Netzwerken besonders für die Umweltmuster E7 und E8 eignen. Durch die auftragsbezogene Montage in Spokes kann den Anforderungen an eine hohe lokale Absatzmarktdifferenzierung Rechnung getragen werden. Die hohe Packungsdichte der Komponenten erlaubt einen kostengünstigen Transport in die lokalen Spokes. Zudem stellen diese Strukturen eine Fit bei Vorliegen von Handelshemmnissen vor. Während sich das **Global Hub and Spoke** über ein weltweites Gebiet erstreckt, begrenzen sich **Local Hub and Spoke** lediglich auf gewisse Regionen. Folglich ist die räumliche Marktdifferenzierung auf Seite der Beschaffung ausschlaggebend für den jeweiligen Fit. Entsprechend eignen sich erstere Produktionsnetzwerke für das Umweltmuster E7 und letztere im Umkehrschluss für Umweltmuster E8.

**Component Network** stellen einen Fit bei Produkten mit einer hohen Produktkomplexität und einem heterogenen Beschaffungsmarkt (E9) dar. So können entsprechend der lokal verfügbarer Ressourcen Komponentenwerke positioniert werden, die sich auf spezifische Komponenten konzentrieren und optimieren. Diese werden dann in Montagewerken auftragsbezogen montiert. (Harre 2006)

Zuletzt stellt der Sonderfall der **World Factory** einen Fit für die Gestalt E10 dar (Abele et al. 2008; Harre 2006). Kennzeichnend ist in diesem Zusammenhang zunächst die globale Homogenität der Beschaffungs- und Absatzmärkte. Wie Harre (2006) in diesem Zusammenhang aufführt, spielen Personalkosten im Vergleich zu Betriebsmittelkosten eine untergeordnete Rolle. Folglich spielt der Zugang zu günstigen Arbeitskräften eine untergeordnete Rolle. E10 geht zudem von Marktstrukturen aus, in welchem Kunden Anschaffungen mit größerer Vorlaufzeit planen und längere Lieferzeiten dulden. Infolgedessen eignet sich die World Factory für dieses Umweltmuster.

### 5.2.2.3 Fallstudiendesign

Die gefundenen strategischen Fits aus der Literatur werden nun durch Fallstudien aus der industriellen Praxis validiert und erweitert. Nachfolgend wird das gewählte Fallstudiendesign inkl. Forschungsdesign, Auswahl der Fallstudien und Datensammlung und Datenanalyse beschrieben.

#### Forschungsdesign

Um das Fit-Modell und die Ursache-Wirkungs-Beziehungen in der Praxis zu validieren und um neue Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen Netzwerkstruktur, Strategie und Umfeld zu ermitteln, wird eine multiple Fallstudie als Forschungsmethode gewählt. Fallstudien eignen sich für die Untersuchung komplexer Phänomene, da diese eine Berücksichtigung des Fallstudienkontext erlauben. Zudem können hierbei die Informationen mehrere Datenquellen wie Primärdaten aus Interviews sowie Sekundärdaten aus Geschäftsberichten aggregiert werden. Durch diese Verknüpfung, welche als Triangulation bezeichnet wird, kann ein besseres Verständnis über das Phänomen generiert werden (Eisenhardt 1989; Yin 2009; Voss et al. 2002).

#### Auswahl der Fallstudien

Zur Analyse wird eine Stichprobe von neun Fallstudien erstellt. Die Fälle sind nicht zufällig gewählt worden, sondern stellen eine repräsentative Auswahl von Unternehmen dar (Eisenhardt 1989). Bei allen Fällen handelt es sich um global agierende deutsche Unternehmen, die über ein globales Produktionsnetzwerk mit mindestens drei Produktionsstätten verfügen. Die teilnehmenden Unternehmen und Interviewpartner sind nach folgenden Kriterien ausgewählt worden: Globale Präsenz, diskrete Produktion, unterschiedliche Branchen mit unterschiedlichen Produkteigenschaften und Interviewpartner

in Top-Management-Positionen. Damit soll eine hohe Datenqualität gewährleistet werden. Tabelle 5-12 zeigt die ausgewählten Fallstudien sowie deren Charakteristika.

Tabelle 5-12: Teilnehmer der Fallstudie zum strategischen Fit auf Netzwerkebene

Fall	Position	Branche NACE Rev. 2 Klassifikation	Anzahl Stand- orte	Anzahl Mitarbeiter	CEU	WEU	EEU	SEU	NA	SA	CN	IN	SEA	RoW
A	Head of Production Network Management	Manufacture of fabricated metal products	4	501 – 1.000	■		■			■				
B	Head of Transformation & Strategy Development	Manufacture of machinery and equipment	3	1.001 – 5.000	■						■			
C	Head of Corporate Production	Manufacture of machinery and equipment	22	> 10.000	■	■	■	■	■		■			
D	Head of Global APS	Manufacture of machinery and equipment	14	5.001 – 10.000	■		■	■	■		■	■		
E	Production Engineer	Manufacture of rubber and plastic products	4	501 – 1.000	■	■	■				■			
F	Senior VP Manufacturing BU Grain	Manufacture of machinery and equipment	10	5.001 – 10.000	■	■	■		■		■	■		
G	Head of Operations	Manufacture of other non-metallic mineral products	3	> 10.000	■				■					■
H	Senior Vice President Operations	Manufacture of computer, electronic and optical products	13	> 10.000	■		■		■		■		■	
I	Chief Operating Officer	Manufacture of computer, electronic and optical products	9	5.001 – 10.000	■			■	■		■	■		

CEU=Central Europe, WEU=West Europe, EEU=Eastern Europe, SEU=South Europe, NA=North America, SA=South America, CN=China, IN=India, SEA=South East Asia, RoW=Rest of World

## Datensammlung

Die Datenerhebung erfolgte durch digitale Interviews im Zeitraum Januar bis April 2023. Die Interviews wurden in deutscher Sprache geführt und dauerten jeweils zwischen 45-60 Minuten. Vor den Interviews wurde ein halbstrukturierter Interviewleitfaden entwickelt und den Befragten wurden Einführungsfolien zum Thema mit einer kurzen Zusammenfassung zugesandt. Halbstrukturierte Interviews ermöglichen einerseits eine zielgerichtete Durchführung des Interviews, andererseits erlaubt es Spielraum, um unterschiedliche Facetten des Forschungsgegenstands entsprechend des Erfahrungsstands des Interviewpartners zu diskutieren (Spradley 1979). Der Interviewleitfaden enthält eine Reihe von Fragen, die sich auf die Netzwerkkonfiguration, die Produktionsstrategie und künftige Veränderungen beziehen. Während der Interviews wurden

Notizen gemacht und Sekundärmaterial (z. B. Jahresberichte, Website-Inhalte) gesammelt, um die Primärdaten zu triangulieren und zusätzliche Informationen zu gewinnen (Eisenhardt 1989). Die Interviews wurden aufgezeichnet und anschließend mit der Open-Source-Software ATLAS.ti transkribiert. Die Transkripte wurden vom Autor dieser Arbeit und den Befragten manuell gegengeprüft. Die Interviewskripte bieten Transparenz und Übertragbarkeit der Datenerhebung.

### Datenanalyse

Die Analyse der transkribierten Interviews erfolgt mit einer a priori Kodierungsstruktur, die auf dem Fit-Modell aus Kapitel 5.2.2.2 basiert. Dadurch wird eine zielgerichtete Analyse sichergestellt (Saldaña 2021). Darüber hinaus wird die Kodierungsstruktur fortwährend angepasst, um neue Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge abzubilden. Alle Kodierungen werden manuell durchgeführt und durch die Software ATLAS.ti unterstützt, welche die Definition und Dokumentation von Codes, Kategorien und kodierten Textpassagen erleichtert. Die Analyse erfolgt in mehreren iterativen Runden im Forschungsteam bestehend aus dem Autor dieser Arbeit sowie studentischer Unterstützung. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass ein Konsens über die endgültige Kodierung erzielt wird. Die endgültigen Ergebnisse der Analyse sind an die Teilnehmer zurückgesandt worden, um die Richtigkeit der Aussagen zu gewährleisten.

#### 5.2.2.4 Analyse der Fallstudien

Im Mittelpunkt dieses Teils steht der Vergleich der aus der Theorie abgeleiteten strategischen Fits mit denen aus den Fallstudien. Das Ziel ist es, die aus der Theorie identifizierten Fits zu validieren sowie das Modell um weitere Fits aus der Praxis zu erweitern. Dazu wird eine Cross-Case-Analyse durchgeführt, in welcher über die Fallstudien hinweg die Ergebnisse verglichen werden (Yin 2009), um Implikationen für das Fit-Modell abzuleiten. Die Analyse beruht auf der vom Autor angeleiteten studentischen Abschlussarbeit von A\_Grimmbacher (2023). Tabelle 5-13 zeigt für jeden Fall A bis I die aktuelle gewählte **Strategie**, die bisherige **Netzwerkstruktur** sowie die **Unternehmensumwelt**. Zudem werden die geplante **Netzwerkveränderungen (NW-Veränderungen)** abgebildet. Dadurch soll der Tatsache Rechnung getragen werden, dass geplante Veränderungen aufgrund der Netzwerkhysterese (vgl. Kapitel 1.2) noch nicht in der aktuellen Netzwerkstruktur abgeschlossen sind und somit nur ein Teilaspekt des Fits wiedergegeben wird.

Tabelle 5-13: Cross-Case Analyse zum strategischen Fit auf Netzwerkebene

Fall	Strategie	Netzwerkstruktur	Umwelt	Geplante NW-Veränderungen
A	Qualitätsführer und Flexibilität	Concentrated product plants & Local for Local für Nischenmarkt	Geringe Produktkomplexität und Wertschöpfungstiefe	Stärkere Regionalisierung, Zerlegung in kleinere Produktionsstandorte
B	Kompetenz und Lieferfähigkeit	Concentrated Component Plants (Aufbau und Inbetriebnahme bei Kunden)	Extrem hohe Komplexität, einzigartige Kundenlösung	Internationale Kompetenz-Center je Triade
C	Innovationsführer und Marktzugang	Global Hubs and Regional Spokes für High Runner Produkte	Hohe Produktkomplexität & Variantenanzahl, hohe Wertschöpfungstiefe, Handelsbarrieren	Entkopplung durch Ausbau Local for Local, LCC-Standorte für Mid-Segment
D	Innovationsführer und Marktzugang	Local Hub and Spoke für EU & tlw. Local for Local für CN, IN, NA, SA	Hohe Produktkomplexität und Variantenanzahl, lokale Produktpassung	Ausbau Local for Local mit lokalen Produkten, Konsolidierung von Fertigungskompetenzen
E	Effizienz und Marktzugang	Local Value Chain in EU für die Welt Local for Local für CN	Hohe Automatisierung, geringe Marktdifferenzierung	Aufbau Amerika als Local for Local -Standort
F	Marktzugang, Qualität und Effizienz	Local Hub and Global Spoke mit Spezialrollen in CN, IN (BU1) sowie Concentrated Product plants in EU (BU 2&3)	Komplexe Produkte mit großer technischer Spreizung, Saisonalität, Handelsbarrieren	Stärkere Ausrichtung entlang Absatzmarkt, Risikoabsicherung durch Back-up Werke
G	Innovationsführerschaft und Marktzugang	Global Value Chain mit global verteilten spezialisierten Standorten	Unreifer Markt, Hauptabsatzmarkt Nordamerika, Know-how intensive Produktion	Markterschließung durch Vorwärtsintegration am amerikanischen Standort
H	Marktzugang (schnelle Lieferung) und Flexibilität	Local for Region (EU, USA, Asien) mit produktspezialisierten Standorten, je Triade LCC-Standort	Mittlere Komplexität, hohe Packungsdichte, kundenindividuelle Anpassungen	Markterschließung durch Vorwärtsintegration am amerikanischen Standort
I	Innovationsführer, Marktzugang	Local for Local für High Runner High-End-Produkte und Verbrauchsmaterialien concentrated product plants	Komplexe Produkte, Differenzierung der Märkte, Nähe zur Entwicklung	Entkopplung der Standorte durch stärken der Autonomie, Second-Source Lösungen

Die Analyse zeigt, dass in den Fällen **D**, **F** und **H** die strategischen Zielkombinationen Preis/Kosten und Marktzugang (S1d) dem Phänotyp **Local for Local** zugeordnet werden. Diese Übereinstimmung stellt eine erste Erweiterung des theoretischen Modells dar, da dies in der Literatur nicht explizit nachgewiesen werden konnte. Gründe für diesen Fit sind die Fokussierung auf Zielmärkte sowie die Nähe zu den Absatzmärkten

und eine kostengünstige Produktion in den Abnehmerländern bzw. eine marktorientierte Entwicklung und Produktion von auf die Kundenregionen zugeschnittenen Produkten. Als weitere Gründe für den Kostenvorteil der **Local for Local**-Struktur wurde die Vermeidung von Strafzöllen genannt. Alle drei Unternehmen begründeten die Netzwerkstruktur auch mit der Relevanz eines lokalen Produktangebots. Für Unternehmen **I** war zudem die kurze Lieferzeiterwartung im amerikanischen Markt ausschlaggebend für eine Lokalisierung der Produktion, was wiederum auf die strategische Fähigkeit Marktzugang zurückgeführt werden kann (S3c). Zusätzlich konnte für den Phänotyp **Local for Local** der Fit mit dem strategischen Muster Marktzugang und Anpassungsfähigkeit (S6d) durch die Fälle **E** und **H** bestätigt werden. In beiden Fällen wird neben der lokalen Produktion ein hohes Maß an Flexibilität im Auslandswerk angestrebt, um gezielt auf die individuellen Bedürfnisse des lokalen Marktes reagieren zu können.

In Hinblick auf produktorientierte Netzwerktypen lässt sich lediglich Fall **A** zum Netzwerktyp **Concentrated Product Plants** zuordnen. Die strategischen Zielkombinationen, die das Unternehmen **A** verfolgt, sind im theoretischen Modell bisher nicht berücksichtigt worden. Daher wurde das strategische Muster mit den Merkmalen Qualität und Flexibilität in das Modell aufgenommen (S2d). Die Fertigungstiefe von Unternehmen **A** ist relativ gering, wodurch eine Aufteilung der Prozessschritte auf verschiedene Werke nicht sinnvoll wäre. Die Konzentration der Produktwerke in Deutschland und einem europäischen Drittland stellt sicher, dass es keine Qualitätsverluste in der Produktion gibt. Durch die redundante Produktbelegung im dritten europäischen Werk kann das Netzwerk die Produktionsauslastung ausgleichen.

Für die prozessfokussierten Phänotypen konnten der Fit zwischen dem Phänotyp **Local Value Chain** und den strategischen Fähigkeiten Marktzugang und Anpassungsfähigkeit (S6d) gefunden werden. Der Fit wird durch Fall **E** bestätigt, der zwei Netzwerktypen kombiniert, um seine strategischen Ziele zu verfolgen. Wie im ersten Abschnitt erwähnt, wird für den asiatischen Markt eine lokale Produktion im LCC-Land angestrebt. In Europa wird die Kostenposition durch die Verteilung und Auslagerung von Produktionsschritten nach Osteuropa in einer lokalen Wertschöpfungskette realisiert. Ein weiterer strategischer Fit wurde im Fall **G** für die **Globale Value Chain** und die strategische Zielkombination aus Markt- und Ressourcenzugang (S6b) beobachtet. Der Marktzugang wird erreicht, indem die finalen Wertschöpfungsschritte im Hauptabsatzmarkt in Amerika realisiert werden. Entsprechende Vorprozesse werden global verteilt,

da diese auf spezifischem Wissen und personellen Ressourcen beruhen, die nur an ausgewählten Orten zu Verfügung stehen.

Reine produkt- und prozessfokussierte Netzwerke sind auch in der Fallstudie die Ausnahme. Kombinationen werden häufig in Hub-and-Spoke-Strukturen eingesetzt, die im Folgenden analysiert werden. Für den ersten Phänotyp dieser Kategorie, den **Global Hub and Spoke**, können diverse Fits festgesetzt werden. Der erste Fit besteht mit den beiden strategischen Fähigkeiten Preis/Kosten und Marktzugang, die sich aus Fall **F** (S1d) ergeben. Das Produktionsnetzwerk des Unternehmens **F** kombiniert die **Global Hub and Spoke** mit dedizierten **Local for Local**-Standorten für wichtige Märkte, um ganzheitlich Transportkosten zu reduzieren. Ein zweiter Fit zwischen dem Phänotyp und den strategischen Fähigkeiten Qualität und Innovation kann aus Fall **C** (S2b) abgeleitet werden, der ebenfalls eine Erweiterung des Modells darstellt. Unternehmen **C** als technologieorientiertes Unternehmen bündelt Humanressourcen und technische Kompetenzen im Hub, um eine hohe Innovationskraft für Kernkompetenzen abzusichern. Gleichzeitig verfolgt Unternehmen **C** durch die lokalen Spoke die Absicherung des Marktzugangs, wodurch ebenfalls der Fit S6a bestätigt werden kann.

Für den Phänotypen **Local Hub and Spoke** kann Unternehmen **D** herangezogen werden, welches die strategischen Ziele der Kosten und des Marktzugangs (S1d) verfolgt. Die **Local Hub and Spoke**-Struktur beschränkt sich auf Europa. Innerhalb dieser Struktur werden bestimmte Vorprodukte in lokalen Hubs für die Endmontage in den Spokes in Europa hergestellt. Es erfolgt keine Lieferung an Werke in Übersee (vgl. erster Absatz). Stattdessen greift Unternehmen **D** auf lokale Zulieferer zurück, da die Produkte für den asiatischen und amerikanischen Markt anderen Anforderungen gerecht werden müssen.

Für den Phänotypen **Component Network** konnte ebenfalls ein strategischer Fit festgestellt werden. Die Fallstudie **B** impliziert, dass **Component Network** bei den strategischen Zielen Qualität und Ressourcenzugang zielführend sind (S2e). So wird durch die dezentralen und spezialisierten Komponentenwerken der Zugang zu spezifischen Ressourcen, welche für eine hohe Qualität erforderlich sind, sichergestellt.

Alle in der Fallstudien-Analyse identifizierten Fits sind nochmals in Abbildung 5-16 dargestellt. Jeder Buchstabe repräsentiert den für die Fallstudie identifizierten Fit, wobei grün hinterlegte Buchstaben eine Bestätigung eines aus der Literaturanalyse abgeleiteten Fits und blau hinterlegter Buchstabe einen neuen strategischen Fit signalisieren.

Strategische Muster, die nicht aus der Literaturanalyse abgeleitet werden können, aber sich aus der Fallstudie ergeben (S1d, S2d, S2e) sind im Fit-Modell ergänzt. Strategische Muster, die zwar in der Literatur zu finden sind, aber weder in der Literatur noch in der Fallstudienanalyse einen Fit zu einem Netzwerkphänotypen aufweisen, werden in Abbildung 5-16 zur Übersichtlichkeit nicht mehr dargestellt (S1a, S5a, S5b, S10b).

Local for Local	FIT	D/F/H								FIT	I	FIT	FIT			FIT	FIT	FIT	FIT	E/H	FIT				FIT	FIT	FIT	FIT	FIT	FIT						
Transplant												FIT	FIT			FIT				FIT	FIT			FIT	FIT	FIT										
Concentrated Product Plants				FIT	FIT	A										FIT																				
Dispersed Product Plants																																				
Global Value Chain	FIT	FIT		FIT																G	FIT				FIT	FIT	FIT	FIT	FIT		FIT					
Local Value Chain	FIT	FIT																			FIT	FIT	E			FIT	FIT		FIT	FIT		FIT				
Global Hub and Spoke			F	C						FIT											C	FIT									FIT					
Local Hub and Spoke			D							FIT											FIT	FIT								FIT						
Component Network																																				
World Factory																																				
	S1b	S1c	S1d	S2a	S2b	S2c	S2d	S2e	S3a	S3b	S3c	S3d	S3e	S4a	S4b	S4c	S4d	S6a	S6b	S6c	S6d	S6e	S6f	S7a	S7b	S7c	S7d	S7e	S8a	S8b	S8c	S8d	S9a	S9b	S10a	S11

Abbildung 5-16: In der Fallstudienanalyse identifizierte strategische Fits

Das Erklärungsmodell auf Standort und Netzwerkebene zeigt, wie der strategische Fit in der Netzwerkkonfiguration systematisch bewertet werden kann. Auf Standortebene erfolgt dies, wie in Kapitel 5.2.1 gezeigt, mit der Methode des vernetzten Denkens und Fuzzy-Inferenz-Systeme. Das resultierende Modell ermöglicht es, die Leistungsfähigkeit der aktuellen Konfiguration basierend auf dem strategischen Fit zu bewerten. Auf Netzwerkebene wird die Fit-Bewertung durch Fit als Gestaltung und Fit als Matching realisiert (vgl. Kapitel 5.2.2). Mithilfe dieser Fit-Beziehungen lassen sich geeignete Netzwerkstrukturen ableiten, um die zuvor identifizierten Leistungsdefizite zu adressieren. Das Erklärungsmodell beantwortet damit Forschungsfrage 3. Im nachfolgenden Kapitel wird gezeigt, wie die Erkenntnisse des Erklärungsmodells genutzt werden können, um konkrete Gestaltungsempfehlungen abzuleiten.

### 5.3 Gestaltungsmodell

Dieses Kapitel widmet sich dem dritten der vier Modelle, dem **Gestaltungsmodell**. Die Ausgestaltung der Konfiguration, also die Verteilung von Produkten, Prozessen und Kapazitäten im Netzwerk, ist ein  **kreativer Prozess** . Schon ab einer geringen Anzahl von Standorten, Prozessen und Produkten sind die möglichen Konfigurationen

mannigfaltig. Die vielfältigen Wechselwirkungen in der Entscheidungssituation machen die Netzwerkkonfiguration zu einem komplexen Problem, dessen Lösung dem Entscheidungsträger hohe Kreativität abverlangt. Dabei meint Kreativität keine phantasievolle, künstlerische Gestaltung, sondern die systematische Entwicklung von neuen Lösungen basierend auf bestehenden Wissenskonzepten wie es Wallas (1926) in seinen vier Phasen des kreativen Prozesses vorsieht. Dieses sieht zunächst eine Phase der Präparation vor, in der Informationen über das Problem gesammelt werden. Anschließend folgt die Phase der Inkubation, in der die angesammelten Informationen im Unterbewusstsein „reifen“. Die Phase der Illumination beschreibt das „Auftauchen“ eines Lösungsansatzes aus dem Unterbewusstsein. Die gefundene Idee wird in der vierten Phase der Verifikation weiter elaboriert.

Der Konfigurationsprozess ist ebenso ein **iterativer Prozess**. Aufgrund der gegenseitigen Abhängigkeiten muss bei einer Veränderung die Auswirkung auf die anderen Standorte und das Netzwerk in Summe betrachtet werden. Auch müssen anfängliche Hypothesen, die auf teilweise unvollständigen Daten getroffen werden, überprüft und neu evaluiert werden.

Nicht zuletzt ist der Konfigurationsprozess ein **gemeinschaftlicher Prozess**. Die Netzwerkkonfiguration adressiert eine Vielzahl von Interessensgruppen. Diese sind bspw. die Standortleiter, die besonders profitable Produkte in ihrem Standort platzieren wollen, strategische Produktmanager, die den kostenminimalen Standort für ihr Produkt haben möchten, oder die Konzernzentrale, die das Unternehmensergebnis im Blick hat. All diese Interessensgruppen müssen in der Konfiguration involviert werden, da die Umsetzung von allen Interessengruppen gleichermaßen getragen werden muss.

Das hier entwickelte Gestaltungsmodell soll die Entscheider strukturiert durch diesen **kreativen, iterativen und gemeinschaftlichen Konfigurationsprozess** führen und durch unterschiedliche Artefakte Hilfestellung in der Ausgestaltung der Konfiguration geben. Im Nachfolgenden werden in Kapitel 5.3.1 die Gestaltungsphasen beschrieben. Die in den Phasen genutzten Standortsteckbriefe und Gestaltungsrichtlinien werden in Kapitel 5.3.2 bzw. 5.3.3 präsentiert.

### 5.3.1 Gestaltungsphasen

Die Phasen des Gestaltungsmodells sind in Abbildung 5-17 als ein Ablaufdiagramm dargestellt. Der Gestaltungsprozess beginnt mit der **Auswahl einer phänotypischen Netzwerkstruktur**, welche Leitlinien für die weitere Gestaltung definiert. Anschließend

werden **fixe Gestaltungselemente erfasst**. Fixe Gestaltungselemente sind dabei Aspekte der Konfiguration, die im Rahmen des Gestaltungsprozesses nicht verändert werden dürfen. Diese können entweder aus dem Unternehmen oder aus der Umwelt resultieren. So könnte bspw. ein Betriebsrat-Abkommen eine gewisse Mindestkapazität in einem Standort festlegen (Fixes Gestaltungselement aus dem Unternehmen). Ferner könnte auch eine Local Content Bestimmung dazu führen, dass bestimmte Prozesse an einem Standort allokiert sein müssen (Fixes Gestaltungselement aus der Umwelt). Tabelle 5-14 zeigt weitere beispielhafte Elemente auf. Die Auflistung ist nicht erschöpfend und muss unternehmensspezifisch untersucht und bewertet werden.

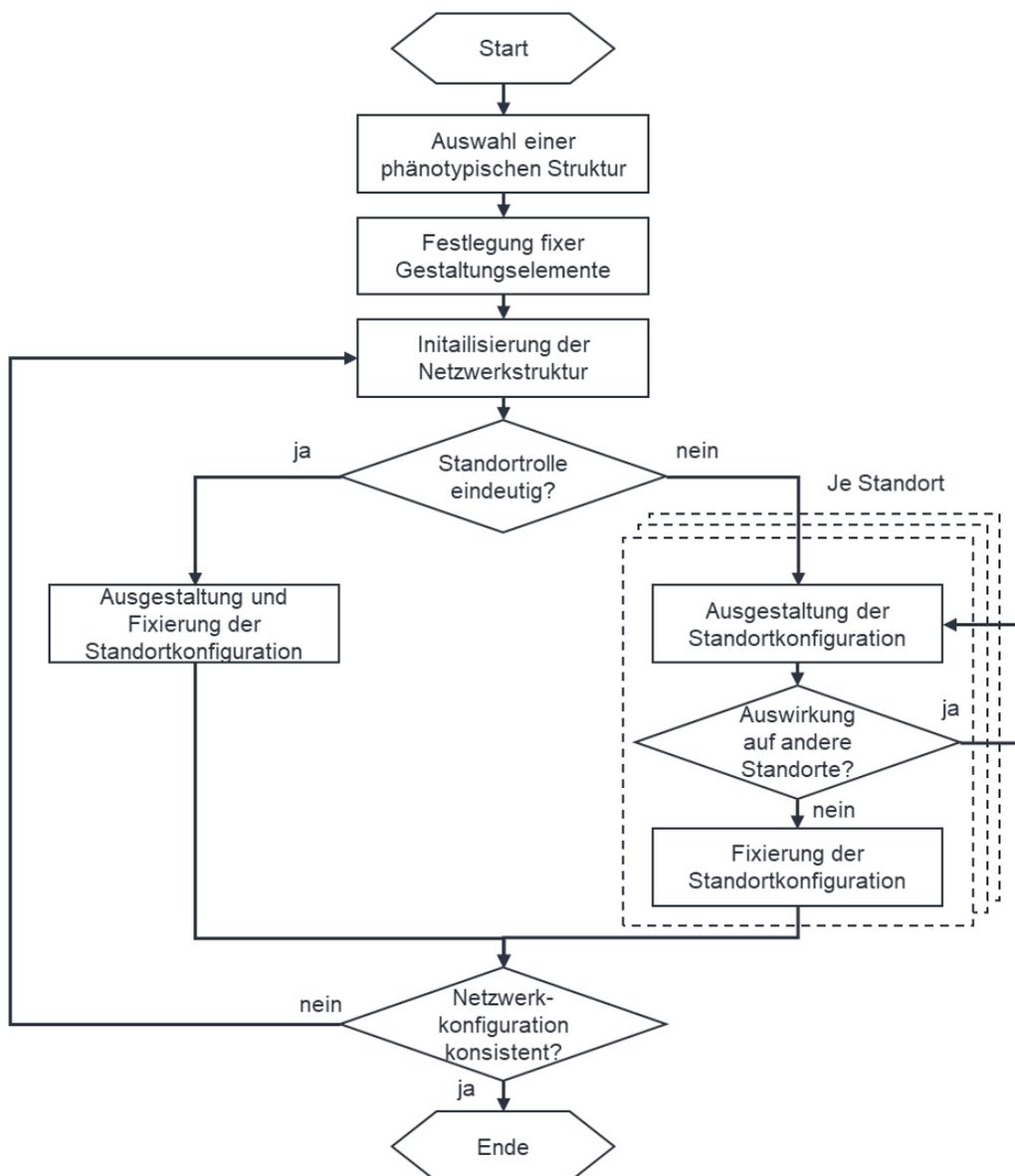


Abbildung 5-17: Phasen des Gestaltungsmodells zur strategischen Netzwerkkonfiguration

Tabelle 5-14: Beispielhafte fixe Gestaltungselemente der Netzwerkkonfiguration

Fixe Gestaltungselemente aus dem Unternehmen	Fixe Gestaltungselemente aus der Umwelt
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Betriebsrat-Abkommen</li> <li>▪ Effizienter Betriebspunkt des Standortes</li> <li>▪ Engpassressource</li> <li>▪ Kompetenzzentren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Local Content Bestimmungen</li> <li>▪ Staatliche Abkommen &amp; Handelshemmnisse</li> <li>▪ Prohibitive Transportkosten</li> <li>▪ Zeitrestriktionen</li> </ul>

Nach der Erfassung der fixen Gestaltungselemente erfolgt die **Initialisierung des Netzwerks**. Dies umfasst die Festlegung der Anzahl und der geographischen Lage der Standorte. Anschließend werden die phänotypischen Standortrollen, die sich aus den Netzwerkphänotypen ergeben, den Brownfield-Standorten zugordnet. Diese Zuordnung wird durch Standortsteckbriefe unterstützt, die im nachfolgenden Kapitel erläutert werden. Ist für einen Standort die **Standortrolle eindeutig**, kann dieser bereits unabhängig von den anderen ausgestaltet werden. Dies ist bspw. der Fall, wenn der Standort eine klare und ausschließliche Verantwortung für einen Absatzmarkt hat oder wenn ein Standort als einziger eine gewisse Kompetenz für einen Vorprozess hat und damit interner Lieferant im Netzwerk ist.

Standorte, deren **Rolle nicht eindeutig** ist, durchlaufen iterativ eine **Standortkonfiguration**. Dabei wird zunächst eine Veränderung in der Konfiguration vorgenommen. Um diese Veränderung zielgerichtet entsprechend der strategischen Ziele vorzunehmen wird der Entscheider mit Gestaltungsrichtlinien unterstützt. Die Richtlinien sind eine konsolidierte Darstellung von potentiellen Konfigurationsmechanismen, um dedizierte strategische Fähigkeiten zu realisieren. Diese werden in Kapitel 5.3.3 dargestellt. Anschließend wird deren **Auswirkung auf einen anderen Standort** untersucht. So kann bspw. die Verlagerung eines Produktes von einem Standort zu einem anderen Standort dazu führen, dass der aufnehmende Standort seine Kapazitätsgrenze überschreitet, sodass dieser wiederum ein anderes Produkt zu einem dritten Standort reallokieren muss. Nachdem alle Standorte konfiguriert wurden, erfolgt ein abschließender **Konsistenzcheck**, indem alle Interdependenzen für das gesamte Netzwerk nochmal betrachtet werden. Ist dieser erfolgreich, ist eine potentielle Netzwerkkonfiguration ausgestaltet. Ist dies nicht der Fall, müssen vorherige Prämissen in der Initialisierung nochmals revidiert werden. Auf diese Weise können systematisch verschiedenen Konfigurationsalternativen erarbeitet werden.

### 5.3.2 Netzwerksteckbriefe

Grundlage für die Zuordnung der Standortrollen der Netzwerkphänotypen bilden die Netzwerksteckbriefe, welche im Rahmen der studentischen Arbeit A\_Kehm (2022) unter Anleitung des Autors dieser Arbeit angefertigt wurden. Diese unterstützen den Entscheidungsträger, indem die charakteristischen Merkmale des jeweiligen Netzwerkphänotypen sowie der jeweils zugehörigen Standortrollen plakativ dargestellt werden und erleichtern damit den Abgleich mit den Brownfield-Standorten.

Als Beispiel soll hier der Netzwerksteckbrief des Phänotypen **Local for Local** erläutert werden. Die weiteren Steckbriefe sind im Anhang A6.1 aufgeführt. Der Phänotyp **Local for Local** umfasst die Standortrolle **Specific Local**, deren Charakteristika in Abbildung 5-18 dargestellt sind. Das **Local for Local** Netzwerk verfügt, wie in Kapitel 5.2.2.1 beschrieben, über global verteilte Standorte mit einer lokalen Verbindung zum Beschaffungs- und Absatzmarkt. Jeder Standort verfügt über die komplette Bandbreite an Prozessen, die erforderlich sind, um das jeweilige Produktspektrum zu fertigen. Lieferbeziehungen zwischen den Standorten existieren nicht. In enger Verbindung zu den Netzwerkmerkmalen ergeben sich die charakterisierenden Eigenschaften der Standortrolle **Specific Local**. Die Bezeichnung resultiert aus der prägenden Eigenschaft der Standorte – die lokale Produktion marktspezifischer Produkte für den lokalen Markt (A\_Kehm 2022, S. 78). Diese marktspezifische Anpassung charakterisiert gleichzeitig den Unterschied zum Phänotypen **Transplant**. Dieser fertigt ebenfalls in lokaler Produktion für den lokalen Markt. Allerdings handelt es sich um global standardisierte Produkte, sodass Produktionsvolumina ebenfalls im Verbund verschoben werden können. Entsprechend wird die korrespondierende Standortrolle als **Standard Local** betitelt (A\_Kehm 2022, S. 78). Die Standortrolle **Specific Local** ist gerade dann zielführend, wenn globale Transferbeschränkungen aufgrund von Transferbarrieren im Markt und damit verbundene hohe Logistikkosten vorliegen. Daher werden an diesen Standorten insbesondere schwer transportierbare Produkte mit einer geringen Wertdichte gefertigt. Auch die Einbeziehung lokaler Kundenwünsche ist für diese Standorte von zentraler Bedeutung. (Abele et al. 2008; Ferdows 2008; Harre 2006)



Abbildung 5-18: Netzwerksteckbrief für den Phänotypen Local for Local (A\_Kehm 2022, S. 78)

### 5.3.3 Gestaltungsrichtlinien

Die Ausgestaltung der Konfiguration ist wie eingangs beschrieben eine hoch komplexe Aufgabe mit einer Vielzahl von Freiheitsgraden. Um innerhalb dieser vielen Freiheitsgrade eine zielgerichteten Gestaltungsprozess zu gewährleisten, werden **Gestaltungsrichtlinien** genutzt, die im Nachfolgenden erläutert werden.

Die **Gestaltungsrichtlinien** stellen potentielle Handlungsalternativen für Unternehmen dar, die es ihnen ermöglichen, die vorliegende Netzwerkkonfiguration bezüglich einer bestimmten strategischen Fähigkeit zu optimieren. Um dem Anspruch an Gemeingültigkeit gerecht zu werden, sind diese jedoch generisch formuliert, und müssen daher entsprechend dem spezifischen Unternehmenskontext ausdetailliert werden. (A\_Kehm 2022, S. 83) Aufgrund der Individualität der Netzwerkkonfiguration je nach Unternehmenskontext, wird kein Anspruch auf eine vollständige Abbildung aller prinzipiell möglichen Richtlinien erhoben. Vielmehr bieten die Richtlinien den Entscheidern mögliche Handlungsempfehlungen an, die das strategische Denken anregen und damit die Entscheidungsfindung erleichtern. Jede Gestaltungsrichtlinie ist mit einem **Entscheidungskalkül** assoziiert, welche dem Entscheider Hilfestellung hinsichtlich der Eignung der Richtlinie gibt. Das Entscheidungskalkül gibt wieder, in welchem Kontext eine bestimmte Gestaltungsrichtlinie zielführend ist. Dies ist oftmals mit der Unternehmensumwelt gleichzusetzen. Zudem werden hier potentielle Konsequenzen aufgezeigt, sodass der Entscheider besser die Eignung der Gestaltungsrichtlinie einschätzen kann.

Die Herleitung von **Gestaltungsrichtlinien inklusive Entscheidungskalkül** folgt einem dualen Ansatz. Einerseits werden direkt aus der Literatur Gestaltungsrichtlinien für jede strategische Fähigkeit extrahiert. Andererseits werden basierend auf den Wirkzusammenhängen aus Kapitel 5.2.1.2 retrograd Gestaltungsrichtlinien abgeleitet. Die Gestaltungsrichtlinien beider Ansätze werden gesammelt, hinsichtlich Dopplungen analysiert und konsolidiert. In Summe können so 107 Gestaltungsrichtlinien definiert werden, die im Anhang A.6.2 je strategischer Fähigkeit aufgeführt sind. Tabelle 5-15 zeigt diese am Beispiel der strategischen Fähigkeit **Volumenflexibilität**. (A\_Kehm 2022, S. 84)

Tabelle 5-15: Auszug der Gestaltungsrichtlinien für die Fähigkeit Volumenflexibilität

<b>Volumenflexibilität</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
<i>Gestaltungsrichtlinie 1:</i> Hoher <b>Duplizierungsgrad</b> hinsichtlich der <b>Produkte</b> und Prozesse, d.h. Produkte mit identischen Produktionsprozessen und Technologien herstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Variantenreiches Produktportfolio</li> <li>▪ Hohes Maß an Gleichteilerverwendung</li> </ul>	Colotla et al. 2003; Erlach et al. 2022; Friedli & Schuh 2012; Kogut 1990; Sayem 2018; Shi & Gregory 1998
<i>Gestaltungsrichtlinie 2:</i> <b>Kapazitäten</b> an Standort(en) <b>freihalten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schnelle Reaktion auf Nachfrageänderungen</li> <li>▪ Potenzielle Effizienzverluste</li> </ul>	Arndt 2018; Erlach et al. 2022; Friedli & Schuh 2012; Heger 2007; Monauni & Foschiani 2014; Porzig 2014

Ausgangspunkt für die Anwendung der Gestaltungsrichtlinien bildet das in Kapitel 5.2.1.4 eingeführte Standortportfolio (Abbildung 5-14). Dies zeigt die Ist-Position der Standorte in der Farbe schwarz und die Ziel-Position in weiß. Ergibt sich bspw. aus der Zuordnung der Standortrollen, dass Standort 2 (S2) weg von einer reinen marktgetriebenen Rolle, mehr zur Volumenflexibilität im Netzwerk beitragen soll, ist dies mit einer Verschiebung im Standortportfolio vom linken oberen Quadranten in den rechten unteren Quadranten verbunden. Dies kann durch das **Freihalten** von **Kapazitäten** realisiert werden, was wiederum die Effizienz am Standort beeinträchtigt (Gestaltungsrichtlinie 2). Ferner können im Standort gezielt Produkte dupliziert werden, sodass über den Standort Produktionsvolumina im Netzwerk nivelliert werden können. Hier spricht man in der Praxis auch von „Atmen“ im Netzwerk (Gestaltungsrichtlinie 1). Dies ist jedoch nur zielführend, wenn entsprechend eine hohe Gleichteilquote bzw. Kommunalität im Netzwerk vorliegt, da sonst keine wirtschaftliche Auslastung realisiert wird (Abbildung 5-19).

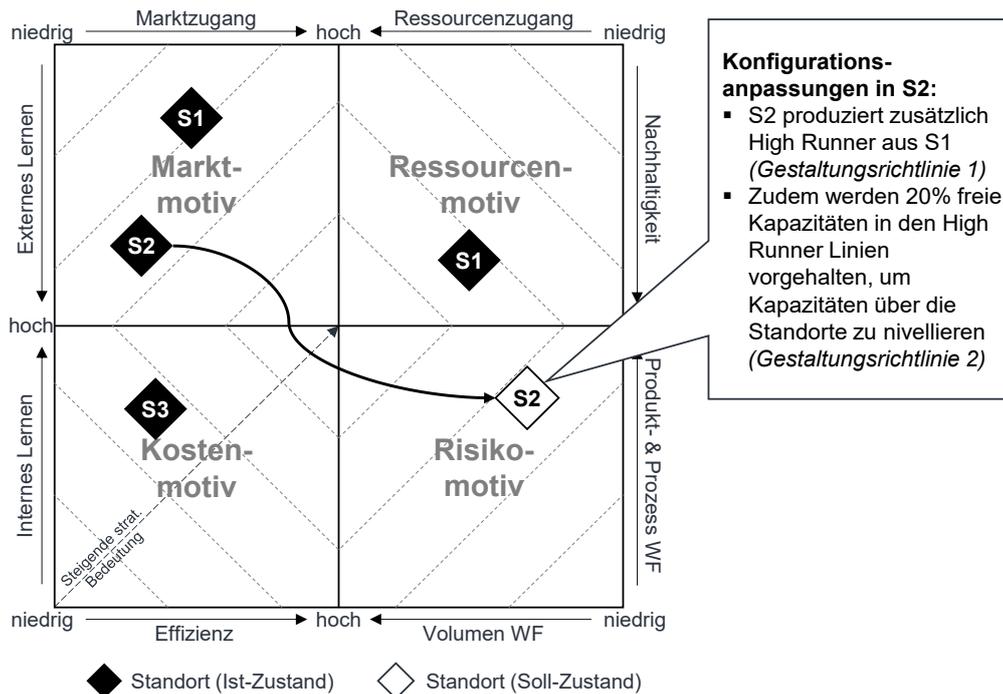


Abbildung 5-19: Standortportfolio (mit Ziel-Einordnung und Gestaltungsempfehlungen zur Zielerreichung für Standort S2)

Das Gestaltungsmodell systematisiert die Erkenntnisse aus dem Erklärungsmodell des strategischen Fits, wodurch konkretes Gestaltungswissen in Form von Netzwerksteckbriefen und Gestaltungsrichtlinien abgeleitet werden können. Die Gestaltungsphasen unterstützen den kreativen Prozess der Konfiguration, sodass Forschungsfrage 4 beantwortet wird.

## 5.4 Vorgehensmodell

In diesem Kapitel wird das **Vorgehensmodell** zur strategischen Konfiguration des Produktionsnetzwerks unter Einbeziehung der Strategie und der Unternehmensumwelt präsentiert. Der Ansatz orientiert sich am strategischen Planungsprozess der **Planning School** gemäß Mintzberg et al. (1998), welche die Strategieentwicklung als einen formalen Prozess versteht, der wiederum in voneinander klar abgegrenzte Schritte unterteilt werden kann (Mintzberg et al. 1998, S. 49–53). Das Vorgehen lässt sich in eine **Ist-Analyse** und eine **Soll-Ableitung** unterteilen, welche wiederum jeweils aus drei Phasen bestehen. Jede Phase charakterisiert sich durch konkrete Aktivitäten und Ergebnisse, die aus den jeweiligen Phasen resultieren. Diese Aktivitäten werden durch Methoden und Modelle aus den vorangegangenen Kapiteln 5.1, 5.2 und 5.3 unterstützt. Abbildung 5-20 visualisiert das Vorgehensmodell, deren Phasen im Nachfolgenden beschrieben werden.

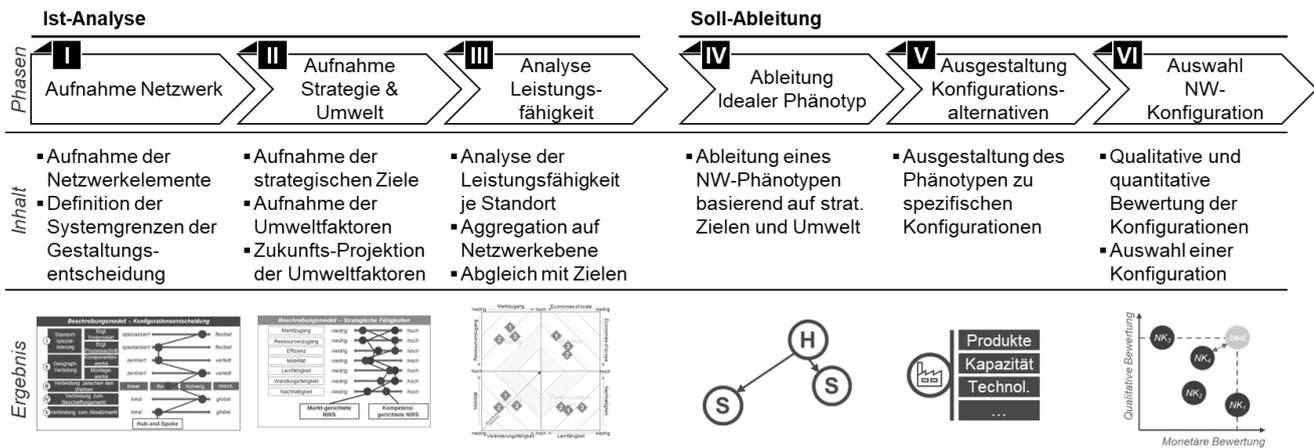


Abbildung 5-20: Vorgehensmodell zur strategischen Netzwerkkonfiguration

### Phase 1: Ist-Aufnahme des Netzwerks

In der ersten Phase erfolgt die Erfassung der **aktuellen Netzwerkkonfiguration**. Zu diesem Zweck werden die **Beschreibungsmodelle** aus Kapitel 5.1.1 verwendet, die eine einheitliche Erfassung aller relevanter Charakteristika der Netzwerkkonfiguration unterstützen. Vor der Erfassung gilt es die relevanten Aspekte der Netzwerkkonfiguration zu definieren. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Definition der Beschreibungselemente. Zunächst muss der Produktionsprozess in Prozessschritte unterteilt werden. Die Prozessschritte werden dabei so definiert, dass einerseits die Anzahl der Prozessschritte möglichst gering ist, um eine adäquate Komplexitätsreduktion zu gewährleisten. Andererseits müssen Prozessschritte mit unterschiedlichen Charakteristika wie verwendete Technologie, Kapazitäten, Automatisierungsgrad und Kapitalbindung klar voneinander abgrenzbar sein. Ferner müssen bei einer variantenreichen Produktion, Produktgruppen gebildet werden, um ebenfalls eine Komplexitätsreduktion zu realisieren. Oftmals ergibt sich eine Clusterung der Produkte durch Baureihen oder Marktsegmente. Ebenfalls kann auch eine Kommunalitätsanalyse durchgeführt werden, bei der die Produkte hinsichtlich Teile- und Prozessgleichheit untersucht werden. Produkte mit hohen Gleichteilen oder ähnlichen Prozessschritten werden dabei in gleiche Produktgruppen eingeordnet. Nachdem die Beschreibungselemente einheitlich definiert sind, können mithilfe des Beschreibungsmodells auf Standortebene alle relevanten Informationen wie allokierte Prozessschritte, Produktsortiment, Kapazitäten, Auslastung und organisatorische Kompetenzen erfasst werden. Durch die Aggregation dieser Informationen lässt sich das Netzwerk in Bezug auf Absatzmarktanbindung, Beschaffungsmarktanbindung, Standortspezialisierung und Materialfluss charakterisieren.

## **Phase 2: Aufnahme der strategischen Ziele und der Unternehmensumwelt**

Nach der Aufnahme der aktuellen Netzwerkkonfiguration erfolgt die Aufnahme der **strategischen Ziele** und der **Unternehmensumwelt**, welche mithilfe der **Beschreibungsmodelle** aus Kapitel 5.1.2 und 5.1.3 erfasst werden. Auch hier gilt es die relevanten strategischen Ziele und Umweltfaktoren zu definieren. Wie Kapitel 5.1.3 zeigt, kann die Anzahl der Umweltfaktoren immens sein. Demnach ist das Beschreibungsmodell zur Standortumwelt als Liste potentieller Faktoren zu verstehen, die je nach Anwendungsfall aussortiert und spezifiziert werden muss. Typische relevante Faktoren sind die Entwicklungen hinsichtlich Lohnkosten, Materialkosten, Transportkosten, Handelshemmnisse, Local Content-Anforderungen, Mitarbeiterverfügbarkeit, Lieferantenverfügbarkeit und Marktnachfrage. Durch die Erfassung der Umwelt je Standort lässt sich die Netzwerkwelt aggregiert beschreiben. Die externe Umwelt wird durch den Heterogenitätsgrad im Absatz- und Beschaffungsmarkt und die interne Umwelt durch die Produkt- und Prozesskomplexität charakterisiert.

Des Weiteren werden in diesem Schritt die strategischen Ziele des Netzwerks bestimmt. Diese werden gemäß Mintzbergs (1987) Strategy-as-Position als eine in Zukunft anzustrebende Position definiert. Dabei werden die strategischen Fähigkeiten hinsichtlich ihrer gewünschten Soll-Ausprägung zwischen 0 (niedrige Ausprägung) und 1 (hohe Ausprägung) eingestuft.

## **Phase 3: Analyse der strategischen Leistungsfähigkeit**

Nach der Definition der Soll-Ausprägung der strategischen Ziele in Phase 2 erfolgt die **Ist-Bewertung der strategischen Fähigkeiten** (strategische Leistungsfähigkeit) basierend auf den Charakteristika der aktuellen Netzwerkkonfiguration und der Unternehmensumwelt. Dabei kommt das in Kapitel 5.2.1 entwickelte Erklärungsmodell auf Standortebene zum Einsatz, das den Beitrag jedes einzelnen Standortes zu der Leistungsfähigkeit des gesamten Netzwerks evaluiert. Basierend darauf lässt sich je Standort, aber auch für das Netzwerk in Summe ein Abgleich zwischen **Ist- und Soll-Ausprägung der strategischen Fähigkeiten** anstellen. Die Darstellung im Standortportfolio ermöglicht eine zielgerichtete Diskussion gemeinsam mit dem Projektteam und dem Management.

## **Phase 4: Ableitung eines Netzwerk-Phänotypen**

Die identifizierten Zielabweichungen für die Strategie sowie die Charakterisierung der Unternehmensumwelt bilden den Ausgangspunkt für die Ableitung einer passenden

Netzwerkconfiguration. Dazu wird zunächst in Phase 4 ein zu den strategischen Zielen und zur Umwelt passender **Netzwerk-Phänotyp** ausgewählt. Der Phänotyp repräsentiert eine Extremausprägung der Netzwerkconfiguration und soll damit Wirkzusammenhänge transparent machen. Damit ist der Phänotyp als Leitlinie zu verstehen, die einer weiteren Ausdetaillierung bedarf. Hierbei findet das Fit-Modell (**Erklärungsmodell auf Netzwerkebene**) aus Kapitel 5.2.2 Anwendung. Durch den Abgleich mit dem Fit-Modell werden potentielle Netzwerk-Phänotypen identifiziert. Dabei ist es denkbar, dass mehrere Phänotypen als potentiell passend identifiziert werden. Anschließend werden diese hinsichtlich ihrer Eignung mit dem Management diskutiert, um damit die gestalterischen Leitlinien für die nachfolgende Phase zu definieren.

### **Phase 5: Ausgestaltung des Netzwerk-Phänotypen zur Netzwerkconfiguration**

In Phase 5 werden die Phänotypen zu potentiellen Netzwerkconfigurationen ausgestaltet. Diese orientiert sich an den Gestaltungsphasen im **Gestaltungsmodell** aus Kapitel 5.3.1. Dabei wird zunächst der Phänotyp auf das Ist-Netzwerk appliziert. Zur Zuordnung von potentiellen Standortrollen innerhalb eines Phänotyps eignen sich die in Kapitel 5.3.2 präsentierten Netzwerksteckbriefe. Diese stellen eine kondensierte Darstellung der Standortrollen mit ihren jeweiligen Charakteristika dar. Anschließend werden fixe Gestaltungselemente erfasst, welche die Freiheitsgrade der Configuration limitieren. Innerhalb der resultierenden Freiheitsgrade wird die Netzwerkconfiguration weiter ausdetailliert. Hierbei bieten die Gestaltungsrichtlinien aus Kapitel 5.3.3 Hinweise, um zielgerichtet durch Veränderungen in der Configuration Zielabweichungen für bestimmte strategische Fähigkeiten zu adressieren. Das Ergebnis dieser Phase sind ausdetaillierte Konfigurationsalternativen.

### **Phase 6: Bewertung und Auswahl einer Netzwerkconfiguration**

Die Konfigurationsalternativen werden abschließend in Phase 6 bewertet, um die beste Alternative auszuwählen. Die Bewertungskriterien orientieren sich dabei an den strategischen Fähigkeiten aus Kapitel 5.1.2, um einen konsistenten Strategiefindungsprozess zu gewährleisten. Da jedoch eine strukturelle Veränderung im Netzwerk mit Investitionsentscheidungen einhergeht, ist eine finanzielle Bewertung der Netzwerkconfiguration erforderlich. Um ebenso die strategischen Faktoren einfließen zu lassen, die qualitativer Natur sind, werden die Alternativen mithilfe einer Nutzwertanalyse evaluiert.

In diesem Kapitel werden die Beschreibungsmodelle aus Kapiteln 5.1, die Erklärungsmodelle aus 5.2 und das Gestaltungsmodell aus 5.3 in ein übergeordnetes

Vorgehensmodell integriert. Das integrierte Gesamtmodell beantwortet damit die in Kapitel 1.3 vier formulierten Forschungsfragen. Um zu überprüfen, inwiefern das Gesamtmodell die Zielsetzung der Arbeit und den identifizierten Forschungsbedarf erfüllt, erfolgt im folgenden Kapitel die Validierung im Rahmen einer Aktionsforschung.

Das Vorgehensmodell verknüpft Beschreibungsmodell, Erklärungsmodell und Gestaltungsmodell zu einem Entscheidungsunterstützungsmodell für die strategische Netzwerkkonfiguration. Dieses Entscheidungsunterstützungsmodell wird im Nachfolgenden anhand zwei konkreter Fallstudien aus der Praxis angewendet, um deren Anwendbarkeit und Praxistauglichkeit zu validieren sowie um die entsprechenden Partialmodelle mit weiteren Erkenntnissen zu komplementieren.

## 6 Anwendung des Ansatzes in Fallstudien

Das Kapitel gliedert sich in Kapitel 6.1, in dem die gewählte Forschungsmethodik zur Validierung erläutert wird, und Kapitel 6.2, in dem die Ergebnisse der Fallstudien präsentiert werden.

### 6.1 Forschungsmethodik

Zunächst wird in Kapitel 6.1.1 die Aktionsforschung als gewählte Forschungsmethodik eingeführt, bevor in Kapitel 6.1.2 die Fallstudienteilnehmer beschrieben werden.

#### 6.1.1 Aktionsforschung

Zur Validierung des hier entwickelten Ansatzes zur strategischen Netzwerkkonfiguration wird die **Aktionsforschung** (AF, engl. Action Research) gewählt. AF ist eine Forschungsmethode, die auf die Wissensgenerierung zur Lösung konkreter Probleme aus der Unternehmenspraxis abzielt. (Eriksson & Kovalainen 2015; McKay & Marshall 2001) Wie in Kapitel 3 dargelegt, ist die strategische Netzwerkkonfiguration ein solches Forschungsfeld mit einer hohen praktischen Relevanz. AF ist daher ein geeigneter Ansatz, um die Nützlichkeit der Methode für eine verbesserte Entscheidungsfindung zu untersuchen.

AF unterscheidet sich zu anderen Forschungsansätzen in verschiedenen Merkmalen (Eriksson & Kovalainen 2015; McKay & Marshall 2001). Erstens, bei der AF nimmt der Forschende keine neutrale beobachtende Rolle ein, sondern ist aktiv in den Handlungen involviert. Zweitens, AF verfolgt zwei Ziele gleichzeitig. Einerseits soll ein konkretes Praxisproblem gelöst werden, andererseits soll ein Beitrag zum wissenschaftlichen Kenntnisstand geliefert werden. Drittens, AF ist durch ein interaktives Vorgehen gekennzeichnet, indem Forschende und Mitarbeiter des Anwenderunternehmens kooperativ zusammenarbeiten. AF wird als eine Reihe von mehreren sich entfaltenden und unvorhersehbaren Ereignissen beschrieben, an die der Forschende seine Vorgehensweise anpassen muss. Viertens, da AF komplexe sozio-technische Systeme untersucht, zielt sie auf ein breites und holistisches Verständnis. Fünftens, AF muss als Wandlungsprozess verstanden werden. Demnach betrachtet AF die Analyse, Planung und Umsetzung von Wandlungsprozessen in Unternehmen. Sechstens, AF erfordert ein Verständnis über Normen und Werte in Unternehmen, da dies die Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern des Anwenderunternehmens wesentlich beeinflusst. Siebtens, AF umfasst eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden zur Datensammlung aus

unterschiedlichen Datenquellen (wie Umfragen, Interviews, Geschäftsberichte, Unternehmensanalysen, etc.). Achtens, AF erfordert ein breites Vor-Verständnis zum Anwendungsfall. Dies umfasst Unternehmensstruktur, Marktmechanismen und aktuelle Trends in der Unternehmensumwelt, um den Kontext der Handlung zu verstehen. Neuntens, AF sollte in Echtzeit parallel zum Projekt erfolgen. Zehntens, AF benötigt andere Qualitätskriterien als traditionelle Forschungsansätze. Diese sind bspw. die Zusammenarbeit zwischen Forschendem und Mitarbeiter des Anwenderunternehmens, iterative Reflektion des Wandlungsprozesses, Wissensgenerierung auf unterschiedlichen Ebenen, die Signifikanz des Projekts und die Nachhaltigkeit der entwickelten Lösungen. (Coughlan & Coughlan 2002)

Die AF wird in **zwei Fällen** angewendet, welche im Zeitraum März bis Juni bzw. Mai bis September 2023 durchgeführt wurden. Die AF folgt einem partizipativen Ansatz mit einem „konfrontativen Untersuchungsstil“ (Eriksson & Kovalainen 2015). Dabei bringt der Forschende seine eigenen Ideen ein, und ermutigt die Mitarbeiter des Anwenderunternehmens dazu, diese Ideen zu hinterfragen. Dies soll die Projektteilnehmer fördern, neue Perspektiven in der Lösungsfindung einzunehmen. (Coughlan & Coughlan 2002)

### 6.1.2 Vorstellung der Fallstudien

Für die Fallstudien der Aktionsforschung werden die zwei Anwenderunternehmen **Sensor AG** und **Mobility AG** ausgewählt. Es handelt sich um zwei reale Unternehmen mit den in Tabelle 6-1 dargestellten Charakteristika. Sie repräsentieren damit typische Vertreter der diskreten Produktion in Deutschland mit einer global verteilten Wertschöpfung. Aus Vertraulichkeitsgründen werden sensible Daten (bspw. Kosten) anonymisiert.

Tabelle 6-1: Vorstellung der Fallstudien der Aktionsforschung

	<b>Fall 1: Sensor AG</b>	<b>Fall 2: Mobility AG</b>
Branche	Sensorikhersteller	Mobilitätslösungen
Produkte	Elektronik und Sensoren für die Fabrik- und Prozessautomatisierung	Systemanbieter für den Schienen- und Straßenverkehr
Mitarbeiter	7100	3500
Umsatz	ca. 1.000 Mio. €	ca. 350 Mio. €
Stammsitz	Deutschland	Deutschland
Standorte	10	9
davon in D	3	1
davon in EU o. D	2	2
davon in Asien	3	1
davon in Indien	1	1
davon in Amerika	1	3
davon in RoW		1

Die **Sensor AG** in **Fall 1** ist ein global agierender Hersteller von elektronischen Bausteinen und Sensoren für die Fabrik- und Prozessautomatisierung. Dies umfasst induktive, optische und elektromagnetische Sensoren sowie diverse Feldbus-Systeme. Das Unternehmen beschäftigte im Jahr 2022 7.100 Mitarbeiter und überschritt erstmalig die Umsatzgrenze von 1 Mrd. €. Im Betrachtungshorizont sind zehn Produktionsstandorte, drei davon in Deutschland, zwei in Osteuropa, drei in Südostasien sowie jeweils einen Standort in Indien und USA. Die Auslieferung der Produkte an Kunden erfolgt über drei Distributionscenter, die jeweils zentral in Europa, Asien und Amerika positioniert sind, jedoch nicht Teil der Untersuchung waren.

Bislang konzentrierte sich die strategische Produktionsnetzwerkgestaltung auf die Allokation von Produkten und wurde einzelfallbasiert getroffen. So wurde bei der Einführung neuer Produkte oder bei einer Veränderung der Kostenposition im Lebenszyklus eines Produktes über die Verlagerung von einem Standort zu einem anderen Standort entschieden. Eine holistische Betrachtung des Netzwerks in Summe erfolgte jedoch nicht. Dadurch entstand über die Zeit ein historisch gewachsenes Netzwerk mit unterschiedlich großen Standorten und impliziten Rollenverständnissen für die Standorte. Daraus resultierten die konkreten Fragestellungen:

- Ist die aktuelle Produktallokation aus einer Gesamtperspektive sinnvoll?
- Sollten Vorprozesse gebündelt werden?
- Wie kann die Wirtschaftlichkeit der deutschen Standorte verbessert werden?
- Gibt es ein Größenmaximum für die asiatischen Standorte und wie sollte mit dem Klumpenrisiko durch die Produktionsmengenbündelung umgegangen werden?

Die Sensor AG ist damit ein geeigneter Anwendungsfall. Erstens, adressiert das Vorgehen zur strategischen Netzwerkgestaltung unter Berücksichtigung von Strategie und Umwelt die Anforderungen an eine holistische Netzwerkperspektive, die durch die einzelnen konkreten Fragestellungen aufgeworfen werden. Zweitens, hat die Sensor AG zu diesem Zeitpunkt erst ein Strategieprogramm für Operations aufgesetzt, welches die Netzwerkgestaltung als ein Top Thema auf der Agenda führte. Deswegen ist das Projekt für den Anwendungspartner von hoher Relevanz. Drittens, sind in dem Projekt das Top-Management inklusive der Geschäftsführung und der Funktionsbereichsleiter, sowie die einzelnen Werkleiter eingebunden. Ferner fungiert eine für die Operations Strategy installierte Stab-Stelle als Ansprech- und Diskussionspartner, sodass die Validitätsanforderungen erfüllt sind.

Im **Fall 2** wird die global tätige **Mobility AG** als Systemanbieter für den Schienen- und Straßenverkehr untersucht. Zum Portfolio gehören Übergangssysteme, Fahrzeuggelechtsysteme sowie Fluggastbrücken. Im Jahr 2022 erwirtschaftete das Unternehmen mit 3.500 Mitarbeitern einen Umsatz von ca. 350 Mio. €. Das Produktionsnetzwerk umfasst Standorte in Deutschland, Osteuropa, China, Indien, Südafrika, sowie Nord- und Südamerika.

Die bisherige Produktionsnetzwerkstrategie kommt aus einer Historie, die geprägt ist von weniger systematischen, sondern stärker opportunistischen Entscheidungen. In vielen Ländern werden hohe Local Content-Anforderungen vorgesehen. Diese sind entweder explizit reguliert oder werden implizit gehandhabt, indem nicht lokale Anbieter „quasi boykottiert“ werden. Die bisherige Strategie folgte dem Credo: Dort, wo sich Marktchancen offenbaren, werden Standorte gegründet und mit Wertschöpfungsprozessen versehen. Dies führte zu einem Konglomerat an Produktionsstandorten, die jedoch größtenteils autark agieren. Eine stärkere lokale Marktdifferenzierung sowie steigender Kostendruck durch chinesische und indische Anbieter erfordern jedoch eine Kostenoptimierung. In diesem Zuge soll hinterfragt werden, ob eine Bündelung von Kompetenzen sinnvoll ist, ob lokale Wertschöpfung auch durch andere Strategien als durch Eigenfertigung realisiert werden kann und ob eine Verlagerung in Low Cost Countries nicht zielführend ist. Ferner sieht das Unternehmen weitere Wachstumschancen aus dem Lateinamerikanischen und südafrikanischen Standort heraus in angrenzende Nachbarländer.

Diese Problemstellung macht die Mobility AG ebenfalls zu einem geeigneten Anwendungsfall. Erstens, erfordert die bisherige Local for Local Orientierung eine Etablierung einer Netzwerkperspektive, die durch den integrativen Ansatz zur strategischen Netzwerkgestaltung mit der Kombination von Standort- und Netzwerkperspektive ermöglicht wird. Zweitens, durchlebte die Mobility AG einen organisatorischen Wandel, infolge dessen die zwei Geschäftsbereiche **Rail** (Schiene) und **Road** (Straße) gegründet wurden, die jedoch das gleiche Produktionsnetzwerk „bespielen“. Zu diesem Zweck wurde die Abteilung Global Operations and Supply Chain Strategy gegründet, welche die Verantwortung für die Netzwerkgestaltung trägt. Diese stellt auch den Ansprechpartner im Projekt dar, mit dem gemeinsam die Produktionsnetzgestaltung erarbeitet werden soll. Drittens, sind auch hier Geschäftsführung und Werkleiter direkt involviert, um eine partizipative Entscheidungsfindung zu gewährleisten.

## 6.2 Fallstudien

Im Nachfolgenden werden die Ergebnisse der zwei Anwendungsfälle dargestellt. Die Aufbereitung der Ergebnisse und Anwendung der entwickelten Modelle erfolgt anhand der Phasen des Vorgehensmodells (Kapitel 5.4). Zunächst wird Fall 1, die Sensor AG, (Kapitel 6.2.1) und anschließend Fall 2, die Mobility AG, (Kapitel 6.2.2) präsentiert.

### 6.2.1 Anwendungsfall 1

#### Phase 1: Ist-Aufnahme des Netzwerks

In Phase 1 wird zunächst das bestehende **Produktionsnetzwerk** mit den zehn Standorten und deren Produkten analysiert. Das Produktionsprogramm lässt sich in Produkte für Fabrikautomatisierung (FA) und Prozessautomatisierung (PA) unterteilen. Innerhalb dieser Gruppen existieren verschiedene Produktfamilien wie induktive Sensoren, optische Sensoren und elektromagnetische Sensoren (EMS). Die Produktfamilien lassen sich wiederum in unterschiedliche Komplexitätsgruppen unterteilen. **High Runner**, sind Produkte, die eine überschaubare Komplexität und Varianz haben und in hoher Stückzahl gefertigt werden. **High Innovation** Produkte hingegen zeichnen sich durch eine höhere Komplexität und Varianz und eine niedrigere Nachfrage aus. Letztlich existieren in manchen Produktfamilien **Legacy Produkte**, die zwar noch am Markt nachgefragt werden, aber in geringer Stückzahl und durch eine ältere Produktionstechnologie charakterisiert sind.

Der Wertschöpfungsprozess lässt sich in eine größtenteils automatisierte Vorproduktion und eine manuelle Endmontage unterteilen. Die Vorproduktion umfasst die Herstellung der Halbfertigerzeugnisse (SFG) Leiterplatten (PCBA), Kabel und Spritzgussgehäuse. Abbildung 6-1 zeigt das Produktionsnetzwerk der Sensor AG mit den Standorten Deutschland 1-3 (D1-3), Tschechien (CZ), Ungarn (HU), Asien 1-3 (A1-3), Indien (IN) und USA (US). Die Größe der Blasen repräsentiert das Produktionsvolumen sowie die Anteile von Fertigerzeugnissen (FG) und SFG. Zudem sind für die SFG die internen Materialflüsse als auch deren prozentuale Aufteilung angedeutet. Das Produktionsnetzwerk folgt einer Produktspezialisierung, da innerhalb der Produktfamilien nahezu keine Redundanzen in mehreren Standorten existieren<sup>6</sup>. Alle Standorte bis auf HU verfügen über eine Endmontage. HU hingegen fungiert als reiner SFG-Hub für Kabel und

---

<sup>6</sup> Im Rahmen des Projekts wird eine solche Redundanz als Multi-Site Production bezeichnet.

Spritzgussgehäuse. A2 und A3 haben eigene Spritzgussanlagen und beliefern zudem A1 mit Kabeln. D1 und A1 verfügen jeweils über eine SMD-Anlage für die PCBA-Herstellung und beliefern das gesamte Netzwerk. Die drei asiatischen Produktionsstandorte stellen den Schwerpunkt des Netzwerks da, indem diese 75 % des gesamten Produktionsvolumens gemessen an den Produktivstunden bündeln.

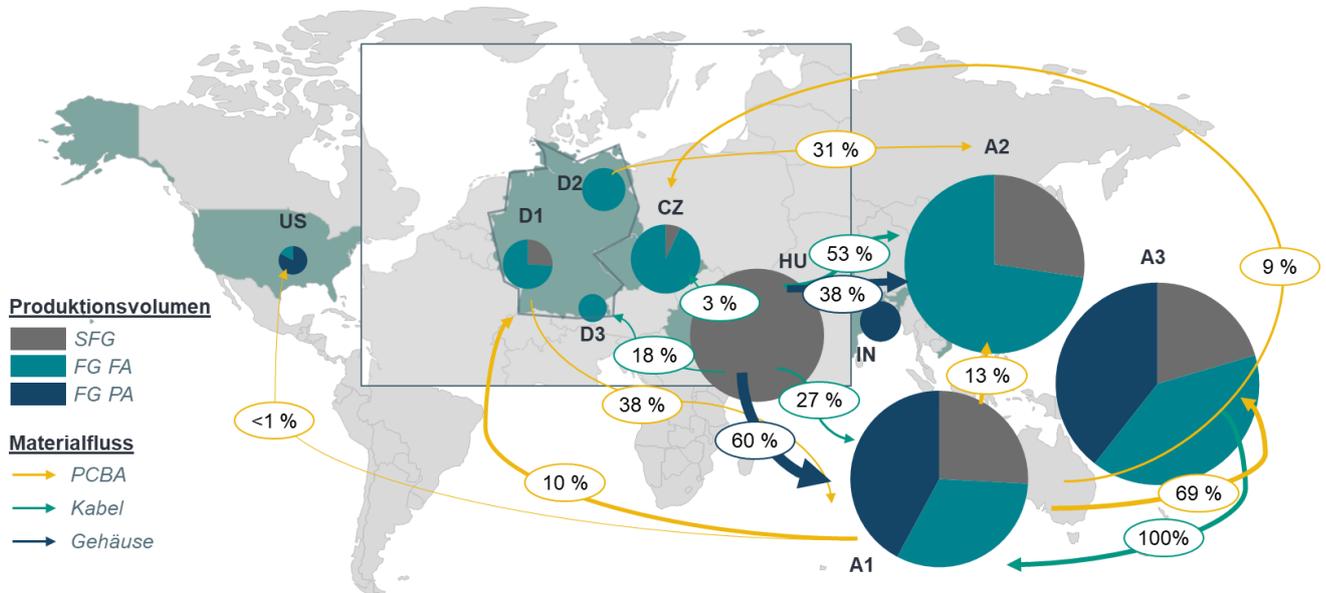


Abbildung 6-1: Produktionsnetzwerk der Sensor AG inklusive interner Materialflüsse

A2 fertigt insbesondere **High Runner** in einer ausgetakteten, und gemäß Lean Prinzipien optimierten Linie. A3 hingegen fertigt insbesondere Produkte mit unterschiedlichen Taktzeiten und Sonderprozessen. A1 ist stärker auf **High Innovation** spezialisiert. Gegenüber den asiatischen Standorten sind die anderen Standorte sehr klein. Die drei deutschen Standorte verfügen über spezifisches Produktwissen und fokussieren daher insbesondere **High Innovation** und **Legacy** Produkte (D1: Ultraschallsensoren und EMS, D2: optische Sensoren, D3: Drehgebersensoren). FA-Produkte, die eine gewisse Reife erlangt haben, jedoch noch nicht produktionsseitig optimiert sind, um diese nach Asien zu verlagern, werden in CZ gefertigt. Die Standorte in Indien und USA sind sehr klein und konzentrieren sich nahezu nur auf Sonderlösungen im PA-Bereich.

## Phase 2: Aufnahme der strategischen Ziele und der Unternehmensumwelt

Zunächst wird die **Unternehmensumwelt** beschrieben. **Hauptabsatzmarkt**, sowohl für FA als auch PA, ist Europa mit 44%. Innerhalb Europa ist Deutschland der größte Markt. China nimmt mit 25 % ebenfalls eine wichtige Rolle ein. Die Geschäftsführung erwartet ein Wachstum des weltweiten Marktes um jährlich 8,4 %. Das Produktprogramm weist eine hohe sachliche Differenzierung auf. Zwischen Produktfamilien existieren kaum

Kommunalitäten. Zudem verändern sich mit fortschreitendem **Produktlebenszyklus** die Zielkosten des Produkts, die dann meist eine Veränderung der Technologie oder eine Verlagerung in Standorte mit niedrigeren Arbeitskosten mit sich ziehen. In Bezug auf die **geographische Differenzierung** unterscheiden sich die Produkte nicht. **Politische Unsicherheiten** und drohende **Handelsbarrieren** werden als Risiko für das Netzwerk wahrgenommen, jedoch wird deren Eintrittswahrscheinlichkeit bislang als gering eingestuft. In den zwei osteuropäischen Standorten sowie in A1, IN, und D3 wird die **Verfügbarkeit qualifizierter Mitarbeiter** als Standortrisiko wahrgenommen. **Steigende Lohnkosten** werden nahezu in allen Standorten wahrgenommen (A2: 34%, A1: 18%). Auch **Steigende Transportkosten** (seit 2018: LKW +43%, Container +48%, Luftfracht +30%) haben durch die aktuelle produktspezialisierte Netzwerkkonfiguration und den zahlreichen Lieferbeziehungen zwischen den Standorten einen wesentlichen Kostenhebel.

Basierend auf der Netzwerk- und Umweltanalyse werden in zwei Workshops gemeinsam mit der Geschäftsführung und dem Operations Management-Team Ziele für die Produktionsstrategie und die strategischen Netzwerkfähigkeiten erarbeitet. Aus Sicht des Operation Management ist Flexibilität die wichtigste strategische Fähigkeit. Das aktuelle Marktumfeld erfordert kurze Lieferzeiten und eine schnelle Reaktion auf eingehende Marktanfragen. Kosten sowie Innovation werden gleichermaßen als zweitwichtigste Fähigkeiten identifiziert. Aufgrund der Differenzierung über den Lebenszyklus, stehen reife Produkte unter einem enormen Kostendruck. Zeitgleich müssen regelmäßig neue Produkte in den Markt gebracht werden. Die Geschäftsführungen der zwei Geschäftsbereiche FA und PA haben eine leicht divergierende Meinung. Im FA Bereich zeigt sich ein recht indifferentes Bild aus Kosten, Qualität, Lieferung und Flexibilität. Für PA wurde Qualität und Lieferung hoch bewertet. Für unterschiedliche Produkte ergeben sich demnach unterschiedliche Anforderungen. Zudem existieren im gesamten Management unterschiedliche Meinungen über die Zielposition. Somit wird eine zweite Runde durchgeführt, um eine Konvergenz der Zielvorstellungen zu erreichen. Demnach werden **Flexibilität** und **Kosten** als Hauptziele für die Produktionsstrategie identifiziert. Im nächsten Schritt werden die Ziele für die strategischen Netzwerkfähigkeiten zur Erreichung der produktionsstrategischen Ziele definiert. Abbildung 6-2 (graue gestrichelte Linie) zeigt das Ergebnis. Demnach sind die Fähigkeiten **Zugang zu günstigen Arbeitskosten** und **Zugang zum Beschaffungsmarkt** als wichtigste Fähigkeiten gewertet, da sie einen großen Hebel auf die ambitionierten Kostenziele haben. **Volumen-**

**Wandlungsfähigkeit** und **Effizienz** werden als zweitwichtigste Fähigkeiten wahrgenommen. Die **Volumen-Wandlungsfähigkeit** soll durch Skalierung einzelner Linien erreicht werden, um Wachstum zu ermöglichen. Arbeitsrechtliche Rahmenbedingungen in LCC erlauben zudem eine schnelle Skalierung und tragen somit zur Flexibilität bei. **Prozess-Wandlungsfähigkeit**, **Zugang zu internem** und **externem Wissen** wird gering bewertet, wodurch wiederum Flexibilität und Innovation limitiert werden. **Marktzugang** wird als irrelevant bewertet, da aufgrund der hohen Packungsdichte und dem geringen Volumen Transportkosten einen geringeren Einfluss haben. Der Marktzugang wird zudem über die drei Distributionscenter in D1, US und A1 realisiert, sodass eine lokale Produktion nicht erforderlich ist, um Lieferzeiten zu erfüllen.

### Phase 3: Analyse der strategischen Leistungsfähigkeit

In Phase 3 wird die Leistungsfähigkeit der aktuellen Netzwerkkonfiguration mit dem Fuzzy-Inferenz-System aus Kapitel 5.2.1 bewertet und den definierten Zielpositionen aus der vorherigen Phase gegenübergestellt (Abbildung 6-2).

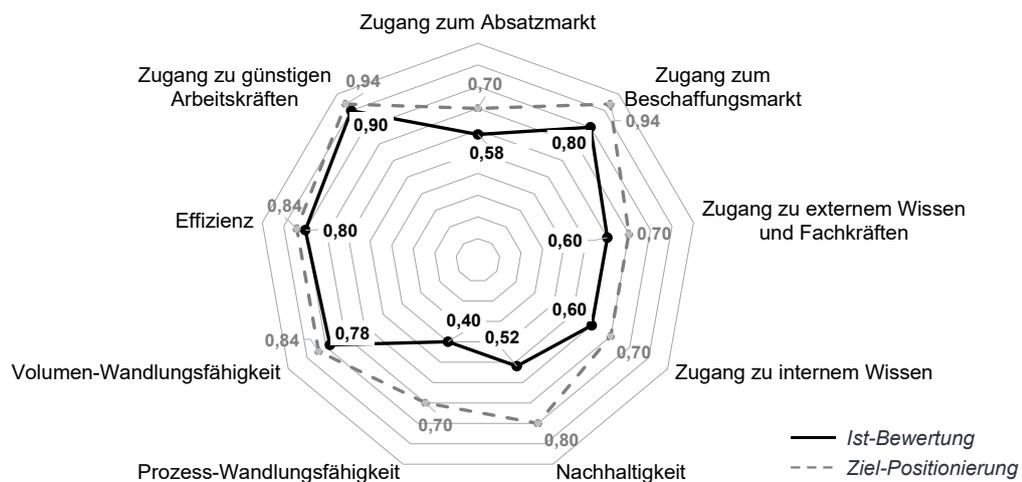


Abbildung 6-2: Strategische Netzwerkfähigkeiten im Ist und Ziel der Sensor AG

Das aktuelle Netzwerk hat seine größte Stärke in der **Nutzung von günstigen Arbeitskräften** durch den Produktionsschwerpunkt in Asien sowie im **Zugang zum Beschaffungsmarkt**, indem für die wesentlichen Materialien starke Lieferbeziehungen in Deutschland als auch für Halbleiter in Taiwan aufgebaut wurden. Ferner zeigt sich, dass das Netzwerk insbesondere durch die zwei Standorte in A2 und A3 bereits über eine gute **Volumen-Wandlungsfähigkeit** verfügt. In Bezug auf die Fähigkeit **Zugang zu Wissen und Spezialisten** profitiert das Netzwerk von den Standorten in D, A1 und HU. Die **Prozess-Wandlungsfähigkeit** ist bislang recht gering. Die meisten Produktionsstätten sind zwar nicht starr verkettet, die Integration neuer Produkte erfordert jedoch

Industrial Engineering (IE)-Kompetenzen, welche die wenigsten Standorte haben. Auch die **Nachhaltigkeit** steht bislang nicht im Fokus des Managements und wird als gering bewertet. Grundsätzlich zeigt sich, dass das Netzwerk in den hoch priorisierten Fähigkeiten bereits hohe Werte realisiert. Demnach liegt die erste Handlungsmaxime in der **Wahrung der Kostenposition**. Weitere Handlungsbedarfe ergeben sich für den **Zugang zum Beschaffungsmarkt** sowie die **Steigerung der Prozess-Wandlungsfähigkeit**. Auch wenn die Nachhaltigkeit eine hohe Zielabweichung ergibt, ist im Projektteam definiert worden, dass diese im Rahmen einer gesonderten Aktivität und nicht durch die Produktionsnetzwerkconfiguration adressiert werden soll.

Im nächsten Schritt wird gemeinsam mit dem Management definiert, welche Standorte zu den jeweiligen Netzwerkzielen beitragen sollen. Dies wird anhand des in Abbildung 6-3 dargestellten Standortportfolios diskutiert. Neben den Standorten sind als Referenzpunkte Ist- und Ziel-Score für das Netzwerk (NW) angegeben. Der Marktzugang soll weiterhin über die Distributionscenter in US, A1 und D1 abgesichert werden. Zur Absicherung der Kostenposition wird neben A2 und A3 ein neuer LCC-Standort (N/N1) diskutiert. Die Wandlungsfähigkeit soll über die High Volume-Standorte in Asien sowie einem hoch adaptiven Standort in CZ realisiert werden. In Bezug auf den Kompetenzerhalt soll D1 zukünftig Produktwissen bündeln. A1 soll IE-Support für die anderen asiatischen Standorte liefern und HU soll als Kompetenz-Hub für Spritzguss entwickelt werden.

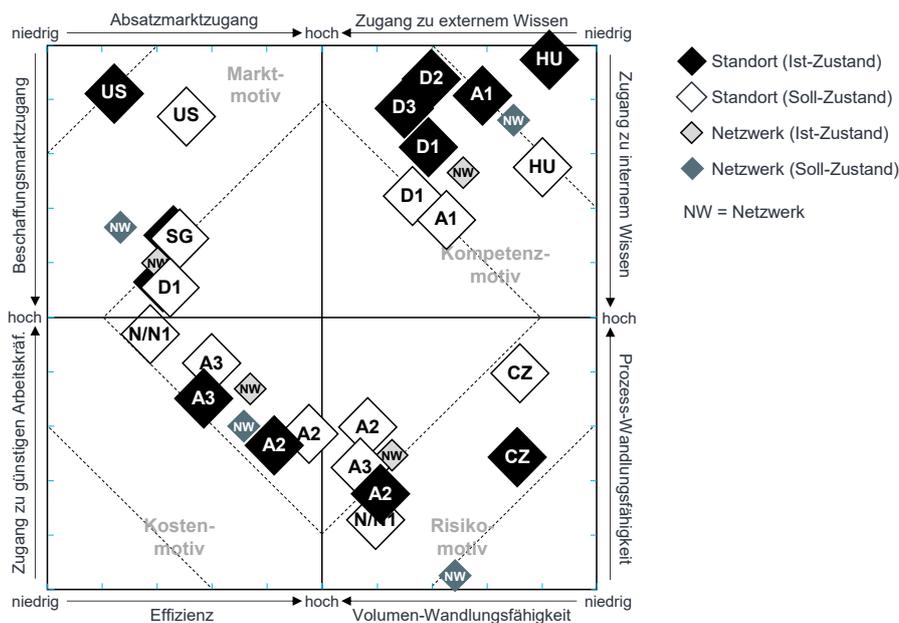


Abbildung 6-3: Standortportfolio der Sensor AG

## Phase 4: Ableitung eines Netzwerk Phänotypen

Basierend auf der Gap-Analyse in Phase 3 und der Umweltanalyse in Phase 2 werden potentielle phänotypische Strukturen abgeleitet. Aufgrund der weltweit homogenen Produktnachfrage, der verhältnismäßig geringen Transportkosten und den Puffern durch die Distributionscenter in der Triade (USA, Europa, Asien) sind **marktfokussierte** phänotypische Strukturen mit einer lokalen Produktion nicht zielführend. Das spezifische Produktwissen für unterschiedliche Produktfamilien sowie dem Fokus auf Kosten und Innovation lassen eine **Produktfokussierung der Standorte (Product Plant Struktur)** in Betracht ziehen. Dabei übernimmt jeder Standort einen hohen Anteil der Wertschöpfung und operiert größtenteils autark, wodurch auch die Innovationsfähigkeit durch die Bündelung von Produktwissen gesteigert wird. Auch können Puffer zwischen Prozessen reduziert werden, jedoch sind dann bspw. SMT und Spritzgussanlagen nicht ausgelastet. Aus diesem Grund ist ebenfalls eine **Prozessfokussierung (Component Plant Struktur)** zielführend. Diese ist jedoch sehr anfällig für Lieferunterbrechungen, wodurch als dritte Variante eine **Region for Region Struktur** gewählt wird. Dabei werden Europa und Asien durch jeweils redundante Prozesse entkoppelt. Dies folgt dem Beispiel des Sensorikherstellers in der multiplen Fallstudienanalyse zum strategischen Fit in Kapitel 5.2.2.4. Alle drei phänotypischen Strukturen sind in Abbildung 6-4 visualisiert und werden in Phase 5 ausdetailliert.

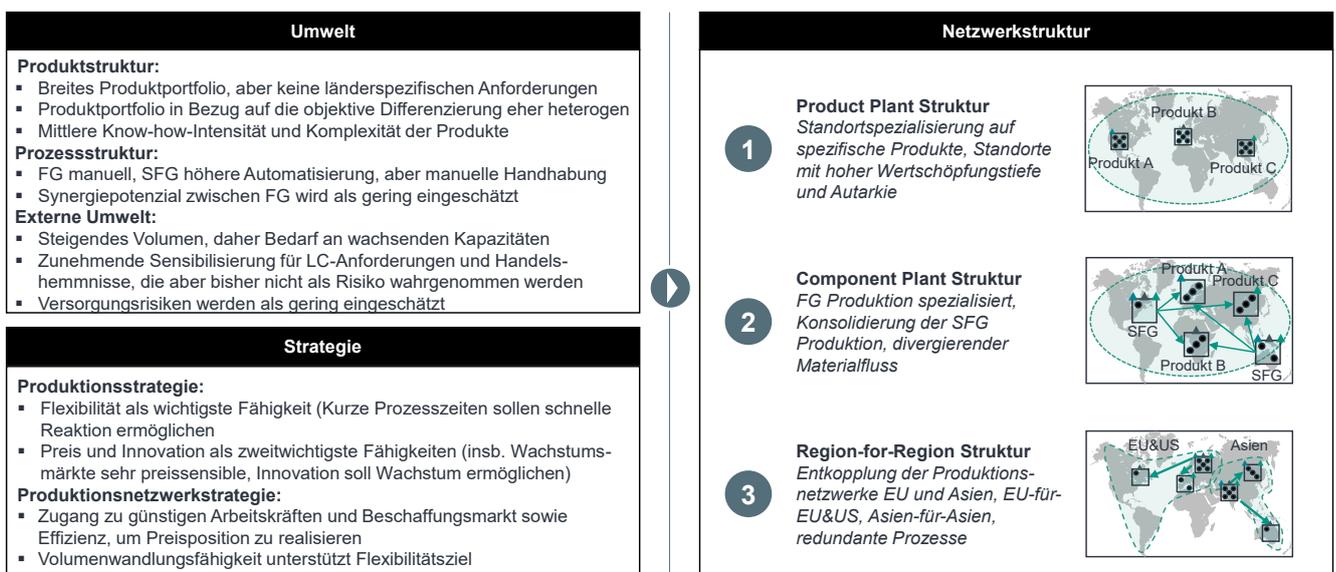


Abbildung 6-4: Strategisch passende Netzwerk Phänotypen für die Sensor AG

## Phase 5: Ausgestaltung des Netzwerk Phänotypen

In Phase 5 werden in mehreren Iterationsschleifen mit dem Projektteam vier verschiedene Netzwerkkonfigurationen ausgearbeitet. Jede Konfigurationsalternative orientiert sich an den zuvor definierten phänotypischen Strukturen. Abbildung 6-5 stellt die vier Konfigurationsalternativen gegenüber.

**Alternative 1a** folgt dem Gedanken des **Product Plant Struktur**. Jedem Standort wird dabei eine bestimmte Produkttechnologie (PT) zugeordnet. Zudem verfügt jeder Standort über die für die vollständige Fertigung der Produkttechnologie erforderlichen Vorprodukte (SFG). In Deutschland werden die Standorte konsolidiert und alle komplexen PT verortet. Die komplexen Produkte profitieren von einer Ko-Lokation mit der Entwicklung, da so Schnittstellenprozesse zwischen Produktion und F&E optimiert werden. Ferner werden durch die Konsolidierung Fixkosten reduziert sowie eine hohe Auslastung der Vorprozesse sichergestellt. Die zwei osteuropäischen Standorte bekommen PT mit einer mittleren Komplexität wie Ultraschallsensoren. Der asiatische Produktionsverbund übernimmt die Produktion von einfachen PT wie EMS. A1 fungiert als Industrialisierer, der neue Produkte erprobt und deren Produktion optimiert. Anschließend erfolgt der Transfer zu den LCC-Standorten A2 für FA-Produkte und A3 für PA-Produkte.

Eine Produktspezialisierung gemäß **Product Plant Struktur** kann neben der PT auch anhand ihrer Phase im Produktlebenszyklus (PLZ) erfolgen, was in **Alternative 1b** verfolgt wurde. High Innovation befinden sich am Anfang, High Runner in der Mitte und Legacy Produkte am Ende des PLZ. Auch hier ist jeder Standort als „Vollwerk“ mit eigener SFG-Produktion konzipiert. Ebenfalls werden die deutschen Standorte konsolidiert. Dabei konzentriert sich der resultierende deutsche Standort nur auf **High Innovation** und **Legacy Produkte** von komplexen Produkttechnologien und HU übernimmt die **High Runner** der komplexen PT. Die drei asiatischen Standorte übernehmen die einfachen Produkttechnologien. A1 ist zuständig für **High Innovation** und **Legacy**. A2 und A3 fertigt **High Runner**, wobei A3, Produkte mit hoher Varianz übernimmt.

In **Alternative 2** werden SFG-Prozesse entsprechend der **Component Plant Struktur** konsolidiert. Dabei wird HU zum Spritzguss-Hub und A1 zum SMD-Hub. Die Kabelfertigung für das Netzwerk erfolgt durch A2. Auch in dieser Alternative werden die deutschen Standorte konsolidiert. D1 übernimmt jedoch alle **High Innovation** und **Legacy** Produkte. CZ fungiert für alle PT als Industrialisierer und **High Runner** werden in A2 und A3 gefertigt.

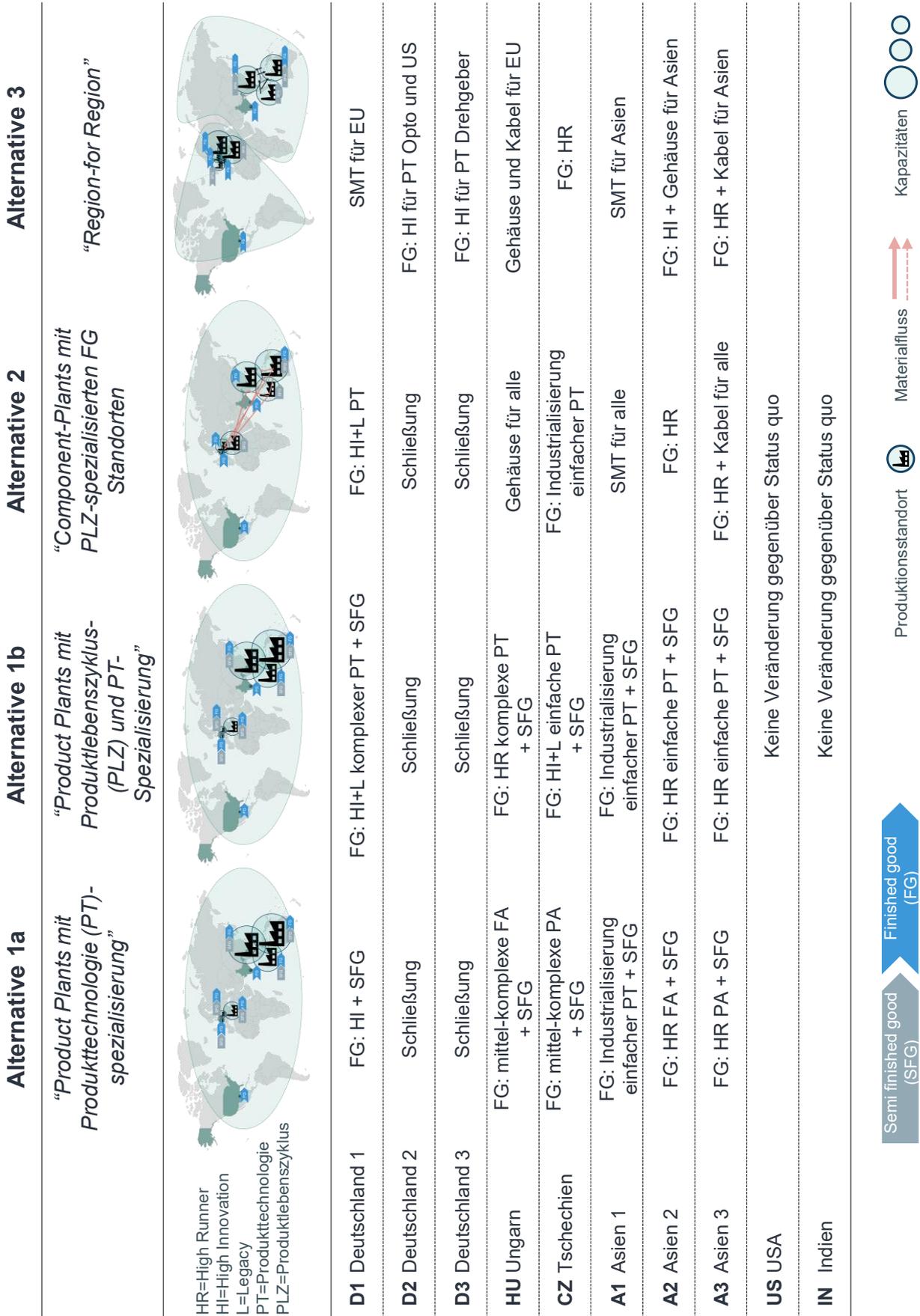


Abbildung 6-5: Netzwerkkonfigurationsalternativen der Sensor AG im Vergleich

In den bisherigen Alternativen erfolgt eine globale Marktanbindung, wo jeder Standort an alle Distributionscenter liefert. In **Alternative 3** erfolgt eine Entkopplung der zwei Regionen Asien und Europa + USA gemäß der **Region-for-Region Struktur**. Hierbei werden in HU Kabel und Gehäuse für die europäischen Standorte gefertigt. D1 übernimmt lediglich die PCBA-Fertigung. D2, D3 und CZ stellen die Endprodukte her. Die Komponentenfertigung in Asien verteilt sich auf PCBA in A1, Kabel in A3 und Gehäuse in A2. Die FG-Produktion erfolgt in A2 analog zu D2 und D3 sowie A3 analog zu CZ. Die europäischen Standorte fungieren dabei als Industrialisierer und technischer Support für Asien.

### **Phase 6: Bewertung und Auswahl einer Netzwerkkonfiguration**

In der abschließenden Phase erfolgen die Bewertung und Auswahl einer Alternative. In einem Vorbereitungstermin werden die **Bewertungskriterien** für die vier Alternativen definiert. Diese operationalisieren die **übergeordneten strategische Unternehmensziele** (Profitabilität, Wachstum, Flexibilität, Resilienz und Komplexitätsmanagement), die das Unternehmen in seinem Strategieprozess formuliert hat. Ein übergeordnetes Ziel kann durch mehrere Bewertungskriterien operationalisiert werden. Die Bewertungskriterien weichen hierbei bewusst von den strategischen Netzwerkfähigkeiten ab, um die unternehmensindividuellen Anforderungen der Netzwerkkonfiguration holistisch abbilden zu können. Demnach haben Skaleneffekte, Zugang zu qualifizierten Mitarbeitern und Volumen-Flexibilität die höchste Gewichtung, langfristige Wandlungsfähigkeit und Produktions-Knowhow die zweitwichtigste Bedeutung und Lieferantenzugang, Lieferrisiken, geopolitische Risiken und Wissenszugang die drittwichtigste Bedeutung.

In **Alternative 1a** hat jeder Standort eine klare PT-Zuordnung, wodurch der Aufbau von langfristigem Wissen gefördert wird. Transporte zwischen SFG und FG werden vermieden und durch die Autarkie können die einzelnen Standorte schnell reagieren. Durch den Aufbau von Vollwerken entstehen höhere Fixkosten sowie Kapitalbindung. LCC-Standorte müssten zudem zunächst Produktionswissen aufbauen. Außerdem wäre das Wissen für die einzelnen PT singular, wodurch ein höheres Risiko entsteht.

Auch in **Alternative 1b** wird durch die Standortspezialisierung Wissen gebündelt. Analog zu Alternative 1 existieren keine Transportabhängigkeiten. Die Spezialisierung entlang des PLZ ermöglicht eine Optimierung hinsichtlich Kosten einerseits, und Innovationen andererseits. Zudem wird dadurch das PT-Wissen auf mindestens zwei Standorte verteilt. Infolge der Konsolidierung und Spezialisierung auf High Innovation und Legacy

in Europa werden außerdem Volumina in LCC-Standorte verschoben. Auch hier wirkt die redundante SFG-Produktion nachteilhaft. Ferner gehen mit dieser Alternative eine Vielzahl von Verlagerungen einher.

Der Nachteil der redundanten SFG-Produktion wird in **Alternative 2** gelöst. Durch die Konsolidierung in HU und A1 können Skaleneffekte realisiert und damit Kosten reduziert werden. Dies geht jedoch zu Lasten erhöhter Transportkosten, längeren Lieferzeiten und gestiegenem Ausfallrisiko. Darüber hinaus ist diese Alternative mit einer leichten Erhöhung der Produktionsvolumina in Europa verbunden, wodurch sich die Kostenposition verschlechtert.

**Alternative 3** reduziert das Lieferrisiko sowie das Risiko von Handelsbarrieren durch geopolitische Spannungen durch die Entkopplung von Asien und Europa+USA. Auch können durch die Redundanzen potentielle Engpässe und Ausfälle überbrückt werden. Des Weiteren können die Distributionscenter verkleinert werden, da ein kleinerer Puffer erforderlich wird. In dieser Alternative nehmen die drei deutschen Standorte eine starke Rolle ein. Wesentliche Nachteile sind jedoch das gestiegene Produktionsvolumen in HCC. Zudem müssten für diese Alternative mehrere Produkttechnologien auf einer Linie konsolidiert werden, was wiederum Taktzeiten und Auslastung und damit die Wirtschaftlichkeit negativ beeinflusst.

Abbildung 6-6 fasst die Bewertung der vier Szenarien zusammen. Die qualitativen Kriterien wurden zwischen 1 (nicht vorteilhaft) und 5 (vorteilhaft) bewertet. Die Kosten werden aus Vertraulichkeitsgründen ebenfalls in Likert-Werte überführt. **Demnach ist Alternative 1b das beste Szenario.**

Über-geordnetes Ziel	Bewertungskriterien	Gewichtung 3 – hoch 2 – mittel 1 – gering	Alternative 1a: „Product Plants mit Produkttechnologie- spezialisierung“	Alternative 1b: “Product Plants mit PLZ- und PT- Spezialisierung“	Alternative 2: “Component-Plants mit PLZ-spezialisierten FG Standorten“	Alternative 3: “Region-for Region“
Profitabilität	Skalen- und Verbundeffekte,	3	3	4	5	1
Wachstum	Verfügbarkeit von MA	3	3	4	3	2
Flexibilität	Kurzfristig Volumenflexibilität	3	3	3	3	4
Wachstum	Langfristige Volumenexpansion	2	3	3	2	2
Komplexitätsmanagement	Anlaufisiko	2	4	5	3	2
Wachstum	Zugang zu Lieferanten	1	3	3	3	4
Resilienz	Liefertermintreue	1	2	4	1	5
Resilienz	Geopolitische Risiken	1	2	4	1	5
Komplexitätsmanagement	Zugang zu externem Wissen	1	4	4	3	4
Gewichtete Summe			3,1	3,8	3	2,7

Abbildung 6-6: Bewertung der Netzwerkkonfigurationsalternativen der Sensor AG

## 6.2.2 Anwendungsfall 2

### Phase 1: Ist-Aufnahme des Netzwerks

Das Produktionsnetzwerk in Fall 2 besteht aus neun Produktionsstandorten, in denen Übergangssysteme für den Schienen- und Straßenverkehr gefertigt werden, die im Nachfolgenden als **Rail** und **Road** bezeichnet werden. Ein Übergangssystem (auch vereinfacht Übergang genannt) verbindet zwei Wagenabschnitte miteinander. Das Segment für Rail kann wiederum in Übergänge für Straßenbahnen, Metro und Vollbahnen unterschieden werden. Abbildung 6-7 zeigt das Produktionsnetzwerk der Mobility AG mit den Standorten Deutschland (D), Ungarn (HU), Türkei (TR), Indien (IN), China (CN), Südafrika (SA), Brasilien (BR), USA (US1&2).

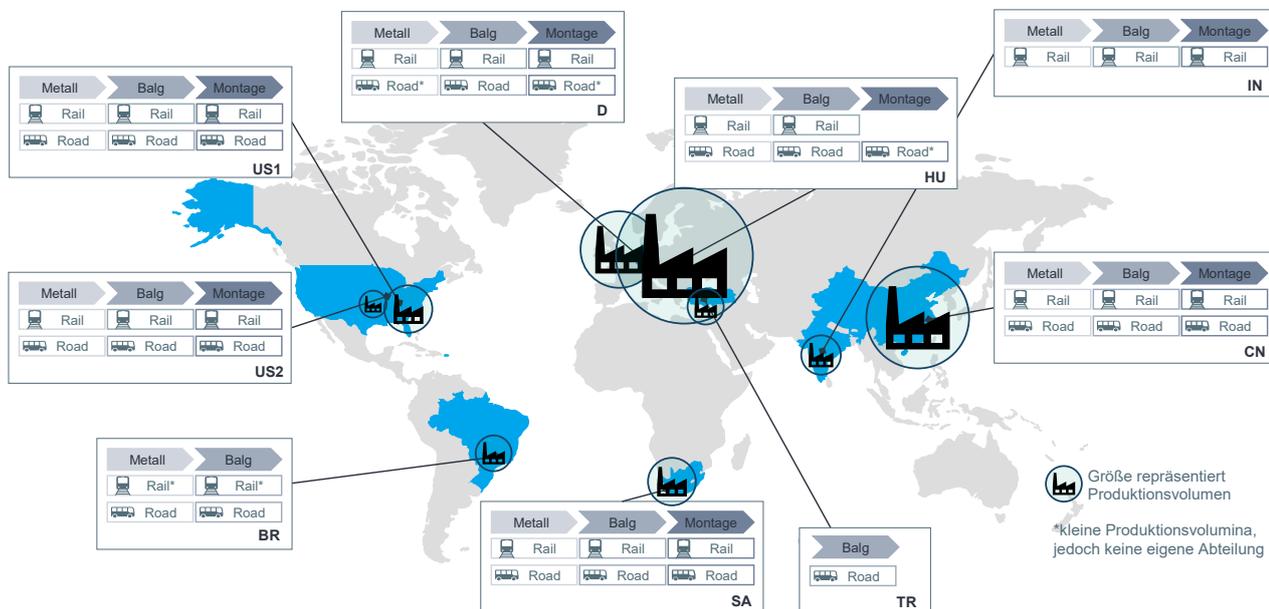


Abbildung 6-7: Produktionsnetzwerk der Mobility AG

Der Produktionsprozess lässt sich in die drei übergeordneten Prozessschritte **Metallbearbeitung**, **Balgfertigung** und **Endmontage** unterteilen. Diese umfassen wiederum mehrere Prozesse, die nahezu immer, jedoch stellenweise mit unterschiedlichen Maschinen oder anderen Arbeitsanweisungen durchlaufen werden. Die Metallbearbeitung beinhaltet Biegen, Flächenbearbeitung, Fügen und Schweißen. Die Balgfertigung umfasst den Stoffzuschnitt, Nähen, Abdichten sowie für gewisse Anwendungen eine Vulkanisierung und die abschließende Vormontage, in welcher der Balg in den Metallrahmen gefügt wird (auch Aufbau bzw. Mounting genannt). In der abschließenden Endmontage werden Anbauteile, Verkleidungen oder Kühlkanäle montiert. Die Prozesse erfolgen größtenteils manuell. Anhang A.7.1 zeigt die Produktionsprozesse je Standort

im Detail. Besonders wissensintensiv und somit qualitätskritisch ist das Biegen, das Nähen sowie der Aufbau. Auf die Balgfertigung entfällt ein Großteil der Wertschöpfung. Die Herstellung von Übergängen ist grundsätzlich durch eine hohe Varianz mit einem sehr hohen Engineering to Order (EtO)-Anteil charakterisiert. Jedes Kundenprojekt ist damit ein individuelles Produkt mit Losgrößen zwischen 1 und 60 Übergängen. Insbesondere die Kundenprojekte in **Rail** variieren stark je nach Kundenanforderungen. **Road** hingegen ist eher durch langfristige Kundenbeziehungen mit über die Zeit geringfügigen Produktänderungen geprägt.

Die bisherige Netzwerkkonfiguration folgt einer Local for Local Orientierung mit einer tendenziell hohen Wertschöpfung in den einzelnen Standorten. D, CN, SA, US 1 und US 2 sind als Vollwerke für **Rail** und **Road** konzipiert. HU als größter Standort (gemessen an den Produktivstunden) dient als verlängerte Werkbank von D und konzentriert sich hauptsächlich auf die Metallbearbeitung und Balgfertigung. IN und TR befinden sich gerade im Aufbau. IN soll in der derzeitigen Ausbaustufe das Segment **Rail** als Vollwerk bedienen. TR fertigt derzeit ausschließlich Bälge für **Road**. Auch BR konzentriert sich hauptsächlich auf **Road**, fertigt jedoch auch vereinzelt **Rail**-Übergänge. Auch wenn die meisten Standorte als Vollwerke über die Bereiche Metallbearbeitung, Balgfertigung und Endmontage verfügen, unterscheiden sich die Standorte hinsichtlich der technologischen Ausstattung. So fungiert D mit dem größten Maschinenpark in der Metallverarbeitung als interner Lieferant für spezielle Vorprodukte.

## **Phase 2: Aufnahme der strategischen Ziele und der Unternehmensumwelt**

Die Analyse des **Absatzmarktes** zeigt ein moderates Wachstum von 4% pro Jahr, wobei die etablierten Märkte eine stabile Entwicklung erwarten lassen. Insbesondere im **Rail**-Bereich hält die Mobility AG bereits ein Marktanteil von 60-70%, sodass ein weiteres Wachstum als äußerst schwierig eingeschätzt wurde. Vielmehr soll der bestehende Marktanteil in den etablierten Märkten verteidigt werden. Weitere Wachstumschancen werden in den Märkten Südamerika und Nordafrika gesehen. Hinsichtlich der Heterogenität des Marktes zeigt sich eine große Spreizung, jedoch geringe geographische Unterschiede (Märkte in Südamerika, Südafrika und China mit leicht niedrigeren qualitativen Anforderungen, bspw. Dichtheitsanforderungen). Die Märkte sind jedoch durch hohe **LC Anforderungen** charakterisiert. So muss bspw. in USA und Südafrika 65-76% der Wertschöpfung lokal erfolgen. In Türkei handelt es sich um implizite Anforderungen, da dort nur Produkte von lokalen Anbietern bezogen werden, und ausländische Unternehmen quasi-boycottiert werden. Lediglich Europa hat keine LC Anforderungen. Im

**Road**-Bereich ist eine Kundennähe ebenfalls durch die **JIT-Anforderungen** erforderlich. Ferner kämpft das Netzwerk mit hohen **Fluktuationsraten** in Ungarn, China und USA, welche vor dem Hintergrund von wissensintensiven Prozessen eine große Problematik darstellen.

Basierend auf der aktuellen Konfiguration werden gemeinsam mit der Geschäftsführung Ziele für die Produktionsstrategie und für die strategischen Netzwerkfähigkeiten erarbeitet. Es zeigt sich, dass **Kosten** der wichtigste Differenzierungsfaktor sind. Insbesondere im **Rail**-Bereich wurden in den letzten 5-10 Jahren Vergabeentscheidungen fast ausschließlich basierend auf Kosten entschieden. Neben Kosten ist **Flexibilität** ein weiterer wichtiger Differenzierungsfaktor für die Mobility AG. Dies soll eine schnelle Reaktion und Anpassung an unterschiedlichste Kundenwünsche ermöglichen. Vor allem im **Rail**-Bereich ist es wichtig, als First Mover erste Prototypen (PTP) bei Neuvergaben liefern zu können. Die Flexibilität ermöglicht damit eine schnelle Lieferung. Viele Kunden im **Road**-Bereich erwarten eine JIT-Lieferung, sodass die **Liefertermintreue** erfolgskritisch ist. Qualität und Innovation spielen eine vergleichsweise untergeordnete Rolle. Um dieses Zielbild als Kundenkönig mit exzellentem Preis-Leistungsverhältnis erfüllen zu können, werden für die strategischen Netzwerkfähigkeiten folgende Zielgrößen definiert, die in Abbildung 6-8 dargestellt sind. **Zugang zu günstigen Arbeitskräften** sowie **Effizienz** haben die höchste Priorität. Der Kostendruck erfordert eine Verschiebung des Footprints Richtung LCC. Zudem werden im Overhead-Bereich in den ausländischen Standorten Kostenpotentiale gesehen. Ferner sollen die aktuellen Prozesse im Sinne des Lean Managements optimiert werden. Als zweitwichtigste Fähigkeit werden **Volumen-** und **Prozess-Wandlungsfähigkeit** identifiziert. Durch eine gesteigerte Wandlungsfähigkeit soll das Netzwerk befähigt werden, schnell auf Kundenanforderungen und Neuausschreibungen reagieren zu können. Ferner wird durch eine stärkere Standardisierung eine Cross-Belieferung, also eine gegenseitige Belieferung der Standorte, in Engpass-Situation ermöglicht werden. Zudem soll die lokale Lieferantebasis ausgebaut werden, um LC Anforderungen ebenfalls durch externe Lieferanten kosteneffizient zu erreichen. Eine potentielle Verschlechterung des Marktzugangs durch eine Reduktion der eigenen Wertschöpfung infolge von Outsourcing und Konsolidierung wird dabei toleriert.

### Phase 3: Analyse der strategischen Leistungsfähigkeit

Die Analyse der strategischen Leistungsfähigkeit zeigt, dass das bisherige Netzwerk seine Stärke insbesondere im **Zugang zu Absatzmärkten** hat. Die Märkte sind charakterisiert durch hohe explizite oder implizite LC Anforderungen, die durch eine hohe lokale Wertschöpfungstiefe realisiert werden. Wie im vorangegangenen Abschnitt erläutert ist hier eine gezielte Reduktion zu Gunsten der Effizienz beabsichtigt. Die bisherige **Effizienz** wird als durchschnittlich eingeschätzt. CN und HU setzen Lean Prinzipien um, andere Standorte zeigen hier jedoch wesentliche Defizite. Auch in Bezug auf die Nutzung von Lohnkostenvorteilen zeigt das aktuelle Netzwerk mit dem relativ hohen HCC-Anteil noch wesentliche Potentiale. Bestehende Lohnkostenvorteile werden zudem teilweise durch hohe Overheadkosten kannibalisiert. Ein weiteres erhebliches Defizit zeigt das Netzwerk in Bezug auf den **Zugang zum Beschaffungsmarkt**. Bisher werden Materialien hauptsächlich über deutsche Lieferanten bezogen. Die Lieferantenbasis im Ausland ist bislang kaum erschlossen. Standorte wie HU bieten jedoch erhebliche Potentiale. In Bezug auf die **Wandlungsfähigkeit** zeigt sich, dass **Volumina** im Netzwerk bislang gut skaliert werden können. Die **Prozesswandlungsfähigkeit** ist jedoch aufgrund der geringen Standardisierung, der großen technischen Spreizung und der Wissensintensität limitiert. Aus diesem Grund soll ebenfalls der Wissensaustausch im Netzwerk, der bislang sporadisch erfolgt, stärker institutionalisiert werden. Abbildung 6-8 zeigt nochmals die Gegenüberstellung der Ziel-Position (grau gestrichelte Linie) mit der Ist-Position (schwarze Linie) aus der Analyse der Leistungsfähigkeit für die strategischen Netzwerkfähigkeiten.

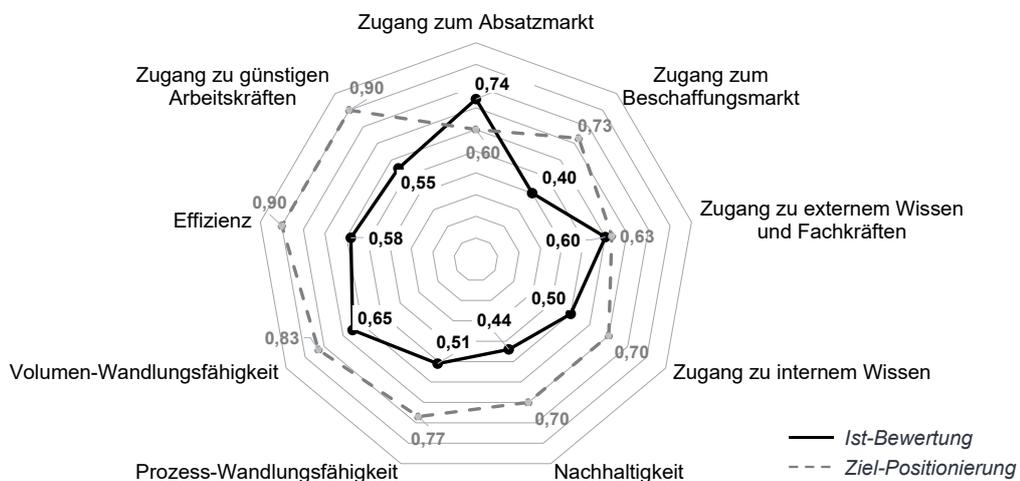


Abbildung 6-8: Strategische Netzwerkfähigkeiten im Ist und Ziel der Mobility AG

## Phase 4: Ableitung eines Netzwerk Phänotypen

Die hohen LC Anforderungen sowie die großen Volumina und geringe Wertdichte der Produkte in Kombination mit einer schnellen Reaktionsfähigkeit deuten auf eine marktfokussierte Netzwerkstruktur hin. Die Anforderungen nach Kostenoptimierung lassen jedoch eine Prozessorientierung in Erwägen ziehen. Basierend darauf werden drei potentielle phänotypische Netzwerkstrukturen identifiziert (Abbildung 6-9).

So wäre eine Stärkung der **Local for Local Struktur** denkbar. Dabei ist es zielführend, die Standorte nicht nur zu richtigen Vollwerken auszubauen, sondern ebenfalls mit entsprechender Industrial Engineering-Kompetenz auszustatten, um lokal Prototypen zu entwickeln. Dies hätte eine Stärkung der Standortautarkie zur Folge, wodurch jedoch Synergien einer gemeinsamen Nutzung von Ressourcen ungenutzt bleiben würde. Insbesondere für die Prozesse der Metallbearbeitung sowie des Stoffzuschnitts und Nähens ist eine Konsolidierung im Sinne einer **Hub and Spoke Struktur** sinnvoll. Durch die Bündelung kann eine hohe Auslastung des Maschinenparks realisiert werden. Ebenfalls wäre es denkbar, dies mit einer Produktspezialisierung der Standorte für Rail und Road zu kombinieren. Die Fokussierung auf ein begrenztes Portfolio offenbart Effizienzpotentiale. Um Lieferzeiten zu reduzieren und der Unterbrechung von Lieferketten vorzubeugen, wäre auch eine **Regionalisierung der Hub and Spoke Struktur** zielführend. Durch die redundante Auslegung für bspw. Amerikas und Europa + Asien wird wie in Fall 1 eine Entkopplung der Regionen und damit eine höhere Resilienz erzielt.



Abbildung 6-9: Strategisch passende Netzwerk Phänotypen für die Mobility AG

### Phase 5: Ausgestaltung des Netzwerk Phänotypen

Die drei phänotypischen Netzwerkstrukturen werden in Phase 5 anschließend ausdetailliert. Die so entwickelten fünf Netzwerkalternativen sind dabei so strukturiert, dass **Alternative 1** von einer hohen lokalen Wertschöpfung ausgeht und damit der **Local for Local Struktur** entspricht. Diese ähnelt der Ist-Konfiguration am meisten, sodass hier der Veränderungsaufwand am geringsten ist. In den nachfolgenden **Alternativen 2-5** wird die lokale Wertschöpfung graduell reduziert und Upstream-Prozesse in regionalen oder globalen Hubs zusammengefasst, welche den phänotypischen Strukturen (**regional) Hub and Spoke** entspricht, jedoch mit zunehmenden Migrationsaufwand einhergeht. Eine trennscharfe Verknüpfung von phänotypischen Strukturen und Netzwerkalternativen wie in Fall A ist für die Alternativen 2 bis 4 nicht möglich, da diese regionale und globale Hubs kombinieren. Eine Produktspezialisierung in den Spokes als Option wie es in Phase 4 diskutiert wird, wird nicht weiterverfolgt. Grund hierfür ist, dass die Produkte innerhalb der Geschäftsbereiche **Rail** und **Road** eine sehr hohe Varianz und somit wenig Prozesskommunalitäten oder Gleichteile aufweisen, sodass erhoffte Skaleneffekte ausbleiben würden. Zudem hätte eine Produktspezialisierung zu Folge, dass für gewisse Produkte LC Anforderungen nicht erfüllt werden können. Somit muss ein gewisser Mindestanteil der Wertschöpfung im Zielland erfolgen. Abbildung 6-10 zeigt die fünf Konfigurationsalternativen im Vergleich. Demnach sind in **Alternative 1** alle Werke gemäß der **Local for Local Struktur** zu Vollwerken ausgebaut. TR, IN, CN, SA, US und BR fertigen dabei autark für ihre jeweiligen Märkte. Der EU-Markt wird durch D, HU und TR bedient. Neben D verfügt, CN und US ebenfalls über einen Prototypenbau, um die Autarkie zu stärken.

**Alternative 2** folgt der Zielsetzung, möglichst viel Volumen in LLC-Standorte zu verschieben. Dabei wird Deutschland um ca. 75% gemessen an den Output-Stunden reduziert und schrittweise in IN aufgebaut. Die Produkte werden in einer Rochade über HU verschoben, sodass in D lediglich Prototypen und Sonderumfänge verbleiben, HU die etwas komplexeren Großserien bekommt und Indien mehr einfachere Produkte von HU übernimmt. In US werden ebenfalls Volumina nach SA verlagert, da zwischen diesen beiden Staaten für die Produkte ein Freihandelsabkommen vorliegt. Zudem übernimmt BR das Stoffschneiden, Nähen und Verdichten für USA, um weitere Volumina in LCC zu verschieben. In US verbleibt die Metallbearbeitung sowie der Aufbau und die Montage.

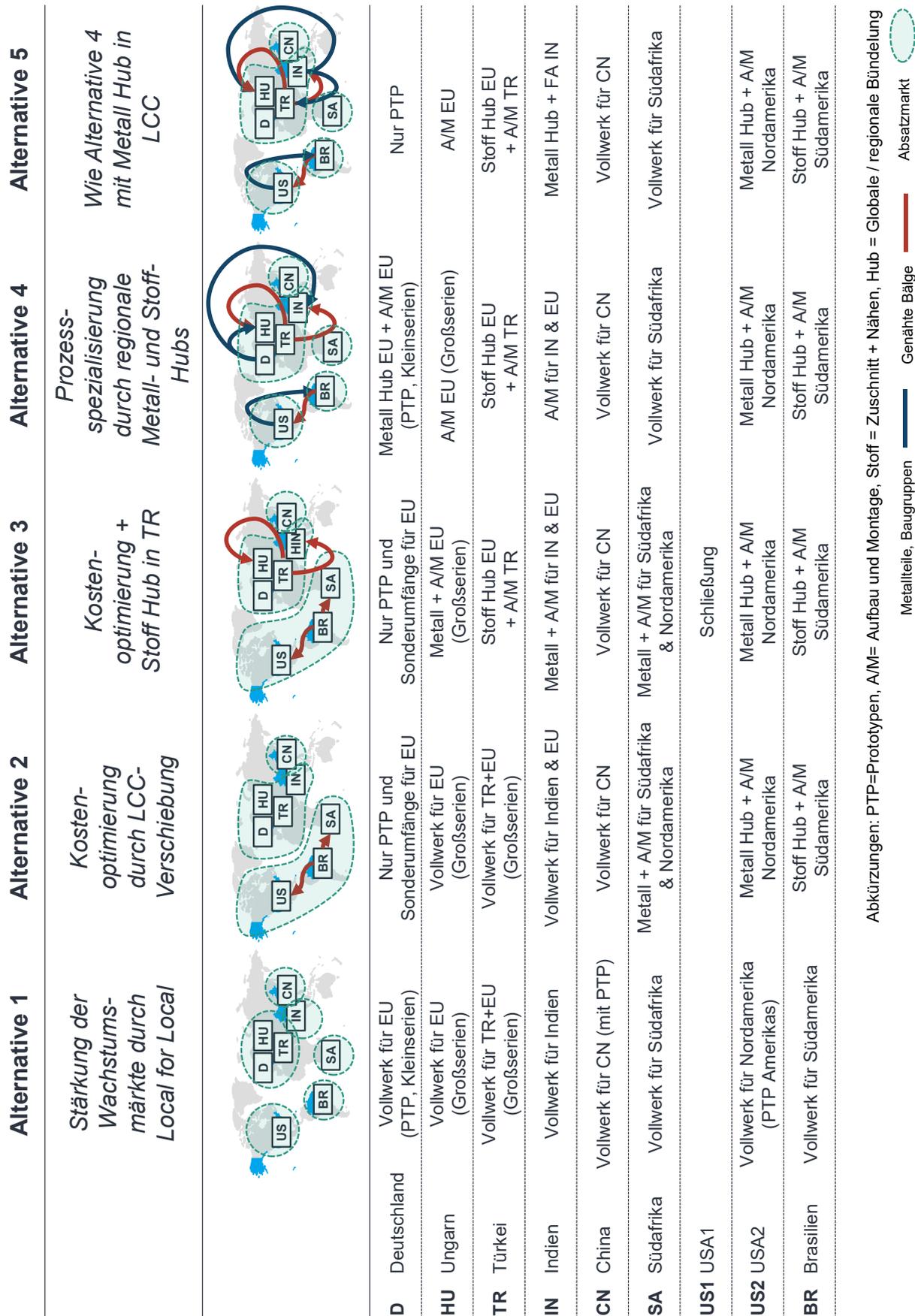


Abbildung 6-10: Netzwerkkonfigurationsalternativen der Mobility AG im Vergleich

In **Alternative 3** werden analog zu BR, welcher als Lieferant für das Amerikas-Netzwerk dient, die Stoffumfänge für die europäischen und den indischen Standort gebündelt. Hierbei eignet sich TR, welche im Bereich Stoffbearbeitung eine hohe Expertise aufweist und über zahlreiche Stofflieferanten verfügt. In IN, HU und D verbleibt jeweils eine eigene Metallbearbeitung sowie Aufbau und Montage. TR verfügt ebenfalls über die Endprozesse Aufbau und Montage, um den eigenen Markt zu beliefern.

In **Alternative 4** erfolgt eine weitere Konsolidierung von Prozessen. Im Amerikas-Netzwerk dient US als Metall Hub und BR als Stoff Hub. Analog dazu ist in Europa der Metall Hub in D und der Stoff Hub in TR. Alle Werke verfügen über einen Aufbau und Montage, um die lokale Wertschöpfung abzusichern. CN und SA bleiben als Vollwerke autark.

**Alternative 5** verschiebt letztlich den Metall Hub von D nach IN, um weitere LCC Vorteile zu sichern, würde jedoch zugleich die größte Veränderung im Netzwerk mit sich ziehen. Diese Ausbaustufe entspricht dem Gedanken der regionalen **Hub and Spoke Struktur**.

### Phase 6: Bewertung und Auswahl einer Netzwerkkonfiguration

Anschließend erfolgt die Bewertung der Alternativen. Dazu werden gemeinsam mit der Geschäftsführung die in Abbildung 6-11 dargestellten Bewertungskriterien definiert. Alle Bewertungskriterien haben die gleiche Gewichtung. Eine niedrige Bewertung ist mit einer nachteilhaften Auswirkung und eine hohe Bewertung mit einer vorteilhaften Auswirkung assoziiert. Auch hier werden die Kosten aus Vertraulichkeitsgründen in Likert-Werte überführt.

Werte zwischen 1 (negativ) und 5 (positiv)	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3	Alternative 4	Alternative 5
Periodenkosten	3	4	3	3	5
Migrationskosten	4	4	3	2	1
Marktzugang	5	4	4	4	2
Flexibilität	3	3	3	2	2
Knowhow/ Qualitätsrisiko	3	4	4	4	2
Lieferrisiko	5	3	2	1	1
Komplexität/ Effizienz	2	3	4	4	4
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>3,4</b>	<b>3,6</b>	<b>3,3</b>	<b>2,9</b>	<b>2,4</b>

Abbildung 6-11: Bewertung der Netzwerkkonfigurationsalternativen der Mobility AG

**Alternative 1** ermöglicht eine schnelle Reaktion auf Marktbedürfnisse durch lokale F&E-Präsenz und damit Wachstum in den Märkten Lateinamerika und Afrika. Zudem werden Transportkosten und die Anfälligkeit gegenüber Lieferkettenunterbrechungen reduziert. Dies erfordert jedoch eine Stärkung der lokalen Lieferantenbasis. Außerdem geht diese Alternative mit höheren Koordinationskosten für Expats in den Oversea-Standorten sowie einer Reduktion von Skaleneffekten einher.

In **Alternative 2** profitiert das Netzwerk von erheblichen Lohnkostenarbitrage durch die LCC-Verschiebung. Diese geht jedoch mit einer Vielzahl von Produktverlagerungen einher. Des Weiteren müssen zunächst Kompetenzen an den LCC-Standorten aufgebaut werden, wodurch ein Qualitätsrisiko existiert. Ein weiterer Vorteil durch die LCC-Verschiebung ist jedoch, dass dadurch Deutschland sich auf seine Funktion im Prototypenbau konzentrieren kann.

**Alternative 3** schafft weitere Kostenvorteile durch die Bündelung von Stoffumfängen in TR. Da insbesondere das Nähen als Kernkompetenz angesehen wird, könnten durch eine Kompetenzbündelung weitere Wettbewerbsvorteile generiert werden. Dies geht jedoch mit höheren Transportkosten und Lieferrisiken einher.

**Alternative 4** sorgt für eine weitere Reduktion der variablen Produktionskosten, wobei sich Transportaufwände und Lieferabhängigkeiten weiter erhöhen. Positiv zu bewerten ist eine Komplexitätsreduktion in den Standorten durch die stärkere Spezialisierung. Diese führt jedoch aufgrund der wechselseitigen Abhängigkeit der Standorte durch die vielen internen Lieferbeziehungen zu einer Einschränkung der Standortflexibilität, was nicht im Sinne der strategischen Zielsetzung ist.

**Alternative 5** zeigt die niedrigsten Lohnkosten, bringt jedoch die meisten Veränderungen mit sich, sodass hier insbesondere Migrationskosten und Lieferrisiken sehr nachteilhaft sind. Darüber hinaus geht der Kompetenzaufbau in den LCC-Standorten mit anfänglich hohen Qualitätsrisiken einher.

Um daher einerseits weiterhin eine starke Kundennähe und lokale Anpassung zu ermöglichen und andererseits die Kostenposition zu stärken, wird **Alternative 2 empfohlen**.

## 7 Diskussion und Ausblick

Kapitel 7 widmet sich der Diskussion und kritischen Würdigung der Ergebnisse dieser Arbeit in Bezug auf die hergeleiteten vier Forschungsfragen (Kapitel 7.1). Zudem wird auf die Limitationen dieser Arbeit eingegangen sowie ein Ausblick für zukünftige Forschungsarbeiten gegeben (Kapitel 7.2).

### 7.1 Diskussion und kritische Würdigung

Die strategische Gestaltung der Netzwerkkonfiguration ist eine hochkomplexe Aufgabe, die einer Vielzahl von ambivalenten, interdependenten und dynamischen Einflüssen unterliegt (vgl. Kapitel 1.2). Sowohl in der Praxis als auch in der Literatur existiert bislang kein Ansatz, der den Anforderungen einer strategischen Netzwerkkonfiguration gerecht wird (vgl. Kapitel 3). Ziel dieser Arbeit ist daher die Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungsmodells zur strategischen Gestaltung der Netzwerkkonfiguration unter Berücksichtigung der strategischen Fähigkeiten und der Unternehmensumwelt. Im Nachfolgenden werden die Ergebnisse der Arbeit in Bezug auf die vier Forschungsfragen kritisch reflektiert sowie der Erfüllungsgrad der definierten Anforderungen aus dem Forschungsdefizit diskutiert.

#### ***F1: Aus welchen Teilentscheidungen besteht die Netzwerkkonfiguration und wie lassen sich diese systematisieren?***

Die Analyse des Literaturstroms zeigt, dass es zahlreiche Möglichkeiten zur Strukturierung des Entscheidungsfelds der Netzwerkkonfiguration gibt. So zerlegt Lanza et al. (2019) die Konfiguration in die Aufgaben Netzwerkstruktur, Produktmixallokation, Ressourcenallokation und Kompetenzaufbau. Friedli et al. (2014) hingegen definiert Netzwerkspezialisierung, Netzwerkstruktur, Ressourcenwahl und interne Supply Chain. Miltenburg (2009) wiederum fasst die Aufgaben unter den strukturellen Entscheidungen Standortwahl, geographische Dispersion, vertikale Integration und Organisationsstruktur zusammen. Keine dieser Ansätze ist weder besser noch schlechter zu bewerten, vielmehr muss die Zerlegung der Teilentscheidungen zweckmäßig für den spezifischen Anwendungsfall erfolgen. Das hier entwickelte **Beschreibungsmodell der Netzwerkkonfiguration** gibt Hilfestellung, da es eine modulare, detaillierte Struktur bietet, die auf unterschiedliche Industrien anwendbar ist (K1.1). Auch zeigt sich, dass die Abstraktionsniveaus in der Literatur stark variieren und meist keine Verknüpfung von Netzwerk- und Standortebene betrachten. Durch die Integration von Standort- und

Netzwerkebene in dieser Arbeit wird diese Verknüpfung sichergestellt (K1.2). Eine große Herausforderung liegt jedoch in der Definition von Produkten und Prozessen. Insbesondere in der variantenreichen Produktion, wie bei Fall 2, müssen zunächst die zu allozierenden Produktgruppen definiert werden. Relevante Clusterkriterien sind hierbei ähnliche Arbeitsinhalte und Gleichteile. Ferner ist die Wahl des richtigen Abstraktionsniveaus essentiell. So wird in Fall 2 die Balgfertigung in die Subprozesse Zuschnitt, Nähen, Aufbau und Montage unterteilt (siehe Anhang A.7.1). Auf einer Netzwerkebene ist die Betrachtung auf diesem Detailniveau zielführend. Auf Standortebene müssen jedoch die Prozesse detaillierter betrachtet werden. Besonders differenzierend ist der Nähprozess, da hier je nach Produktkomplexität eine höhere Expertise bzw. Anlernphase erforderlich ist. Eine Missachtung dieser Detailstufe würde zu falschen Schlussfolgerungen führen. Auch in Fall 1 wird diese integrierte Sicht mit gezielter Detaillierung auf Standortebene demonstriert. So verfügt die Sensor AG über definierte Produkttechnologien. Eine genaue Betrachtung der Produkttechnologien zeigte jedoch, dass innerhalb der Produktgruppe zwischen High Runner, Legacy und High Innovation Produkt unterschieden werden muss, da diese divergierenden Anforderungen an den Produktionsstandort haben. Auf Netzwerkebene zeigt sich, dass die Definition von Subnetzwerk hilfreich ist, um eine Komplexitätsreduktion zu erreichen. Die Zerlegung erfolgt dabei oftmals nach Marktaspekten (Local for Local für spezifische Märkte) oder Prozessaspekten (Fertigungshub für das Netzwerk). Auch zeigt sich, dass die Grenzen zwischen Konfiguration- und Koordinationsaspekten fließend sind. Die Ausgestaltung von Kompetenzen und Verantwortungen ist von der Produktallokation abhängig. Dies zeigt bspw. Fall 1, indem die Produkte hinsichtlich ihrer Phase im Produktlebenszyklus alloziert werden. Standorte, denen die Rolle des Industrialisierers zugeordnet werden, haben neben einer Produktionsverantwortung, die Verantwortung über die Produkt- und Prozessentwicklung und definieren dabei Standards für die Standorte mit der High Runner-Rolle.

### ***F2: Welche Elemente aus der Strategie und Umwelt beeinflussen die Netzwerkkonfiguration?***

In Bezug auf die relevanten Kontingenzfaktoren schafft dieser Ansatz mit den zwei **Beschreibungsmodellen** für die **strategischen Fähigkeiten** und der **Unternehmensumwelt** Transparenz. Insbesondere die Diskussion von strategischen Differenzierungsfaktoren und erforderlichen strategischen Netzwerkfähigkeiten gemeinsam mit unterschiedlichen Stakeholdern und Entscheidungsträgern hat sich als Mittel bewährt,

um die Prioritäten im Netzwerk offenzulegen und greifbar zu machen. Erstens, zeigt sich, dass Entscheidungsträger teils divergierende Prioritäten haben. Durch die offene Diskussion kann ein inneres Alignment der Priorisierung von Netzwerkfähigkeiten erreicht werden. Zweitens, haben Business Units (BU) teilweise unterschiedliche Anforderungen an das Netzwerk, die jedoch gleichermaßen durch die Konfiguration erfüllt werden müssen (Anwendungsfall 1: BU FA vs. BU PA, Anwendungsfall 2: BU Rail vs. BU Road). Dies können Indikatoren für eine Produktspezialisierung im Netzwerk bzw. Bildung von Subnetzwerken sein. Ferner zeigen die Fälle, dass die strategischen Fähigkeiten unternehmensspezifisch ausdetailliert werden müssen. So wird bspw. die Prozesswandlungsfähigkeit in Fall 1 als Resilienz ausgelegt, wohingegen in Fall 2 diese Fähigkeit als Prozessentwicklung- und -ertüchtigung für Neuprodukteinführungen verstanden wird. Das Beschreibungsmodell der strategischen Fähigkeiten ermöglicht damit die relevanten Einflüsse aus der Strategie auf die Netzwerkkonfiguration abzubilden (K2.1). Kontingenzfaktoren aus der Umwelt sind vielfältig. Die Diskussion der Anwendungsfälle sowie die Fallstudie in Kapitel 5.2.2.4 lässt jedoch eine Priorisierung von Faktoren zu. Demnach sind für eine strategische Konfiguration insbesondere geographische Verteilung der Absatzmärkte, lokale Anpassungsanforderungen, Lieferzeiterwartungen, prohibitive Handelshemmnisse (LC und Zölle), Skaleneffekte, Produktkomplexität und Standortkompetenz entscheidungsrelevant. Risiko in Form von politischen Abschottungen, Ausfällen und Klumpenrisiken rücken ebenfalls zunehmend in den Fokus. Aufgrund der Vielzahl an Umweltfaktoren ist die Abbildung aller potentieller Ausprägungen in einem Beschreibungsmodell nicht möglich, weswegen im Fit-Modell die Umwelt ebenfalls sehr aggregiert betrachtet wird. Daher ist hier die Erfüllung durch das Modell der Anforderung K2.2 als teilweise zu bewerten.

### ***F 3: Wie kann der strategische Fit in der Netzwerkkonfiguration bewertet werden?***

Die Bewertung des strategischen Fits folgt einem konzeptionellen Fit-Verständnisses, welches über Standort- und Netzwerkebene hinweg durchgängig umgesetzt wird. Die Trennung zwischen Standort- und Netzwerkperspektive ermöglicht eine differenzierte Bewertung des Fits (K3.1). Auf **Netzwerkebene** wird der Fit durch ein konzeptionelles **Fit-Modell** dargestellt. Hierbei wird mithilfe von Fit als Gestalt, Muster in der Strategie und Umwelt sowie phänotypische Netzwerkstrukturen abgeleitet, die anschließend mithilfe Fit als Matching in Verbindung gebracht werden. Die multiplen Fallstudien zeigen aber auch, dass die Zerlegung in Subnetzwerke essentiell ist, um phänotypische Strukturen zuordnen zu können. Es zeigt sich ebenfalls, dass oftmals phänotypische

Strukturen kombiniert werden, um einen Kompromiss aus den strategischen Fähigkeiten zu erreichen. Auf **Standortebene** wird ein **Fuzzy-Inferenz-System** (FIS) genutzt, um die komplexen Kausalzusammenhänge zwischen der Standortkonfiguration, der lokalen Umwelt und den strategischen Fähigkeiten zu bewerten. Das FIS ermöglicht es, eine Vielzahl intangibler Zusammenhänge wie politische Stabilität, Qualifikation, Zuverlässigkeit der Infrastruktur und deren Einfluss auf die Standortperformance zu bewerten. Die resultierenden Performance-Scores zeigen Abweichungen zu den Zielausprägungen der strategischen Fähigkeiten auf, welche wiederum Aufschluss über potentielle Netzwerkveränderungen geben. Durch den Bottom-Up-Ansatz mit kaskadierenden FIS ist jedoch die Nachvollziehbarkeit der Bewertung limitiert. Insbesondere in der Diskussion mit dem Top-Management, wäre eine stärkere Komplexitätsreduktion durch bspw. eine Top-Down-Bewertung der Fähigkeiten durch konkrete Leistungskennzahlen zielführend.

***F 4: Wie kann basierend auf den strategischen Zielen und der Unternehmensumwelt eine passende („fitting“) Netzwerkkonfiguration abgeleitet werden?***

Der in dieser Arbeit entwickelte Ansatz, bestehend aus einer Status-quo-Analyse und einer Zielbildableitung, ermöglicht ein systematisches und zielgerichtetes Vorgehen zur strategischen Ableitung einer Netzwerkkonfiguration (K4.1). Durch die unterschiedlichen Abstraktionsniveaus auf Netzwerk-, Subnetzwerk- und Standortebene wird eine zielgerichtete Komplexitätsdarstellung und sukzessive Verfeinerung der Konfiguration ermöglicht (K4.2). Die Ausführung zu Forschungsfrage 3 in Bezug auf das FIS zeigen aber, dass auf Standortebene die Komplexität auf ein Maß anwachsen kann, welches im FIS nicht mehr abgebildet bzw. nachvollzogen werden kann. Insbesondere die fünfte Phase der spezifischen Ausgestaltung der Netzwerkkonfiguration ist ein kreativer Prozess, der mehrere Iterationsschleifen durchläuft. Die Definition von Gestaltungsrichtlinien gibt hier zielgerichtete Impulse, um spezifische Netzwerkfähigkeiten zu optimieren. Auch die Diskussionen von phänotypischen Strukturen unterstützt den kreativen Prozess, indem es Extremkonfigurationen provoziert und damit den Betrachtungshorizont erweitert. In beiden Fällen wird zunächst mit der Diskussion von phänotypischen Strukturen der Raum an potentiellen Konfigurationsalternativen eingegrenzt (Phase 4), die anschließend durch die Anwendung der Gestaltungsrichtlinien ausdetailliert werden (Phase 5). Mithilfe dieser Methoden erlaubt dieser Ansatz die Ableitung von konkreten Gestaltungsempfehlungen (K4.3). Die Praktikabilität hängt jedoch stark von der Vorerfahrung des Anwenders ab, da die generischen Richtlinien auf den

Unternehmenskontext appliziert werden müssen. Die Diskussionen in den Anwendungsfällen führt jedoch zu vielen Detaildiskussion, die von diesem Ansatz nicht mehr betrachtet werden und damit Anknüpfungspunkte für weitere Forschung liefern. Dies sind bspw. die Darstellung von Standortkompetenzen sowie die Kosten für eine Verlagerung bzw. für den Kompetenzaufbau. Ebenso wird die Größenauslegung von Standorten unter Berücksichtigung von Klumpenrisiko, Standorteffizienz, Komplexitätskosten und Synergien andiskutiert. Auch die Ausgestaltung der Standortrollen in Bezug auf deren Verantwortung von Produkt- und Prozessentwicklung spielt eine wesentliche Rolle. Tabelle 7-1 fasst die Bewertung des eigenen Ansatzes zusammen.

Tabelle 7-1: Erfüllungsgrad der an den Lösungsansatz gestellte Anforderungen

Anforderungen ○ nicht erfüllt ◐ teilweise erfüllt ● voll erfüllt  Abkürzungen n.a. = nicht anwendbar emp. = empirisch konzept. = konzeptionell CS = Case Study Design	Abbildung der Netzwerk-konfiguration		Einflussfaktoren der Netzwerk-konfiguration		Bewertung des strategischen Fits		Gestaltungsempfehlung für das Netzwerk			
	(K1.1) Holistische Abbildung der Netzwerk-konfiguration	(K1.2) Integration Netzwerk- & Standortperspektive	(K2.1) Einfluss der Strategie	(K2.2) Einfluss der Umwelt	(K3.1) Konzeptionelle Einbeziehung eines Fit-Verständnis	Sichtweise des strat. Fits nach Venkatraman (1989)	Forschungsmethodik	(K4.1) Schrittweise, systematische Vorgehensweise	(K4.2) Komplexitätsreduktion	(K4.3) Konkrete Gestaltungsempfehlungen
Eigener Ansatz	●	●	●	◐	●	Fit als Gestalt, Fit als Matching	FIS + emp.-qualitativ	●	●	◐

## 7.2 Limitationen und Ausblick

Diese Arbeit liefert durch die integrative Betrachtung des strategischen Fits in der Netzwerk-konfiguration sowohl einen **Beitrag zum wissenschaftlichen Diskurs** zu globalen Produktionsnetzwerken als auch eine konkrete **Entscheidungsunterstützung in der industriellen Praxis**. Insbesondere die Verbindung von Umwelt, strategischen Fähigkeiten und Netzwerk-konfiguration sowie die Verknüpfung von Standort- und Netzwerkebene stellen einen Neuheitsgrad gegenüber bestehenden Ansätzen dar.

Diese Arbeit weist jedoch auch **Limitationen** auf. Erstens, konzentrieren sich die entwickelten Ansätze auf Eigenschaften der diskreten Produktion. Kontinuierliche Prozesse aus der Prozessindustrie werden nicht berücksichtigt. Zweitens, umfasst der Gestaltungsbereich nur Produktionsprozesse. Anknüpfende Prozesse wie Service, Logistik, Entwicklung und Einkauf werden lediglich im Rahmen von Standortrollen angeschnitten. Drittens, die analysierten Netzwerke folgen einer linearen Wertschöpfungsstruktur. Zirkuläre Netzwerke werden bislang nicht betrachtet. Grundsätzlich ist jedoch

eine Anwendung der entwickelten Modelle auf zirkuläre Netzwerke ebenso denkbar. Demontage- und Aufarbeitungsprozesse können dabei wie Fertigungs- und Montageprozesse nach der gleichen Logik abgebildet werden.

Innerhalb dieser Arbeit gibt es eine Vielzahl von Anknüpfungspunkten für weitere Forschung, die nachfolgend in **Ausblick** gestellt werden. In Bezug auf Forschungsfrage 1 könnte eine weitere Arbeit Unterstützung in der Strukturierung von Produkten und Prozessen in zielführende Allokationsobjekte untersuchen. Insbesondere für den variantenreichen Werkzeug- und Maschinenbau würde dies einen Mehrwert für Theorie und Praxis liefern. Ferner wäre eine Erweiterung der Arbeiten von Ferdows et al. (2016) zu Subnetzwerken denkbar, der sich auf Produkt- und Prozesskomplexität konzentriert hat. Eine Erweiterung um Absatzmarkt-Subnetzwerke und Prozess-Lead-Subnetzwerke (siehe Fall 2) wäre von Interesse. Auch die strategischen Fähigkeiten (Forschungsfrage 2) bieten weiteren Forschungsbedarf. So wären hier eine Analyse der Korrelationen und Zielbeziehungen zwischen den Fähigkeiten von Interesse. Dies würde eine Erweiterung des Sandcone Modells nach Ferdows & Meyer (1990) darstellen. Zur praktischen Operationalisierung des strategischen Fits auf Standortebene könnte sich eine weitere Arbeit mit der Verknüpfung von strategischen Fähigkeiten mit Leistungskennzahlen auseinandersetzen. Dies würde ebenfalls einen hohen praktischen Mehrwert schaffen, da dadurch Standortfähigkeiten messbar und damit „managebar“ gemacht werden. Letztlich bietet Forschungsfrage 4, wie in Kapitel 7.1 beschrieben viele Anknüpfungspunkte. So kann eine Arbeit ein Modell zur Skalierung von Standorten unter Berücksichtigung von Effizienzpotentialen, Synergien, Komplexitätskosten und Klumpenrisiko fokussieren. Eine weitere Arbeit sollte die Bewertung von Verlagerungskosten adressieren, um realistische Annahmen abzuleiten, die einen maßgebenden Einfluss auf die Konfigurationsentscheidung haben. Schließlich könnte das bestehende Standortrollenmodell erweitert werden, um Handlungsempfehlungen hinsichtlich der Ko-Lokation von anknüpfenden Funktionen wie Entwicklung, Service oder Logistik zu geben. Letztlich wäre es auch denkbar, Methoden aus der mathematischen Optimierung zu integrieren, um durch eine Fuzzy-Optimierung Gestaltungsempfehlungen ableiten zu können.

## 8 Zusammenfassung

Die strategische Konfiguration des globalen Produktionsnetzwerks befasst sich mit Verteilung von Produkten, Prozessen und Ressourcen im Netzwerk. Diese Entscheidung wird jedoch durch zahlreiche Abwägungen überlagert. Eine Bündelung von Prozessen und Produkten ist insbesondere bei hoher Produktkomplexität, Synergiepotentialen sowie bei einer hohen Wertdichte sinnvoll. Eine geographische Verteilung hingegen ist bei prohibitiven Handelshemmnissen, spezifischen lokalen Anpassungen oder kurzen Lieferzeiterwartungen zielführend. Die Konfiguration muss all diese spezifischen Einflüsse und Abwägungen berücksichtigen. Diese optimale Ausgestaltung wird als strategischer Fit bezeichnet. Durch die steigende Volatilität von globalen Märkten sowie der zunehmenden Unsicherheiten durch geopolitische Konflikte oder Naturkatastrophen, geraten globale Produktionsnetzwerke leicht in eine Position des strategischen Miss-Fits. Demnach ist die systematische Analyse sowie die konsequente Ausrichtung des Netzwerks im Einklang mit den strategischen Zielen und der Unternehmensumwelt, wichtiger denn je, um nachhaltig die Wettbewerbsfähigkeit absichern zu können. Ziel der Arbeit ist es, einen Ansatz zu entwickeln, der Praktiker zur Gestaltung der Netzwerkkonfiguration im Sinne des strategischen Fits befähigt. Im strategischen Fit stehen Netzwerkkonfiguration, strategische Ziele und Unternehmensumwelt im Einklang.

Ausgehend von der Problemstellung und Zielsetzung werden zunächst grundlegende Definitionen in Bezug auf globale Produktionsnetzwerke, strategisches Management und strategischer Fit eingeführt. Ferner werden die Grundlagen der Systemtheorie und der Fuzzy-Set Theorie dargestellt, auf denen der entwickelte Ansatz aufbaut.

In Kapitel 3 werden der Stand der Praxis und der Forschung analysiert. Es zeigt sich, dass in der Praxis die strategische Netzwerkkonfiguration aufgrund der vielen weichen Entscheidungsgrößen meist ohne Unterstützung durch Tools erfolgt, da eine Abbildung mit hohem Aufwand und einer „Scheingenauigkeit“ assoziiert ist. So werden diese Entscheidungen vielmehr durch Erfahrung, Bauchgefühl und Intuition der Entscheidungsträger abgebildet. In der Literatur wird diese Problematik durch eine Aggregation und Komplexitätsreduktion in Form von graphischen Entscheidungsunterstützungsmodellen adressiert. Diese lassen jedoch eine konkrete Ausgestaltung unbeantwortet. Hier setzen quantitative Modelle an, denen es jedoch an strategischer Weitsicht fehlt.

Basierend auf diesem Defizit wird in Kapitel 4 das Lösungskonzept bestehend aus den vier Modellen Beschreibungsmodell, Erklärungsmodell, Gestaltungsmodell und

Vorgehensmodell dargelegt. Alle Modelle sind dabei durch eine integrative Verbindung zwischen Standort- und Netzwerkebene und der Verknüpfung zwischen Umwelt, Strategie und Konfiguration charakterisiert.

Kapitel 5 detailliert die vier Modelle sowie die angewendeten Methoden aus. Die Beschreibungsmodelle werden durch systematische Literaturanalysen, morphologische Analysen des Netzwerks, Experteninterviews und quantitative Umfragen abgeleitet. Das Erklärungsmodell auf Standortebene nutzt ein Fuzzy-Inferenz-System, welches eine Quantifizierung der strukturellen Merkmale der Standortkonfiguration und -umwelt in Bezug auf die strategischen Fähigkeiten mithilfe von Wirkzusammenhängen ermöglicht. Der strategische Fit auf Netzwerkebene wird durch ein konzeptionelles Modell abgebildet und durch eine multiple Fallstudie mit neun Unternehmen ergänzt. Das Gestaltungsmodell umfasst verschiedene Artefakte wie ein Phasenmodell, Netzwerksteckbriefe und Gestaltungsrichtlinien, welche die Konfiguration unterstützen. Alle Elemente werden in dem aus sechs Schritten bestehenden Vorgehensmodell verknüpft.

Das resultierende Vorgehensmodell wird in Kapitel 6 im Rahmen einer Aktionsforschung mit zwei Einzelfallstudien aus der Elektronikbranche (Sensor AG) und der Zuliefererbranche (Mobility AG) erprobt. Fall 1 zeigt, wie mithilfe des entwickelten Ansatzes eine Netzwerkkonfiguration erarbeitet wird, in der durch eine Produkttechnologie und Produktlebenszyklus-Spezialisierung der Standorte eine Balance zwischen Kosteneffizienz und einer schnellen innovativen Produktentwicklung realisiert wird. In Fall 2 befähigt der entwickelte Ansatz das Anwenderunternehmen zu der Erhaltung seiner Kostenposition, indem Volumen in LCC verschoben sowie Prozesse gebündelt werden.

In Summe kann festgehalten werden, dass der Ansatz einen Beitrag zum wissenschaftlichen Diskurs zu globalen Produktionsnetzwerken liefert, indem erstmalig sowohl den strategischen Fit zur Umwelt und Strategie als auch die Integration zwischen Standort- und Netzwerkebene berücksichtigt werden. Zudem zeigt die Anwendung in zwei Fallstudien, dass der entwickelte Ansatz geeignet ist, um Entscheidungsträger in der Praxis in der Entscheidungsfindung zu unterstützen. Diese Arbeit konzentriert sich auf Produktionsnetzwerke mit diskreten linearen Wertschöpfungsprozessen. Zukünftige Arbeiten sollten sich der Erweiterung auf die Prozessindustrie sowie auf zirkuläre Wertschöpfungsnetzwerke annehmen.

## 9 Literaturverzeichnis

Verweise gemäß dem Schema (A\_Name Jahr) beziehen sich auf studentische Arbeiten, die vom Verfasser der Dissertation angeleitet wurden.

A\_Gleich 2022

A\_Gleich, K. (2022), *Berücksichtigung intangibler Faktoren und strategischer Ziele bei der Optimierung der Netzwerkkonfiguration eines globalen Produktionsnetzwerks*, Masterarbeit, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe, wbk Institut für Produktionstechnik.

A\_Grimmbacher 2023

A\_Grimmbacher, M. (2023), *Weiterentwicklung eines Fit-Modells zur strategischen Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke sowie Validierung mithilfe eines qualitativen Forschungsdesigns*, Masterarbeit, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe, wbk Institut für Produktionstechnik.

A\_Kehm 2022

A\_Kehm, F. (2022), *Global Footprint Optimierung im Einklang mit der Unternehmensstrategie: Entwicklung einer Methodik zur Entscheidungsunterstützung*, Masterarbeit, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe, wbk Institut für Produktionstechnik.

A\_Klinkner 2022

A\_Klinkner, F. (2022), *Strategischer Fit im Kontext globaler Produktion. Entwicklung eines Konzepts zur Ableitung von Netzwerkstrukturen*, Masterarbeit, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe, wbk Institut für Produktionstechnik.

A\_Persoon 2022

A\_Persoon, M. J. (2022), *Entwicklung eines Erklärungsmodells zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit globaler Produktionsnetzwerke*, Masterarbeit, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe, wbk Institut für Produktionstechnik.

A\_Simon 2022

A\_Simon, M. (2022), *Entwicklung eines Beschreibungsmodells für das Entscheidungsproblem der strategischen Netzwerkgestaltung*, Masterarbeit, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe, wbk Institut für Produktionstechnik.

Abele et al. 2008

Abele, E.; Meyer, T.; Näher, U.; Strube, G. & Sykes, R. (2008), *Global Production*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783540716532.

Abele, Liebeck & Wörn 2006

Abele, E.; Liebeck, T. & Wörn, A. (2006), „Measuring Flexibility in Investment Decisions for Manufacturing Systems“, *CIRP Annals*, 55(1), S. 433–436.

Aengchuan & Phruksaphanrat 2018

Aengchuan, P. & Phruksaphanrat, B. (2018), „Comparison of fuzzy inference system (FIS), FIS with artificial neural networks (FIS + ANN) and FIS with adaptive neuro-fuzzy inference system (FIS + ANFIS) for inventory control“, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 29(4), S. 905–923.

Arndt, T. 2018

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

Auberger 2022

Auberger, E. (2022), *Manufacturing Network Configuration. Simulation based optimization considering agile operations to cope with uncertainties*. Dissertation, Graz University of Technology, Graz.

Ays 2021

Ays, J. (2021), *Gestaltung agiler Produktionsnetzwerke*. Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Apprimus Verlag, Aachen. ISBN: 9783985550234.

Backhaus et al. 2016

Backhaus, K.; Erichson, B.; Plinke, W. & Weiber, R. (2016), *Multivariate Analysemethoden*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783662460764.

Belderbos, R. & Sleuwaegen, L. 2001

Belderbos, R. & Sleuwaegen, L. (2001), *Foreign investment and international plant configuration: whither the product cycle?* Research Report 0101, KU Leuven, Leuven.

## Bertalanffy 2003

Bertalanffy, L. von (2003), *General system theory. Foundations, development, applications*, Braziller, New York. ISBN: 0807604534.

## Biçer, Hagspiel &amp; Treville 2018

Biçer, I.; Hagspiel, V. & Treville, S. de (2018), „Valuing supply-chain responsiveness under demand jumps“, *Journal of Operations Management*, 61(1), S. 46–67.

## Bodenheimer 2018

Bodenheimer, M. (2018), „Stärkung der sozialen Nachhaltigkeit in globalen Produktionsnetzwerken“, *Ökologisches Wirtschaften - Fachzeitschrift*(4), S. 41–45.

## Brennan et al. 2015

Brennan, L.; Ferdows, K.; Godsell, J.; Golini, R.; Keegan, R.; Kinkel, S.; Srari, J. S.; Taylor, M. (2015), „Manufacturing in the world: where next?“, *International Journal of Operations & Production Management*, 35(9), S. 1253–1274.

## Brennan &amp; Vecchi 2017

Brennan, L. & Vecchi, A. (2017), *International Manufacturing Strategy in a Time of Great Flux*, Springer International Publishing, Cham, ISBN: 9783319253503.

## Bundesbank 2024

Bundesbank (2024), *Bestandsangaben*. <https://www.bundesbank.de/de/statistiken/aussenwirtschaft/direktinvestitionen/bestandsangaben-772320#tar-1> [zuletzt geprüft am 03.02.2024].

## Bundeszentrale für politische Bildung 2023

Bundeszentrale für politische Bildung (2023), *Deutschland: Entwicklung des Außenhandels*. <https://www.bpb.de/kurz-knapp/zahlen-und-fakten/globalisierung/52842/deutschland-entwicklung-des-aussenhandels/> [zuletzt geprüft am 03.02.2024].

## Busch &amp; Graberg 2021

Busch, M. & Graberg, T. (2021), „Sustainable Production Ordnungsrahmen zur Gestaltung von Nachhaltigkeit in produzierenden Unternehmen“, *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 116(4), S. 203–207.

## Chandler 1962

Chandler, A. D. (1962), *Strategy and structure: chapters in the history of the industrial enterprise*, MIT press, Cambridge, Mass. ISBN: 9780262030045.

Cheng, Farooq & Johansen 2015

Cheng, Y.; Farooq, S. & Johansen, J. (2015), „International manufacturing network: past, present, and future“, *International Journal of Operations & Production Management*, 35(3), S. 392–429.

Christodoulou et al. 2007

Christodoulou, P.; Fleet, D.; Phaal, R., Probert; D., Hanson, P. & Shi, Y. (2007), *Making the right things in the right places: A structured approach to developing and exploiting 'manufacturing footprint' strategy*, University of Cambridge Institute for Manufacturing. ISBN: 9781902546612.

Christodoulou, Srail & Gregory 2019

Christodoulou, P. A.; Srail, J. S. & Gregory, M. J. (2019), „Synergy from configuration of global production networks: drivers, mechanisms, and outcomes“, *Production Planning & Control*, 30(2-3), S. 179–196.

Clark & Scott 1995

Clark, D. & Scott, J. L. (1995), „Strategic Level MS/OR Tool Usage in the United Kingdom: An Empirical Survey“, *Journal of the Operational Research Society*.

Colotla, Shi & 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.

Costa Ferreira Junior & Fleury 2018

Costa Ferreira Junior, S. & Fleury, A. C. C. (2018), „Performance assessment process model for international manufacturing networks“, *International Journal of Operations & Production Management*, 38(10), S. 1915–1936.

Coughlan & Coughlan 2002

Coughlan, P. & Coughlan, D. (2002), „Action research for operations management“, *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), S. 220–240.

Dang, Nielsen & Steger-Jensen 2011

Dang, Q. V.; Nielsen, I. & Steger-Jensen, K. (2011), „Scheduling a Single Mobile Robot for Feeding Tasks in a Manufacturing Cell“. *Proc. of Int. Conf. Adv. Prod. Manag. Syst.*

Easterby-Smith, Thorpe & Jackson 2012

Easterby-Smith, M.; Thorpe, R. & Jackson, P. (2012), *Management research*, SAGE, Los Angeles. ISBN: 9781446260456.

Eisenhardt 1989

Eisenhardt, K. M. (1989), „Building Theories from Case Study Research“, *The Academy of Management Review*, 14(4), S. 532.

Ensign 2001

Ensign, P. C. (2001), „The concept of fit in organizational research“, *International Journal of Organization Theory and Behavior*, S. 287–306.

Eriksson & Kovalainen 2015

Eriksson, P. & Kovalainen, A. (2015), *Qualitative methods in business research*, SAGE, Los Angeles. ISBN: 9781473952515.

Erlach et al. 2022

Erlach, K.; Berchtold, M.-A.; Gessert, S.; Kaucher, C. & Ungern-Sternberg, R. (2022), „Flexibilität, Wandlungsfähigkeit und Agilität in der Fabrikplanung“, *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 117(7-8), S. 442–447.

Ernst 2012

Ernst, J. (2012), *Methode zur Ermittlung von Standortstrukturalternativen in Maschinenbauunternehmen*. Dissertation, TU Darmstadt, Shaker, Aachen. ISBN: 9783844011159.

Ernst & Kim 2002

Ernst, D. & Kim, L. (2002), „Global production networks, knowledge diffusion, and local capability formation“, *Research Policy*, 31(8-9), S. 1417–1429.

Feldmann & Olhager 2019

Feldmann, A. & Olhager, J. (2019), „A taxonomy of international manufacturing networks“, *Production Planning & Control*, 30(2-3), S. 163–178.

Feldmann, Olhager & Persson 2009

Feldmann, A.; Olhager, J. & Persson, F. (2009), „Designing and managing manufacturing networks—a survey of Swedish plants“, *Production Planning & Control*, 20(2), S. 101–112.

## Ferdows 1997

Ferdows, K. (1997), „Making the most of foreign factories“, *Harvard business review*, 75, S. 73–91.

## Ferdows 2008

Ferdows, K. (2008), „Managing evolving global production networks“ in *Strategy, innovation, and change. Challenges for management*, Hrsg. J. A. Murray, C. Markides & R. Galavan, Oxford University Press, Oxford, New York, S. 149–162.

## Ferdows 2008

Ferdows, K. (2008), „Managing the Evolving Global Production Network“ in *Strategy, Innovation, and Change: Challenges for Management*, OUP Oxford, S. 149–162.

## Ferdows 2014

Ferdows, K. (2014), „Relating the Firm’s Global Production Network to Its Strategy“ in *International Operations Networks*, Hrsg. J. Johansen, S. Farooq & Y. Cheng, Springer, London, S. 1–11.

## 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.

## Ferdows &amp; Meyer 1990

Ferdows, K. & Meyer, A. de (1990), „Lasting improvements in manufacturing performance: In search of a new theory“, *Journal of Operations Management*, 9(2), S. 168–184.

## Ferdows, Vereecke &amp; Meyer 2016

Ferdows, K.; Vereecke, A. & Meyer, A. de (2016), „Delaying the global production network into congruent subnetworks“, *Journal of Operations Management*, 41(1), S. 63–74.

## Flaherty 1986

Flaherty, M. T. (1986), „Coordinating International Manufacturing and Technology“, *Competition in Global Industries*(198), S. 83–109.

## Fleury et al. 2015

Fleury, A.; Shi, Y.; Leme Fleury, M. T.; Ferreira, S.; Henrique Cordeiro, J. & Liang,

X. (2015), „Framing International Operations Management: Contributions from Emerging Country Multinationals“ in *Emerging Economies and Multinational Enterprises*, Emerald Group Publishing Limited, S. 351–377.

Frank 2002

Frank, H. , „Beispiele für Fuzzy Expertensysteme“ in *Fuzzy Methoden in der Wirtschaftsmathematik*, Hrsg. H. Frank, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, S. 207–217.

Franke et al. 1998

Franke, S.; Tuma, A.; Kriwald, T. & Haasis, H.-D. (1998), „Konzeption eines umwelt-schutzorientierten Produktionsleitstands“ in *Werkzeuge für die Modellierung und Simulation im Umweltbereich*, Hrsg. R. Grützner, J. Benz, Marburg, S. 179–189.

Fränken 2022

Fränken, B. (2022), *Standortrollen in Produktionsnetzwerken*. Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Apprimus Verlag, Aachen. ISBN: 9783985550739.

Friedli, Lanza & Remling 2021

Friedli, T.; Lanza, G. & Remling, D. (2021), *Global manufacturing management. From excellent plants toward network optimization*, Springer, Cham. ISBN: 9783030727390.

Friedli, Luetzner & Wenking 2016

Friedli, T.; Luetzner, R. & Wenking, M. (2016), „A holistic model for international manufacturing network management“, Proceedings of the 5<sup>th</sup> World Conference on Production and Operations Management P&OM, 5<sup>th</sup> POM World Conference, 06.-10.09.2016, Havana, Cuba, S. 10.

Friedli, Mundt & Thomas 2014

Friedli, T.; Mundt, A. & Thomas, S. (2014), *Strategic Management of Global Manufacturing Networks*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783642341847.

Friedli & Schuh 2012

Friedli, T. & Schuh, G. (2012), *Wettbewerbsfähigkeit der Produktion an Hochlohnstandorten*, Springer, Berlin. ISBN: 9783642302756.

Geldermann et al. 2007

Geldermann, J.; Treitz, M.; Schollenberger, H.; Ludwig, J. & Rentz, O. (2007),

- Integrated process design for the inter-company plant layout planning of dynamic mass flow networks. PepOn, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, ISBN: 9783-866441262.*
- Geldermann, J. & Lerche, N. 2014  
Geldermann, J. & Lerche, N. (2014), „Leitfaden zur Anwendung von Methoden der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung. Methode: PROMETHEE“, *Georg-August-Universität, Göttingen, Lehrstuhl für Produktion und Logistik.*
- Gölzer et al. 2015  
Gölzer, P.; Simon, L.; Cato, P. & Amberg, M. (2015), „Designing Global Manufacturing Networks Using Big Data“, *Procedia CIRP*, 33, S. 191–196.
- Gomez & Probst 1995  
Gomez, P. & Probst, G. J. B. (1995), *Die Praxis des ganzheitlichen Problemlösens. Vernetzt denken, unternehmerisch handeln, persönlich überzeugen*, Haupt, Bern, Stuttgart. ISBN: 3258051879.
- Grant 2016  
Grant, R. M. (2016), *Contemporary strategy analysis. Text and cases*, Wiley, Chichester, West Sussex, United Kingdom. ISBN: 1119120845.
- Günthner et al. 2006  
Günthner, W. A.; Wilke, M.; Zäh, M. F.; Aull, F. & Rudolf, H. , „Produktion individualisierter Produkte“ in *Individualisierte Produkte - Komplexität beherrschen*, Hrsg. U. Lindemann, R. Reichwald, M. F. Zäh, Springer, Berlin, Heidelberg, S. 63–87.
- Gützlaff 2021  
Gützlaff, A. (2021), *Entscheidungsprozess zur kontinuierlichen Gestaltung von Produktionsnetzwerken*. Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Apprimus Verlag, Aachen. ISBN: 9783985550586.
- Hagedorn 1994  
Hagedorn, A. (1994), *Modellgestützte Planung und Kontrolle von Produktionsstandorten*, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden. ISBN: 97838244-01987.
- Hagedorn, Sell-Le Blanc & Fleischer 2016  
Hagedorn, J.; Sell-Le Blanc, F. & Fleischer, J. (2016), *Handbuch der Wickeltechnik für hocheffiziente Spulen und Motoren. Ein Beitrag zur Energieeffizienz*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783662492109.

Hall & Saias 1980

Hall, D. J. & Saias, M. A. (1980), „Strategy follows structure!“, *Strategic management journal*, 1(2), S. 149–163.

Harre 2006

Harre, J. (2006), *Strategische Standortstrukturplanung für multinational produzierende Unternehmen*. Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Aachen.

Hayes 2006

Hayes, R. (2006), „Operations, strategy, and technology: pursuing the competitive edge“, *Strategic Direction*, 22(7).

Hayes & Wheelwright 1984

Hayes, R. H. & Wheelwright, S. C. (1984), *Restoring our competitive edge : competing through manufacturing*, John Wiley & Sons, New York. ISBN: 978047105156

Heger, C. L. 2007

Heger, C. L. (2007), *Bewertung der Wandlungsfähigkeit von Fabrikobjekten*. Dissertation, Leibniz Universität Hannover, TeWiss, Garbsen. ISBN: 9783939026433.

Hill & Brown 2007

Hill, A. & Brown, S. (2007), „Strategic profiling: A visual representation of internal strategic fit in service organisations“, *International Journal of Operations & Production Management*, 27(12), S. 1333–1361.

Hochdörffer et al. 2018

Hochdörffer, J.; Buergin, J.; Vlachou, E.; Zogopoulos, V.; Lanza, G. & Mourtzis, D. (2018), „Holistic approach for integrating customers in the design, planning, and control of global production networks“, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 23, S. 98–107.

Holtewert, P. 2018

Holtewert, P. (2018), *Design for capacity flexibility. Entwicklung einer Methodik zur wirtschaftlichen Kapazitätsflexibilisierung mithilfe von substituierbaren Produktdesignvarianten*. Dissertation, Universität Stuttgart, Stuttgart.

Hungenberg 2014

Hungenberg, H. (2014), *Strategisches Management in Unternehmen. Ziele - Prozesse - Verfahren*, Springer Gabler, Wiesbaden. ISBN: 9783658066819.

Jacob 2006

Jacob, F. (2006), *Quantitative Optimierung dynamischer Produktionsnetzwerke*. Dissertation, Technische Universität Darmstadt, Shaker, Aachen. ISBN: 3832248188.

Jang 1993

Jang, J.-S. (1993), „ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system“, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 23(3), S. 665–685.

Jentschke 2016

Jentschke, M. (2016), „Herausforderungen der innengerichteten Markenführung in Unternehmen mit mehreren Marken“ in *Innengerichtete Markenführung in Unternehmen mit mehreren Marken*, Hrsg. M. Jentschke, Springer Gabler, Wiesbaden, S. 1–21.

Johansen, Farooq & Cheng 2014

Johansen, J.; Farooq, S. & Cheng, Y. (2014), *International Operations Networks*, Springer, London. ISBN: 9781447156451.

Kahlert 1995

Kahlert, J. (1995), *Fuzzy Control Für Ingenieure. Analyse, Synthese und Optimierung Von Fuzzy-Regelungssystemen*, Springer Vieweg, Wiesbaden. ISBN: 9783528054601.

Kaiser, J. 2024

Kaiser, J. (2024), *Company-Specific Plant Role Models in International Manufacturing Networks. Empirical Evidence on the Design and Deployment*. Dissertation, Universität St. Gallen, St. Gallen.

Kampker et al. 2017

Kampker, A.; Bartl, M.; Bertram, S.; Burggräf, P. & Wagner, J. (2017), „Agile Low-Cost Montage“ in *AWK Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium 2017 Internet of Production für agile Unternehmen*, Hrsg. G. Schuh, C. Brecher, F. Klocke & R. Schmitt, Apprimus Verlag, Aachen, S. 231–259.

Kauder, S. G. L. 2008

Kauder, S. G. L. (2008), *Strategische Planung internationaler Produktionsnetzwerke in der Automobilindustrie*. Dissertation, Wirtschaftsuniversität Wien, Wien.

Kellner, Lienland & Lukesch 2018

Kellner, F.; Lienland, B. & Lukesch, M. (2018), *Produktionswirtschaft. Planung, Steuerung und Industrie 4.0*, Springer Gabler, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783662543405.

Khan et al. 2022

Khan, Z.; Kaiser, J.; Steier, G.; Seeger, T.; Friedli, T. & Lanza, G. (2022), „Entscheidungsfindung in der Gestaltung und Koordination von globalen Produktionsnetzwerken“, *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 117(9), S. 522–527.

Khandwalla 1973

Khandwalla, P. N. (1973), „Viable and Effective Organizational Designs of Firms“, *Academy of Management Journal*, 16(3), S. 481–495.

Kinkel 2009

Kinkel, S. (2009), *Erfolgsfaktor Standortplanung*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783540884705.

Kinkel, Kleine & Maloca 2012

Kinkel, S.; Kleine, O. & Maloca, S. (2012), *Wandlungsfähigkeit der deutschen High-tech-Industrie: Potenziale, Befähiger und Benchmarking*, Fraunhofer ISI, Karlsruhe.

Klenk et al. 2020

Klenk, F.; Potarca, M.; Häfner, B. & Lanza, G. (2020), „Kreislaufwirtschaft in Produktionsnetzwerken“, *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 115(10), S. 668–672.

Klir & Yuan 1995

Klir, G. & Yuan, B. (1995), *Fuzzy sets and fuzzy logic*, Prentice hall New Jersey, New Jersey. ISBN: 9780131011717.

Kogut 1990

Kogut, B. (1990), „International sequential advantages and network flexibility“ in *Managing the global firm*, Hrsg. C. A. Bartlett, Y. L. Doz & G. Hedlund, Routledge, London, S. 47–68.

Kogut & Kulatilaka 1994

Kogut, B. & Kulatilaka, N. (1994), „Operating Flexibility, Global Manufacturing, and the Option Value of a Multinational Network“, *Management Science*, 40(1), S. 123–139.

## Kohler 2008

Kohler, J. (2008), *Wissenstransfer bei hoher Produkt- und Prozesskomplexität. Pilotierung, Rollout und Migration neuer Methoden am Beispiel der Automobilindustrie*, Gabler, Wiesbaden. ISBN: 9783834997043.

## Kouvelis, Munson &amp; Yang 2013

Kouvelis, P.; Munson, C. L. & Yang, S. (2013), „Robust Structural Equations for Designing and Monitoring Strategic International Facility Networks“, *Production and Operations Management*, 22(3), S. 535–554.

## Kovac et al. 2014

Kovac, P.; Rodic, D.; Pucovsky, V.; Savkovic, B. & Gostimirovic, M. (2014), „Multi-output fuzzy inference system for modeling cutting temperature and tool life in face milling“, *Journal of Mechanical Science and Technology*, 28(10), S. 4247–4256.

## Krieger 1998

Krieger, D. J. (1998), *Einführung in die allgemeine Systemtheorie*, Fink, München. ISBN: 3825219046.

## Kubicek 1977

Kubicek, H. (1977), *Empirische und handlungstheoretische Forschungskonzeptionen in der Betriebswirtschaftslehre. Bericht über d. Tagung in Aachen, März 1976*, Poeschel, Stuttgart. ISBN: 3791002147.

## Kuhn &amp; Dekkers 2006

Kuhn, J. & Dekkers, R. (2006), „Evolution of a worldwide production network“, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(8), S. 1099–1116.

## Kulkarni, Magazine &amp; Raturi 2004

Kulkarni, S. S.; Magazine, M. J. & Raturi, A. S. (2004), „Risk Pooling Advantages of Manufacturing Network Configuration“, *Production and Operations Management*, 13(2), S. 186–199.

## 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.

## Lanza &amp; Moser 2014

Lanza, G. & Moser, R. (2014), „Multi-objective optimization of global manufacturing

networks taking into account multi-dimensional uncertainty“, *CIRP Annals*, 63(1), S. 397–400.

Lanza, Moser & Jondral 2013

Lanza, G.; Moser, R. & Jondral, A. (2013), „Preparation of Papers for IFAC Conferences & Symposia: Method for the identification of point in time for changes in production networks“, *IFAC Proceedings Volumes*, 46(24), S. 87–94.

Laqua & Wey 2012

Laqua, I. & Wey, G. (2012), „Der Global Footprint – Produktionsnetzwerke effizient nutzen“, *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 107(12), S. 913–915.

Laux, Gillenkirch & Schenk-Mathes 2018

Laux, H.; Gillenkirch, R. M. & Schenk-Mathes, H. Y. (2018), *Entscheidungstheorie*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783662578179.

Lay, Kinkel & Jäger 2009

Lay, G.; Kinkel, S. & Jäger, A. (2009), *Stellhebel für mehr Produktivität: Benchmarking identifiziert Potenziale zur Steigerung der Produktivität*, Karlsruhe.

Levitt 1983

Levitt, T. (1983), „The globalization of markets“, *Harvard business review*, 61, S. 69–81.

Liebetrau 2015

Liebetrau, F. (2015), *Strategic performance measurement and management in manufacturing networks - A holistic approach to manufacturing strategy implementation*. Dissertation, Universität St. Gallen, St. Gallen.

Liu & Papageorgiou 2013

Liu, S. & Papageorgiou, L. G. (2013), „Multiobjective optimisation of production, distribution and capacity planning of global supply chains in the process industry“, *Omega*, 41(2), S. 369–382.

McKay & Marshall 2001

McKay, J. & Marshall, P. (2001), „The dual imperatives of action research“, *Information Technology & People*, 14(1), S. 46–59.

Meijboom & Vos 1997

Meijboom, B. & Vos, B. (1997), „International manufacturing and location decisions:

balancing configuration and co-ordination aspects“, *International Journal of Operations & Production Management*, 17(8), S. 790–805.

Mengel, S. 2017

Mengel, S. (2017), *The Alignment of International Manufacturing Networks: Towards a Fit between Strategy, Configuration, and Coordination*. Dissertation, Universität St. Gallen, St. Gallen.

Metternich, Schebek & Anderl 2021

Metternich, J.; Schebek, L. & Anderl, R. (2021), *Fit für die Zukunft. Ressourceneffizienz in Produktionsprozessen*. [https://redaktion.hessen-agentur.de/publication/2021/3442\\_ArePron\\_Ressourceneffizienz-Produktion\\_2021\\_web.pdf](https://redaktion.hessen-agentur.de/publication/2021/3442_ArePron_Ressourceneffizienz-Produktion_2021_web.pdf) [zuletzt geprüft am 19.08.2024]

Mikusz et al. 2016

Mikusz, M.; Heber, D.; Katzfuß, C.; Monauni, M. & Tauterat, T. (2016), „Changeable Manufacturing on the Network Level“, *Procedia CIRP*, 41, S. 27–32.

Miller 1992

Miller, D. (1992), „Environmental Fit Versus Internal Fit“, *Organization Science*, 3(2), S. 159–178.

Miltenburg 2005

Miltenburg, J. (2005), *Manufacturing strategy. How to formulate and implement a winning plan*, Productivity Press, New York. ISBN: 1563273179.

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.

Mintzberg 1987

Mintzberg, H. (1987), „The Strategy Concept I: Five Ps for Strategy“, *California Management Review*, 30(1), S. 11–24.

Mintzberg, Ahlstrand & Lampel 1998

Mintzberg, H.; Ahlstrand, B. W. & Lampel, J. (1998), *Strategy Safari. The Complete Guide Through the Wilds of Strategic Management*, Pearson Education, Limited, Harlow.

Möller, N. 2008

Möller, N. (2008), *Bestimmung der Wirtschaftlichkeit wandlungsfähiger Produktionssysteme*. Dissertation, TU München, München.

Monauni & Foschiani 2014

Monauni, M. & Foschiani, S. (2014), „Agility Enablers in Manufacturing Systems - Contributions of the Production Network Perspective“, *Proceedings of the 4th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual production (CARV2011): Enabling Manufacturing Competitiveness and Economic Sustainability*, Hrsg. H. A. El Maraghy, CIRP CARV, 2.-5.10.2011, Montreal, Canada, Springer, Cham, S. 333–337.

Monauni 2016

Monauni, M. (2016), *Wandlungskonzepte für Produktionsnetzwerke*. Dissertation, Universität Stuttgart, Stuttgart.

Moser 2014

Moser, R. (2014), *Strategische Planung globaler Produktionsnetzwerke. Bestimmung von Wandlungsbedarf und Wandlungszeitpunkt mittels multikriterieller Optimierung*. Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie, Shaker, Aachen. ISBN: 9783844028232.

Moser 2017

Moser, E. (2017), *Migrationsplanung globaler Produktionsnetzwerke*. Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie, Shaker, Aachen. ISBN: 9783844057973.

Mundt, A. 2012

Mundt, A. (2012), *The Architecture of Manufacturing Networks - Integrating the Coordination Perspective*. Dissertation, Universität St. Gallen, St. Gallen.

Neuner 2009

Neuner, C. (2009), *Konfiguration internationaler Produktionsnetzwerke unter Berücksichtigung von Unsicherheit*, Gabler Verlag / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, Wiesbaden. ISBN: 9783834983442.

Nguyen et al. 2018

Nguyen, T.; ZHOU, L.; Spiegler, V.; Ieromonachou, P. & Lin, Y. (2018), „Big data analytics in supply chain management: A state-of-the-art literature review“, *Computers & Operations Research*, 98, S. 254–264.

Nyhuis, Reinhart & Abele 2008

Nyhuis, P.; Reinhart, G. & Abele, E. (2008), *Wandlungsfähige Produktionssysteme. Heute die Industrie von morgen gestalten*, Tewiss, Garbsen. ISBN: 9783939026969.

Olhager & 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.

Pashaei & Olhager 2019

Pashaei, S. & Olhager, J. (2019), „Product architecture, global operations networks, and operational performance: an exploratory study“, *Production Planning & Control*, 30(2-3), S. 149–162.

Patzak 1982

Patzak, G. (1982), *Systemtechnik - Planung komplexer innovativer Systeme. Grundlagen, Methoden, Techniken*, Springer, Berlin. ISBN: 9783540117834.

Platts et al. 1998

Platts, K. W.; Mills, J. F.; Bourne, M. C.; Neely, A. D.; Richards, A. H. & Gregory, M. J. (1998), „Testing manufacturing strategy formulation processes“, *International Journal of Production Economics*, 56-57, S. 517–523.

Porter 1986

Porter, M. E. (1986), *Competition in Global Industries*, Harvard Business School Press, Boston. ISBN: 9780875841403.

Porzig 2014

Porzig, N. (2014), *Management von Nachhaltigkeit in Supply-Chain-Netzwerken*. Dissertation, HHL Leipzig Graduate School of Management, Leipzig.

Pourjavad & Mayorga 2019

Pourjavad, E. & Mayorga, R. V. (2019), „A comparative study on fuzzy programming approaches to design a sustainable supply chain under uncertainty“, *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 36(3), S. 2947–2961.

Prinz 2016

Prinz, A. (2016), *Mathematische Modellierung zur Optimierung der Wertschöpfungsverteilung nach quantitativen und qualitativen Kriterien in*

*Produktionsnetzwerken der diskreten Fertigung*. Dissertation, Universität Stuttgart, Fraunhofer Verlag, Stuttgart. ISBN: 978-3-8396-1078-7.

Prinz & Bauernhansl 2013

Prinz, A. & Bauernhansl, T. (2013), „Risk-Value-Cost-based Optimization of Global Value-adding Structures“, *Procedia CIRP*, 7, S. 103–108.

Proff & Proff 2008

Proff, H. & Proff, H. (2008), *Dynamisches Automobilmanagement. Strategien für international tätige Automobilhersteller und -zulieferer*, Gabler, Wiesbaden. ISBN: 9783834906434.

Reuter, Prote & Stöwer 2016

Reuter, C.; Prote, J.-P. & Stöwer, M. (2016), „Evaluation of Performance Differences between Manufacturing Sites“, *Procedia CIRP*, 50, S. 342–347.

Reuter, Prote & Witthohn 2016

Reuter, C.; Prote, J.-P. & Witthohn, C. (2016), „Global Production Networks – An Approach to Find the Optimal Operating Point in the Conflict Between Risk- and Cost-minimization“, *Procedia CIRP*, 41, S. 532–537.

Rittstieg 2018

Rittstieg, M. (2018), *Einflussfaktoren der Leistungsfähigkeit von Produktionsstandorten in globalen Produktionsnetzwerken*. Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Apprimus Verlag, Aachen. ISBN: 9783863596699.

Ropohl 1999

Ropohl, G. (1999), *Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik*. Habilitationsschrift, Universität Karlsruhe, Hanser, München, Wien. ISBN: 3446196064.

Rudberg 2004

Rudberg, M. (2004), „Linking competitive priorities and manufacturing networks: a manufacturing strategy perspective“, *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 6(1/2), S. 55.

Rudberg 2008

Rudberg, M. (2008), „Global operations strategy: coordinating manufacturing networks“, *Strategic Direction*, 24(2).

## Rudberg &amp; Olhager 2003

Rudberg, M. & Olhager, J. (2003), „Manufacturing networks and supply chains: an operations strategy perspective“, *Omega*, 31(1), S. 29–39.

## Sager 2018

Sager, B. (2018), *Konfiguration globaler Produktionsnetzwerke*. Dissertation, TU München, utzverlag GmbH, München. ISBN: 9783831647804.

## Sayem, Feldmann &amp; Ortega-Mier 2019

Sayem, A.; Feldmann, A. & Ortega-Mier, M. (2019), „Investigating the influence of network-manufacturing capabilities to the phenomenon of reshoring: An insight from three case studies“, *BRQ Business Research Quarterly*, 22(1), S. 68–82.

## Sayem 2018

Sayem, A. (2018), *International Manufacturing Network: Operational issues and reshoring*. Dissertation, Polytechnische Universität Madrid, Madrid.

## Schanz 2024

Schanz, D. (2024), *Tax Attractiveness Index 2024*. <https://www.tax-index.org/>. [Zuletzt geprüft am 02.08.2024]

## Scherrer &amp; Deflorin 2017

Scherrer, M. & Deflorin, P. (2017), „Linking QFD and the manufacturing network strategy“, *International Journal of Operations & Production Management*, 37(2), S. 226–255.

## Schiemenz 1982

Schiemenz, B. (1982), *Betriebskybernetik. Aspekte des betrieblichen Managements*, Poeschel, Stuttgart. ISBN: 3791091271.

## Schmenner 1979

Schmenner, R. (1979), *Look Beyond the Obvious in Plant Location*, Harvard business review, 59, S. 126–132.

## Schmenner 1982

Schmenner, R. W. (1982), „Multiplant manufacturing strategies among the fortune 500“, *Journal of Operations Management*, 2(2), S. 77–86.

## Schmenner &amp; Swink 1998

Schmenner, R. W. & Swink, M. L. (1998), „On theory in operations management“, *Journal of Operations Management*, 17(1), S. 97–113.

## Schmierl 2000

Schmierl, K. (2000), „Standortfaktoren und Kompetenzmuster von Herstellern einfacher Produkte“ in *Intelligente Produktion einfacher Produkte am Standort Deutschland*, Hrsg. K. Schmierl, Campus Verlag, Frankfurt am Main.

## Schönsleben 2022

Schönsleben, P. (2022), „Supply Chain Design: Location Planning and Sustainability“ in *Handbook Integral Logistics Management*, Hrsg. P. Schönsleben, Springer, Berlin, Heidelberg, S. 127–182.

## Schönsleben, Friemann &amp; Rippel 2016

Schönsleben, P.; Friemann, F. & Rippel, M. (2016), „Managing the Socially Sustainable Global Manufacturing Network“, Springer, Cham, S. 884–891.

## Schröder 2019

Schröder, C. (2024), *Industrielle Arbeitskosten im internationalen Vergleich. IW-Trends*, Institut der deutschen Wirtschaft Köln Medien GmbH, Köln

## Schuh et al. 2013

Schuh, G.; Potente, T.; Varandani, R. M. & Schmitz, T. (2013), „Methodology for the Assessment of Structural Complexity in Global Production Networks“, *Procedia CIRP*, 7, S. 67–72.

## Schuh et al. 2014

Schuh, G.; Potente, T.; Varandani, R. & Schmitz, T. (2014), „Global Footprint Design based on genetic algorithms – An “Industry 4.0” perspective“, *CIRP Annals*, 63(1), S. 433–436.

## Schuh et al. 2017

Schuh, G.; Prote, J.; Franken, B.; Stower, M. & Ebi, M. (2017), „Performance Drivers in Global Production Networks: Analysis of Cause and Effect Relations between Influencing Factors and Performance of Production Sites“, *2017 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)*, , Hrsg. IEEE, PICMET, 9.-13.07.2017, Portland, OR, USA, S. 1–9.

## Schuh &amp; Kampker 2011

Schuh, G. & Kampker, A. (2011), *Strategie und Management produzierender Unternehmen*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783642145018

Schuh, Prote & Dany 2017

Schuh, G.; Prote, J. P. & Dany, S. (2017), „Reference process for the continuous design of production networks“, *IEEE International Conference on Industrial Engineering & Engineering Management*, Hrsg. IEEE, IEEM, 10.-13.12.2017, Singapore, S. 446–449.

Sethi & Sethi 1990

Sethi, A. K. & Sethi, S. P. (1990), „Flexibility in manufacturing: A survey“, *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 2(4), S. 289–328.

Shi & Gregory 1995

Shi, Y. & Gregory, M. (1995), „International manufacturing configurations and transforming strategies“, *Proceedings for Operating Research and the Management Sciences*, Hrsg. IEEE, ORMS, 28.-30.06.1995, Singapore, S. 390–395. ISBN: 978-0-7803-2799-3.

Shi & Gregory 1998

Shi, Y. & Gregory, M. (1998), „International manufacturing networks - to develop global competitive capabilities“, *Journal of Operations Management*, 16(Nr. 2-3), S. 195–214.

Skinner 1969

Skinner, W. (1969), „Manufacturing-missing link in corporate strategy“, *Harvard business review*, 47, S. 136–145.

Slepnirov et al. 2014

Slepnirov, D.; Wæhrens, B. V.; Johansen, J. & Thomas Lager and Prof. Jean-Philippe Rennard, Prof. (2014), „Dynamic roles and locations of manufacturing“, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(2), S. 198–217.

Stachowiak 1973

Stachowiak, H. (1973), *Allgemeine Modelltheorie*, Springer, Wien, New York. ISBN: 3211811060.

Staehele & Conrad 1999

Staehele, W. H. & Conrad, P. (1999), *Management: eine verhaltenswissenschaftliche Perspektive*, Vahlen, München. ISBN: 9783800623440.

Steier et al. 2022a

Steier, G. L.; Benfer, M.; Werz, P.; Ziora, M. & Lanza, G. (2022), „Decision support

models for strategic production network configuration – A systematic literature analysis“, *Procedia CIRP*, 107, S. 1433–1438.

Steier et al. 2022b

Steier, G. L.; Silbernagel, R.; Maier, T.; Peukert, S. K. & Lanza, G. (2022), „The Role of Intangible Influencing Factors in Strategic Network Decision-Making“, *Proceedings of the 29<sup>th</sup> European Operations Management Association*. Brilliance in resilience: operations and supply chain management’s role in achieving a sustainable future, Hrsg. C. Blome, 29<sup>th</sup> EurOMA Conference, 1.-6.7.2022, Berlin, Germany, S. 1–10.

Steier et al. 2023a

Steier, G. L.; Gleich, K.; Peukert, S. & Lanza, G. (2023), “A Fuzzy Inference System-Based Approach For Assessing Strategic Capabilities In Global Production Networks”, *Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics*, Hrsg. M. Hübner, V. Stich, CPSL Conference, 28.02.-03.03.2023, Santiago de Querétaro, Mexico, S. 698 – 707.

Steier et al. 2023b

Steier, G.; Heusch, A.; Voigt, J.; Benfer, M. & Lanza, G. (2023), „Entscheidungsfaktoren der Produktionsnetzwerkkonfiguration/Decision factors in production network configuration“, *wt Werkstattstechnik online*, 113(10), S. 457–462.

Steier et al. 2023c

Steier, G. L.; Silbernagel, R.; Maier, T.; Peukert, S. & Lanza, G. (2023), “The Influence of Intangible Factors in the Strategic Network Configuration on Operations Performance”, *Proceedings of the 30<sup>th</sup> European Operations Management Association*. A Systems Lens on Operations, Hrsg. A. Vereecke, N. Vandaele, 30<sup>th</sup> EurOMA Conference, 1.-6.7.2023, Leuven, Belgium, S. 1–10.

Stich, Quick & Cuber 2012

Stich, V.; Quick, J. & Cuber, S. (2012), „Konfiguration logistischer Netzwerk“ in *Logistikmanagement. Handbuch Produktion und Management 6*, Hrsg. G. Schuh & V. Stich, Springer, Dordrecht, S. 35–75.

Stoffel 2016

Stoffel, M. (2016), *V-Modell zur Auslegung großer Produktionsnetzwerke*. Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Apprimus Verlag, Aachen. ISBN: 9783863594596.

## Sucky &amp; Hönscheidt 2008

Sucky, E. & Hönscheidt, I. (2008), „Dynamische Konfiguration von Logistiknetzwerken“ in *Wertschöpfungsnetzwerke. Konzepte für das Netzwerkmanagement und Potenziale aktueller Informationstechnologien*, Hrsg. J. Becker & R. Knackstedt, Physica-Verl., Heidelberg, S. 133–152.

## Sydow 2015

Sydow, J. (2015), *Produktion in Netzwerken. Make, Buy & Cooperate*, Franz Vahlen, München. ISBN: 9783800650491.

## Thomas et al. 2015

Thomas, S.; Scherrer-Rathje, M.; Fischl, M. & Friedli, T. (2015), „Linking network targets and site capabilities“, *International Journal of Operations & Production Management*, 35(12), S. 1710–1734.

## Thomas 2013

Thomas, S. (2013), *Produktionsnetzwerkssysteme – Ein Weg zu effizienten Produktionsnetzwerken*. Dissertation, Universität St. Gallen, St. Gallen.

## Ude 2010

Ude, J. (2010), *Entscheidungsunterstützung für die Konfiguration globaler Wertschöpfungsnetzwerke. Ein Bewertungsansatz unter Berücksichtigung multikriterieller Zielsysteme, Dynamik und Unsicherheit*. Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie, Shaker, Aachen, Karlsruhe. ISBN: 9783832294144.

## Ullrich, A. 2018

Ullrich, A. (2018), *Eigenschaften wandlungsfähiger Systeme - Erarbeitung eines Indikatorsystems*. Dissertation, Universität Potsdam, Berlin.

## Ulrich, Dyllick &amp; Probst 1984

Ulrich, H.; Dyllick, T. & Probst, G. J. B. (1984), *Management*, Haupt, Bern, Stuttgart. ISBN: 325803446X.

## Varandani 2014

Varandani, R. M. (2014), *Managementkomplexität als Gestaltungsgröße kostenoptimierter globaler Produktionsnetzwerke*. Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Apprimus Verlag, Aachen. ISBN: 9783863592097.

Varsei et al. 2014

Varsei, M.; Soosay, C.; Fahimnia, B. & Sarkis, J. (2014), „Framing sustainability performance of supply chains with multidimensional indicators“, *Supply Chain Management: An International Journal*, 19(3), S. 242–257.

Venkatraman 1989

Venkatraman, N. (1989), „The concept of fit in strategy research: Toward verbal and statistical correspondence“, *Academy of management review*, 14(3), S. 423–444.

Venkatraman & Camillus 1984

Venkatraman, N. & Camillus, J. C. (1984), „Exploring the Concept of “Fit” in Strategic Management“, *Academy of management review*, 9(3), S. 513–525.

Vereecke & 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 & 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 & 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, S. 15–20.

Vester 1999

Vester, F. (1999), *Die Kunst vernetzt zu denken: Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität*, dtv, München. ISBN: 978-3423330770.

vom Brocke et al. 2009

vom Brocke, J.; Reimer, K.; Niehaves, B.; Niehaves, B. & Simons, A. (2009), „Reconstructing the giant: On the importance of rigour in documenting the literature search process“, S. 14.

vom Brocke, Hevner & Maedche 2020

vom Brocke, J.; Hevner, A. & Maedche, A. (2020), *Design Science Research. Cases*, Springer International Publishing; Imprint Springer, Cham. ISBN: 9783030467814.

## Wagner &amp; Nyhuis 2009

Wagner, C. & Nyhuis, P. (2009), „A systematic approach to analysis and design of global production networks“, *Production Engineering*, 3(3), S. 295–303.

## Wallas 1926

Wallas, G. (1926), *The art of thought*, Cape, London.

## Wannenwetsch 2021

Wannenwetsch, H. (2021), *Integrierte Materialwirtschaft, Logistik, Beschaffung und Produktion. Supply Chain im Zeitalter der Digitalisierung*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783662610954.

## Ward &amp; Duray 2000

Ward, P. T. & Duray, R. (2000), „Manufacturing strategy in context: environment, competitive strategy and manufacturing strategy“, *Journal of Operations Management*, 18(2), S. 123–138.

## Wenking, M. 2021

Wenking, M. (2021), *International manufacturing networks: Interrelations between network capability, environment and performance - A contingency approach*. Dissertation, Universität St. Gallen, St. Gallen.

## Westkämper 2006

Westkämper, E. (2006), *Einführung in die Organisation der Produktion*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783540260394.

## Westkämper 2016

Westkämper, E. (2016), *Strategien der Produktion. Technologien, Konzepte und Wege in die Praxis*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783662489130.

## Westkämper &amp; Decker 2006

Westkämper, E. & Decker, M. (2006), *Einführung in die Organisation der Produktion*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 9783540307648.

## Westkämper &amp; Zahn 2008

Westkämper, E. & Zahn, E. (2008), *Wandlungsfähige Produktionsunternehmen. Das Stuttgarter Unternehmensmodell*, Springer, Berlin. ISBN: 9783540688907.

## Wheelwright 1984

Wheelwright, S. C. (1984), „Manufacturing strategy: Defining the missing link“, *Strategic Management Journal*, 5(1), S. 77–91.

Wiendahl et al. 2007

Wiendahl, H.-P.; EIMaraghy, 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.

Wiendahl 2014

Wiendahl, H.-P. (2014), *Handbuch Fabrikplanung. Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten*, Hanser; Ciando, München, Wien, München. ISBN: 9783446438927.

Wiezorrek. 2017

Wiezorrek, A. (2017), *Beitrag zur Konfiguration von globalen Wertschöpfungsnetzwerken*. Dissertation, TU Dortmund, Dortmund.

Wildemann & Kersten 2013

Wildemann, H. & Kersten, W. (2013), *Wandlungsfähigkeit in der Logistik: Handlungsrichtlinien zum Nachhaltigkeitsmonitoring und Wandlungsagent*, TCW Transfer-Zentrum, München.

World Bank Open Data 2024a

World Bank Open Data: World Bank Open Data 2024. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>. [Zuletzt geprüft am 02.08.2024]

World Bank Open Data 2024b

World Bank Open Data: World Bank Open Data 2024. <https://data.worldbank.org/indicator/GC.XPN.TRFT.ZS>. [Zuletzt geprüft am 02.08.2024]

World Economic Forum 2020

World Economic Forum (2020), *The Global Competitiveness Report. How Countries are Performing on the Road to Recovery*. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_TheGlobalCompetitivenessReport2020.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2020.pdf) [zuletzt geprüft am 19.08.2024]

Yin 2009

Yin, R. K. (2009), *Case study research. Design and methods*, SAGE, Los Angeles, Calif. ISBN: 9781412960991.

Zadeh 1965

Zadeh, L. A. (1965), „Fuzzy sets“, *Information and Control*, 8(3), S. 338–353.

## Zäpfel 2001

Zäpfel, G. (2001), *Grundzüge des Produktions- und Logistikmanagement*, Oldenbourg, München. ISBN: 9783486700824.

## Zwicky 1971

Zwicky, F. (1971), *Entdecken, erfinden, forschen. Im morpholog. Weltbild*, Droemer Knaur, München. ISBN: 3426002647.



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Herausforderungen der strategischen Netzwerkkonfiguration.....	3
Abbildung 1-2:	Heuristischer Bezugsrahmen und Einordnung der Forschungsfragen .....	5
Abbildung 1-3:	Iterativer Forschungsprozess nach Kubicek (1977, S. 14).....	9
Abbildung 2-1:	Klassifizierung von Netzwerken (Rudberg und Olhager 2003, S.35) .....	12
Abbildung 2-2:	Abgrenzung des Begriffs des Produktionsnetzwerks in dieser Arbeit (in Anlehnung an Moser 2014, S.10).....	12
Abbildung 2-3:	Strukturebenen von Produktionsnetzwerken nach Westkämper (2006) (Darstellung in Anlehnung an Ays 2021, S. 22 und Sager 2018, S. 11) .....	13
Abbildung 2-4:	Managementframework globaler Produktionsnetzwerke (Friedli et al. 2014, S. 46).....	15
Abbildung 2-5:	Bruch zwischen strategischer und taktischer Netzwerkkonfiguration .....	19
Abbildung 2-6:	Sichtweisen des strategischen Fits.....	23
Abbildung 2-7:	Konzeptuierungsansätze des strategischen Fits (Venkatraman 1989, S. 425).....	25
Abbildung 2-8:	Gegenüberstellung klassische Mengenlehre und Fuzzy- Mengenlehre .....	28
Abbildung 2-9:	Fuzzy-Inferenz-System (Aengchuan & Phruksaphanrat 2018, S. 910) .....	29
Abbildung 3-1:	Kriterien zur Bewertung des Stands der Forschung .....	31
Abbildung 3-2:	Einordnung relevanter Ansätze.....	34
Abbildung 3-3:	Einflussfaktoren bei der Entscheidungsfindung in der Praxis inkl. prozentuaem Anteil der Nennung (Khan et al. 2022, S. 524).....	53

---

Abbildung 3-4:	Nutzung von Entscheidungsunterstützungsmodellen in der Praxis (Khan et al. 2022, S. 525).....	55
Abbildung 3-5:	Betrachtungsrahmen der quantitativen Studie und Hypothesen (in Anlehnung an Steier et al. 2022b, S. 4 und Steier et al. 2023c, S. 3) .....	57
Abbildung 3-6:	Art und Weise der Berücksichtigung von Einflussfaktoren in der Entscheidungsfindung (Steier et al. 2022b, S. 3) .....	59
Abbildung 3-7:	Relevanz und Systematik der Betrachtung von Einflussfaktoren.....	59
Abbildung 3-8:	Netzwerkfähigkeiten für die Gruppen der impliziten und expliziten Betrachtung intangibler Faktoren.....	62
Abbildung 3-9:	Regressionsergebnisse zwischen Relevanz von Einflussfaktoren und strategischen Differenzierungsfaktoren.....	63
Abbildung 3-10:	Entwicklung der strategischen Differenzierungsfaktoren für die Gruppen der impliziten und expliziten Betrachtung intangibler Faktoren .....	64
Abbildung 3-11:	Gegenüberstellung des Forschungsdefizits und der Erkenntnisse aus der Praxis .....	65
Abbildung 4-1:	Visualisierung des grundlegenden Lösungsansatzes.....	68
Abbildung 4-2:	Partialmodelle sowie korrespondierende Forschungsfragen .....	69
Abbildung 4-3:	Lösungsansatz zur strategischen Netzwerkkonfiguration.....	71
Abbildung 5-1:	Beschreibungsmodell der Netzwerkkonfiguration auf Netzwerkebene .....	72
Abbildung 5-2:	Beschreibungsmodell der Netzwerkkonfiguration auf Standortebebene.....	75
Abbildung 5-3:	Beschreibungsmodell der strategischen Netzwerkfähigkeiten auf Netzwerk- und Standortebebe .....	79
Abbildung 5-4:	Beschreibungsmodell der Umwelt auf Standortebebe (A_Simon 2022, S. 58).....	81

---

Abbildung 5-5:	Beschreibungsmodell der Umwelt auf Netzwerkebene (linke Darstellung nach Harre 2008, rechte Darstellung in Anlehnung an Ferdows et al. 2016).....	82
Abbildung 5-6:	Modellstruktur des Erklärungsmodells auf Standortebe- (Steier et al. 2023a, S. 702) .....	84
Abbildung 5-7:	Kausaldiagramm für den Zugang zu günstigen Arbeitskräften ...	86
Abbildung 5-8:	FIS der Subfähigkeit Zugang zu günstigen Arbeitskräften (Steier et al. 2023a, S. 703) .....	92
Abbildung 5-9:	Klassifizierung der Einflussfaktoren für die FIS (in Anlehnung an A_Persoon 2022, S. 40).....	93
Abbildung 5-10:	Standardmäßige Zugehörigkeitsfunktion einer Outputvariablen (A_Gleich 2022, S. 71) .....	95
Abbildung 5-11:	Zugehörigkeitsfunktion des externen Indizes GCR 6B skill of current workforce (A_Persoon 2022, S. 59) .....	96
Abbildung 5-12:	Zugehörigkeitsfunktion der Kapazitätsauslastung (links) und der Mitarbeiterfluktuation (rechts) (A_Persoon 2022, S. 61) .....	97
Abbildung 5-13:	Ausführung der Standardregeln mit zwei Inputvariablen 0,35 und 0,8 (Auszug aus dem MATLAB Fuzzy Logic Designer) (A_Persoon 2022, S. 62) .....	98
Abbildung 5-14:	Standortportfolio mit Ist-Einordnung .....	100
Abbildung 5-15:	Schematische Darstellung der abgeleiteten phänotypischen Netzwerkstrukturen .....	107
Abbildung 5-16:	In der Fallstudienanalyse identifizierte strategische Fits .....	119
Abbildung 5-17:	Phasen des Gestaltungsmodells zur strategischen Netzwerkkonfiguration .....	121
Abbildung 5-18:	Netzwerksteckbrief für den Phänotypen Local for Local (A_Kehm 2022, S. 78) .....	124
Abbildung 5-19:	Standortportfolio (mit Ziel-Einordnung und Gestaltungsempfehlungen zur Zielerreichung für Standort S2) .....	126

---

Abbildung 5-20: Vorgehensmodell zur strategischen Netzwerkkonfiguration .....	127
Abbildung 6-1: Produktionsnetzwerk der Sensor AG inklusive interner Materialflüsse .....	136
Abbildung 6-2: Strategische Netzwerkfähigkeiten im Ist und Ziel der Sensor AG .....	138
Abbildung 6-3: Standortportfolio der Sensor AG .....	139
Abbildung 6-4: Strategisch passende Netzwerk Phänotypen für die Sensor AG .....	140
Abbildung 6-5: Netzwerkkonfigurationsalternativen der Sensor AG im Vergleich .....	142
Abbildung 6-6: Bewertung der Netzwerkkonfigurationsalternativen der Sensor AG .....	144
Abbildung 6-7: Produktionsnetzwerk der Mobility AG .....	145
Abbildung 6-8: Strategische Netzwerkfähigkeiten im Ist und Ziel der Mobility AG .....	148
Abbildung 6-9: Strategisch passende Netzwerk Phänotypen für die Mobility AG .....	149
Abbildung 6-10: Netzwerkkonfigurationsalternativen der Mobility AG im Vergleich .....	151
Abbildung 6-11: Bewertung der Netzwerkkonfigurationsalternativen der Mobility AG .....	152

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Forschungsfragen und gewählte Forschungsstrategie .....	8
Tabelle 2-1:	Differenzierungsfaktoren Produktionsstrategie (Friedli et al. 2014, S. 72) .....	16
Tabelle 2-2:	Differenzierungsfaktoren der Produktionsnetzwerkstrategie (Friedli et al. 2014, S. 73).....	17
Tabelle 2-3:	Entscheidungsdimensionen in der Netzwerkkonfiguration verschiedener Autoren.....	18
Tabelle 2-4:	Regelsystem des FIS „Anforderung an Fachkräfte“ .....	30
Tabelle 3-1:	Bewertung von Ansätzen zur strategischen Netzwerkkonfiguration .....	51
Tabelle 3-2:	Kreuztabelle und Ergebnisse des Fisher Exact Tests .....	60
Tabelle 5-1:	Kategoriensystem der strategischen Fähigkeiten (Steier et al. 2023b, S. 459) .....	77
Tabelle 5-2:	Anzahl der Nennung strategischer Netzwerkfähigkeiten (Steier et al. 2023b, S. 460) .....	78
Tabelle 5-3:	Kennzahlen der internen Umwelt (Unternehmenskennzahlen) ..	94
Tabelle 5-4:	Kennzahlen der externen Umwelt (externe Indizes).....	94
Tabelle 5-5:	Standardregeln FIS mit drei Inputvariablen (A_Persoon 2022, S. 62) .....	98
Tabelle 5-6:	Gewichtungsschlüssel je Subfähigkeiten (A_Persoon 2022, S. 72) .....	99
Tabelle 5-7:	Strategiemuster auf Netzwerkebene .....	102
Tabelle 5-8:	Umweltmuster auf Netzwerkebene .....	104
Tabelle 5-9:	Phänotypische Netzwerkstrukturen .....	105
Tabelle 5-10:	Strategie-Struktur-Partialmodell.....	108
Tabelle 5-11:	Umwelt-Struktur-Partialmodell .....	111

Tabelle 5-12:	Teilnehmer der Fallstudie zum strategischen Fit auf Netzwerkebene .....	114
Tabelle 5-13:	Cross-Case Analyse zum strategischen Fit auf Netzwerkebene .....	116
Tabelle 5-14:	Beispielhafte fixe Gestaltungselemente der Netzwerkkonfiguration .....	122
Tabelle 5-15:	Auszug der Gestaltungsrichtlinien für die Fähigkeit Volumenflexibilität .....	125
Tabelle 6-1:	Vorstellung der Fallstudien der Aktionsforschung.....	132
Tabelle 7-1:	Erfüllungsgrad der an den Lösungsansatz gestellte Anforderungen .....	158

## Liste eigener Veröffentlichungen

- Dürr, S.; Silbernagel, R.; Bartsch, H.; Steier, G. L.; Huber, M. F. & Lanza, G. (2022), „A Data-Driven Approach for Option-Specific Order Freeze Points in Mass-Customized Production“, Springer, Cham, S. 620–627.
- Khan, Z.; Kaiser, J.; Steier, G. L.; Seeger, T.; Friedli, T. & Lanza, G. (2022), „Entscheidungsfindung in der Gestaltung und Koordination von globalen Produktionsnetzwerken“, *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 117(9), S. 522–527.
- Lanza, G.; Peukert, S. & Steier, G. L. (2022), „Chapter 3 - Latest advances in cloud manufacturing and global production networks enabling the shift to the mass personalization paradigm“ in *Design and Operation of Production Networks for Mass Personalization in the Era of Cloud Technology*, Hrsg. D. Mourtzis, Elsevier, San Diego, S. 39–77.
- Steier, G. L.; Benfer, M.; Werz, P.; Ziora, M. & Lanza, G. (2022), „Decision support models for strategic production network configuration – A systematic literature analysis“, *Procedia CIRP*, 107, S. 1433–1438.
- Steier, G. L.; Peukert, S. & Lanza, G. (2022), „An Integrated Approach for Developing Production Strategy and Digital Business Model in Global Production“ in *Production at the Leading Edge of Technology. Proceedings of the 11th Congress of the German Academic Association for Production Technology (WGP)*, Hrsg. B.-A. Behrens, A. Brosius, W.-G. Drossel, W. Hintze, S. Ihlenfeldt & P. Nyhuis, Springer International Publishing; Imprint Springer, Cham, S. 666–674.
- Steier, G. L.; Schäfer, L.; Moser, S.; Kandler, M. & Lanza, G. (2022), „Digitale Transformation in global produzierenden Unternehmen“, *wt Werkstattstechnik online*, 112(5), S. 314–319.
- Steier, G. L.; Silbernagel, R.; Maier, T.; Peukert, S. K. & Lanza, G. (2022), „The Role of Intangible Influencing Factors in Strategic Network Decision-Making“, *Proceedings of the 29<sup>th</sup> European Operations Management Association*. Brilliance in resilience: operations and supply chain management’s role in achieving a sustainable future, Hrsg. C. Blome, 29<sup>th</sup> EurOMA Conference, 1.-6.7.2022, Berlin, Germany, S. 1–10.
- Steier, G. L.; Gleich, K.; Peukert, S. & Lanza, G. (2023), “A Fuzzy Inference System-Based Approach For Assessing Strategic Capabilities In Global Production

- Networks”, *Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics*, Hrsg. M. Hübner, V. Stich, CPSL Conference, 28.02.-03.03.2023, Santiago de Querétaro, Mexico, S. 698 – 707.
- Steier, G. L.; Heusch, A.; Voigt, J.; Benfer, M. & Lanza, G. (2023), „Entscheidungsfaktoren der Produktionsnetzwerkconfiguration/Decision factors in production network configuration“, *wt Werkstattstechnik online*, 113(10), S. 457–462.
- Steier, G. L.; Jaspers, M.-C.; Peukert, S.; Benfer, M. & Lanza, G. (2023), „Strategic fit in global production networks – A decision support model for strategic configuration of global production networks“, *Procedia CIRP*, 120, S. 1059–1064.
- Steier, G. L.; Silbernagel, R.; Maier, T.; Peukert, S. & Lanza, G. (2023), “The Influence of Intangible Factors in the Strategic Network Configuration on Operations Performance”, *Proceedings of the 30<sup>th</sup> European Operations Management Association. A Systems Lens on Operations*, Hrsg. A. Vereecke, N. Vandaele, 30<sup>th</sup> EurOMA Conference, 1.-6.7.2023, Leuven, Belgium, S. 1–10.
- Gleich, K.; Steier, G. L.; Kaiser, J.; Specht, F & Lanza, G. (2024), „Current Topics in International Manufacturing: Implications from Industrial Use-Cases“, *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 119(1-2), S. 6-11
- Steier, G. L., Gleich, K. and Lanza, G. (2024), „Strategic Manufacturing Network Performance Assessment Tool: Implications from Two Use-Cases“, *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 119(1-2), S. 12-16.
- Specht, F.; Kaiser, J.; Steier, G. L.; Gleich, K.; Friedli, T & Lanza, G. (2024), „Centralism or Autonomy? Insights into the decision allocation within International Manufacturing Networks“, *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 119(1-2), S. 23-29.
- Steier, G. L.; Mayer, K.; Benfer, M.; Feldmann, A. & Lanza, G. (2024), „Organizational structures to manage global production networks – A contingency based multiple case study“, *Proceedings of the 31<sup>st</sup> European Operations Management Association. Transforming people and processes for a better world*, Hrsg. A. Vereecke, N. Vandaele, 31<sup>st</sup> EurOMA Conference, 1.-6.7.2023, Barcelona, Spain, S. 1–10. 31<sup>st</sup> EurOMA Conference, 29.06.-07.07.2024, S. 1–10

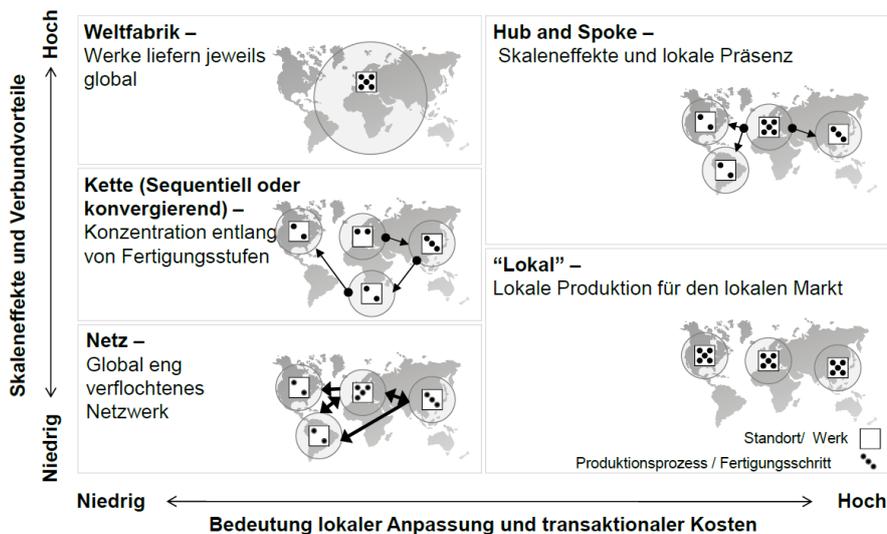
# Anhang

## A.1 Strukturtypen

Anhang A.1 beschreibt zwei wesentliche Vertreter für Strukturtypen auf Netzwerkebene (A1.1) und Standortebene (A1.2).

### A.1.1 Netzwerktypen nach Abele et al. (2008)

Gemäß Abele et al. (2008) lassen sich fünf unterschiedliche Netzwerkstrukturen unterscheiden, die sie anhand von zwei Dimensionen einordnen. Die erste Dimension beschreibt, inwiefern die Netzwerkstruktur die Nutzung von Skalen- und Verbundeffekten durch die Konsolidierung von Prozessen und Produktionsvolumina ermöglicht. Die zweite Dimension beschreibt die Bedeutung einer lokalen Anpassung der Produktion und die Höhe von transaktionalen Kosten, die beispielsweise durch Zölle, Local Content oder hohe Transportaufwände durch eine niedrige Wertdichte der Produkte entstehen. Beide Aspekte proklamieren eine stärkere Lokalisierung der Produktion.

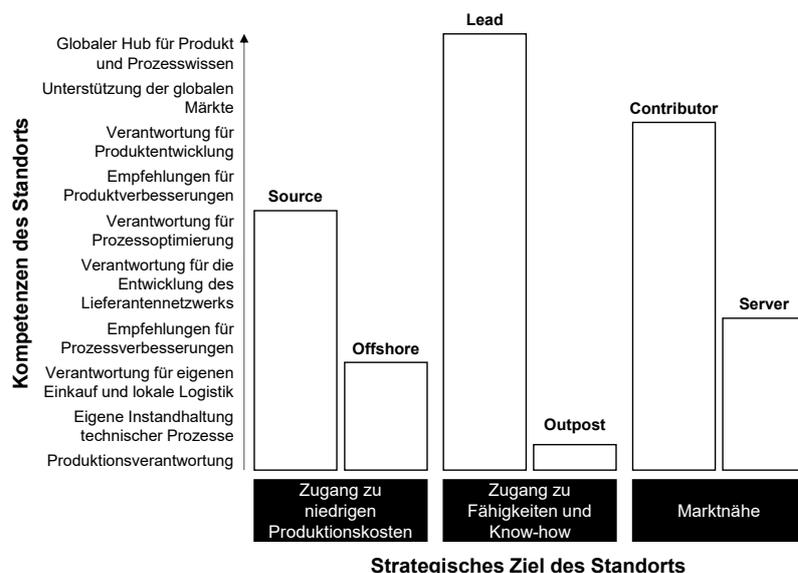


Basierend darauf werden folgende fünf Netzwerktypen definiert: Die **Weltfabrik** produziert an einem Standort für den globalen Markt und kann dadurch sehr gut Skalen- und Verbundeffekte generieren. In einer **Kette** spezialisieren sich die Standorte auf einzelne Prozessschritte, wodurch innerhalb der Standorte hohe Skaleneffekte erreicht werden, die Transportkosten aber ansteigen. Im Gegensatz zur Prozessorientierung der Kette verfolgt der Netzwerktyp **Lokal** eine Marktorientierung, die insbesondere bei spezifischen Marktanforderungen und hohen transaktionalen Kosten zielführend ist. Ein Kompromiss zwischen Konsolidierung und Lokalisierung stellt der Netzwerktyp **Hub and Spoke** dar und genießt daher die Vorteile beider Stoßrichtungen. Als fünfter Typ wird

das **Netz** definiert, welches mehrere redundante Prozessschritte und viele Materialflussbeziehungen zwischen den Standorten aufweist. In Bezug auf die zwei Dimensionen zeigt das Netz die niedrigste Ausprägung, weist jedoch die höchste Resilienz auf. Abele et al. (2008) verstehen die fünf Netzwerkstrukturen als Idealtypen, die in der Realität nicht in Reinform auftreten. Vielmehr stellen die Idealtypen einen Anhaltspunkt in der strategischen Diskussion dar. (Abele et al. 2008)

### A.1.2 Standortrollen nach Ferdows (1997)

Ferdows (1997) unterscheidet sechs verschiedene Standortrollen, die sich in Bezug auf das strategische Ziel des Standortes sowie seiner übertragenen Kompetenzen voneinander abgrenzen. Die niedrigsten Kompetenzen hat demnach der sogenannte **Outpost**. Er trägt eine reine Produktionsverantwortung mit dem Ziel, Wissen in einem neuen Umfeld zu generieren. Die zweite Kompetenzstufe ist **Offshore**, welcher ebenfalls die Verantwortung über eigenen Einkauf und Logistik trägt. Der **Server** hat die drittmeisten Kompetenzen, indem er auch eine Prozessverantwortung hat. Sein Ziel ist die Absicherung des Zugangs zu spezifischen Märkten. Die **Source**, welche die Offshore den Zugang zu niedrigen Kosten verfolgt, übernimmt zusätzlich Verantwortung in der Prozessoptimierung. Der **Contributor** ist insbesondere in strategisch wichtigen Märkten wiederzufinden. Er trägt neben Prozessverantwortung auch Produktverantwortung. Die höchste Kompetenzstufe stellt der **Lead** dar, welcher als globaler Hub für Produkt- und Prozesswissen fungiert.



## A.2 Entscheidungsfindung in der Praxis

Die Anhänge entstammen den Arbeiten Steier et al. (2022b) und Steier et al. (2023c).

### A.2.1 Quantitativer Fragebogen

Anhang A2.1 zeigt den Originalfragebogen zur Datenerhebung. Die Datenerhebung erfolgt auf Englisch, sodass auch hier die Fragen und Antwortmöglichkeiten auf englischer Sprache wiedergegeben sind.

#### Structural Parameters

**1. Please verify the following statement: My company operates multiple international production factories in different countries around the world.**

- Yes
- No

**2. Please choose one of the following options to describe your current position/function within the company.**

- CEO, Managing Director, Owner
- Head of Business Unit/Head of Product Category
- Head of Global Production Networks
- Head of International Business Development
- Head of Manufacturing/Head of Operations/Chief Operating Officer/Chief Technology Officer
- Head of Supply Chain/International Supply Chain Manager
- Plant Manager

Other:

**3. What industry does your company belong to?**

- Oil & gas
- Basic materials
- Industrials
- Automobiles and parts
- Food and beverage
- Personal and household goods
- Health care
- Telecommunications
- Utilities
- Technology

**4. Please indicate the number of employees working for your company.**

- 1 – 250
- 251 – 500
- 501 – 750
- 751 – 1.000
- 1.001 – 1.500
- 1.501 – 2.000
- 2.001 – 5.000
- 5.001 – 10.000
- 10.001 – 50.000
- More than 50.000

**5. How many fully owned production factories does your company operate around the world?**

- We produce all products in the same factory.
- 2 – 5
- 6 – 10
- 11 – 15
- 16 – 20
- 21 – 30
- 31 – 50
- More than 50

**6. In how many different countries does your company operate production factories?**

- We produce all our products in the same country.
- 2 – 3
- 4 – 6
- 7 – 9
- 10 – 15
- 16 – 25
- 26 – 50
- More than 50

**8. Into how many superior value-added steps can your production be divided?**

## Organization

**9. Which of the following roles do you have implemented in your company?**

- CEO, Managing Director, Owner
- Head of Business Unit/Head of Production Category
- Head of Global Production Networks
- Head of International Business Development
- Head of Manufacturing/Head of Operations/ Chief Operating Officer/Chief Technology Officer
- Head of Supply Chain/International Supply Chain Manager
- Plant Manager

10. How would you rate the importance of the following business functions “in order to reach” competitive advantages?

	Low	High
		
Procurement	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
Research and development	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
Production	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
Sales	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
Marketing	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
Finance	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	

11. Is operations in your company a part of the executive board?

Yes

No

12. How is the global production network in your company organized?

[Please choose] ▾

## Strategy and Performance

13. Please indicate the importance of the following attributes to win orders from your major customers.

Importance in the last three years

	not important	very important
		
Price	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
Quality	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
Delivery speed	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
Delivery reliability	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
Volume flexibility	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
Product flexibility	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
Innovation	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
Service	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	





## A.2.2 Tangible und intangible Einflussfaktoren

<b>Tangible Einflussfaktoren</b>	<b>Intangible Einflussfaktoren</b>
Arbeitskosten	Zuverlässigkeit der Infrastruktur
Transportkosten	Verfügbarkeit qualifizierter Mitarbeiter
Energiekosten	Sprachbarriere
Rohmaterialpreise	Mentalitätsunterschiede
Overheadkosten	Mitarbeiterfluktuation
Bestandskosten	Politische Stabilität
Maschineninvestment	Handelshemmnisse
Kapitalkosten	Klima
Staatliche Subventionen	Verfügbarkeit reifer Technologien
Local Content Anforderungen	Verfügbarkeit von Lieferanten
Zölle	Marktnähe
Marktgröße	Produktstruktur
Marktwachstum	Lernen in lokalen Ökosystemen
Nachfragevolatilität	
Profit Marge	
Produktivität	
Koordinationskosten (Qualifikation, Anlaufkosten)	

## A.2.3 Zuordnung intangibler Einflussfaktoren zu übergeordneten Gruppen

<b>Konstrukt externe Umwelt</b>	<b>Item</b>
Markt	Marktnähe Lernen in lokalen Ökosystemen
Logistik	Zuverlässigkeit der Infrastruktur Verfügbarkeit von Lieferanten Klima
Kultur und Menschen	Verfügbarkeit qualifizierter Mitarbeiter Mitarbeiterfluktuation Sprachbarriere Mentalitätsunterschiede
Politische und rechtliche Faktoren	Politische Stabilität Handelshemmnisse
<b>Konstrukt interne Umwelt</b>	<b>Item</b>
Produkt	Produktstruktur
Prozess	Verfügbarkeit reifer Technologien

### A.2.4 Netzwerkfähigkeiten

Konstrukt	Item
Marktzugang	Die Streuung des Netzes bietet geographische Nähe zu allen Zielmärkte. Aktive Anpassung unserer globalen Präsenz, um in der Nähe unserer wichtigsten Kunden zu sein.
Ressourcen- zugang	Unsere globale Präsenz bietet Zugang zu Regionen mit kosteneffizienten Produktionsfaktoren. Sich aktiv um die Errichtung von Fabriken in Regionen mit niedrigen Produktionskosten bemühen.
Kosten- effizienz	Kosteneinsparungen durch hohe Produktionsvolumen (Größenvorteile). Massenproduktion zur Senkung der Gesamtproduktionskosten. Zusammenlegung von Produktionsmengen in verschiedenen Fabriken zur Senkung der Gesamtproduktionskosten.
Mobility	Verlagerung von Produktionsmengen von einer Fabrik in eine andere Fabrik. Verlagerung von Aufträgen zwischen unseren Fabriken zur Bewältigung von Nachfragespitzen.
Learning	Prozessverbesserungen werden mit anderen Fabriken geteilt. Unsere Fabriken bemühen sich aktiv um die Vermittlung produktionsbezogener Fähigkeiten und Kenntnisse.

### A.2.5 Strategische Differenzierungsfaktoren

Konstrukt	Item
Kosten	Herstellkosten Bestellkosten Material-, Wasser- und / oder Energieverbrauch
Qualität	Qualität der Konformität Produktqualität und Zuverlässigkeit Produkthilfe / Unterstützung Qualität der Kundenbetreuung (z. B. Schulung, Information, Helpdesk) Motivation und Zufriedenheit der Arbeitnehmer Gesundheits- und Sicherheitsbedingungen Schadstoffemissionen und Abfallaufkommen
Flexibilität	Volumen Flexibilität Produktmix Flexibilität Fähigkeit zur Produkthanpassung Neuprodukteinführung
Lieferung	Liefargeschwindigkeit Lieferzuverlässigkeit Durchlaufzeit Beschaffungszeit

### A.2.6 t-Test-Statistik für Hypothese 2

Anhang A.2.6 zeigt die Gruppenstatistik für einen zweiseitigen t-Test zur Überprüfung der Gleichheit von Mittelwerten. Bei 21 Studienteilnehmern und 13 intangiblen Faktoren ergeben sich ein  $n=273$  intangiblen Faktoren mit einer bewerteten Relevanz. Die Gruppenstatistik zeigt, dass 183 Faktoren der Stichprobe implizit berücksichtigt werden und 90 Faktoren explizit berücksichtigt werden. Die explizit betrachteten Faktoren sind mit einer um 1,53 Punkten höheren Relevanz assoziiert. Der zweiseitige t-Test gibt für diese Parameter ein  $p < 0,001$ , sodass ein statistisch signifikanter Unterschied nachgewiesen werden kann.

<b>Gruppenstatistik</b>					
	Betrachtung	N	Mittelwert	Std. Abweichung	Std. Fehler
Relevanz	Implizit	183	3,97	1,80	0,13
	Explizit	90	5,50	1,15	0,12
<b>T-Test für Gleichheit der Mittelwerte</b>					
1-seitiges p	2-seitiges p		Mittlere Differenz	Std. Fehler Differenz	
<0,001	<0,001		-1,53	0,21	

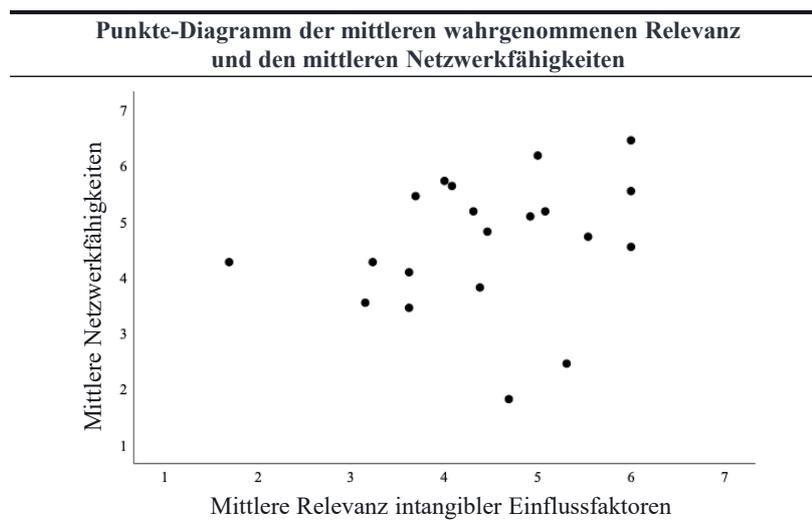
### A.2.7 Diskriminanzanalyse zu Hypothese 2

Anhang A.2.7 zeigt die Ergebnisse der kanonischen Diskriminanzanalyse. Die Diskriminanzfunktion ordnet einen Einflussfaktor basierend auf seiner Relevanz zu einer der beiden Gruppen implizit und explizit zu. Basierend auf den Parametern werden in Summe 157 der 183 tatsächlich implizit berücksichtigten Faktoren der Gruppe implizit zugeordnet. Respektive werden 39 der 90 explizit berücksichtigten Faktoren der Gruppe explizit zugeordnet. Dies entspricht einer Korrektheit der Vorhersage von 71,8 % in Summe.

<b>Zusammenfassung der kanonischen Diskriminanzfunktion</b>				
	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
	0.835	48.70	1	<0.001
<b>Klassifikation</b>				
Beobachtet	Vorhergesagt			
	Implizit	Explizit	Korrekt %	
Implizit	157	26	85.8%	
Explizit	51	39	43.3%	
Gesamt %	76.2%	23.8%	71.8%	

### A.2.8 Punkte-Diagramm der Relevanz von intangiblen Faktoren ggü. Netzwerkfähigkeiten zu Hypothese 3

Das Punkte-Diagramm zeigt den Mittelwert der Netzwerkfähigkeiten auf der Ordinate und die mittlere Relevanz der intangiblen Einflussfaktoren auf der Abszisse für die 21 befragten Unternehmen. Mittlere Relevanz sowie mittlere Netzwerkfähigkeit bedeuten hierbei jeweils der Mittelwert über alle intangiblen Einflussfaktoren bzw. über alle Netzwerkfähigkeiten je Studienteilnehmer.



### A.2.9 Teststatistik der Regressionsanalyse auf Faktorgruppenebene zu Hypothese 3

Anhang A.2.9 fasst die Parameter Teststatistik der Regressionsmodelle für die Faktorengruppen Logistik, politische & rechtliche Faktoren und Prozessfaktoren zusammen. Dabei wird jeweils die mittlere Relevanz der Faktorengruppe als unabhängige Variable und die mittlere Netzwerkfähigkeit als abhängige Variable verwendet. Die positiven Regressionswerte zeigen, dass mit steigender Relevanz auch die Netzwerkfähigkeiten steigen.

<b>Modell Logistik</b>	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig
Regression	15,505	1	15,505	7,921	0,011
Nicht standardisierte Residuen	35,233	18	1,957		
Gesamt	50,738	19			
<b>Modell polit. &amp; rechtl. Faktoren</b>	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig
Regression	11,629	1	11,629	5,352	0,033
Nicht standardisierte Residuen	39,109	18	2,173		
Gesamt	50,738	19			
<b>Modell Prozessfaktoren</b>	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig
Regression	15,205	1	15,205	7,703	0,012
Nicht standardisierte Residuen	35,532	18	1,974		
Gesamt	50,738	19			

### A.2.10 Teststatistik des t-Tests für Gleichheit der Mittelwerte zu Hypothese 4

Anhang A.2.10 visualisiert die Teststatistik für einen zweiseitigen t-Test. Dabei werden die Mittelwerte der Netzwerkfähigkeiten für die zwei Gruppen explizite und implizite Berücksichtigung von Einflussfaktoren betrachtet und eine Gleichheit unterstellt. Auch wenn die mittlere Differenz 0,59 Punkten entspricht, kann hier bei einem p-Wert von 0,297 keine statistische Signifikanz attestiert werden.

	t	df	1-seitiges p	2-seitiges p	Mittelwert Differenz	Standardfehler Differenz
Gleiche Varianz unterstellt	-1,073	18	0,149	0,297	-0,59439	0,55398
Nicht gleiche Varianz unterstellt	-1,050	11,658	0,158	0,315	-0,59439	0,56633

### A.2.11 Test-Statistik der Regressionsanalyse zu Hypothese 5

Anhang A.2.11 gibt die Parameter der Regressionsmodelle inkl. des p-Wertes (Zeile Sig) wieder. Das Regressionsmodell der mittleren Relevanz auf die mittlere Performance ergibt einen positiven Zusammenhang auf einem Signifikanzniveau von  $p=0,091$ .

Regressionsmodell auf die mittlere Unternehmensperformance (alle strategische Differenzierungsfaktoren)

<b>Modell mittlere Relevanz aller intangiblen Faktoren</b>	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig
Regression	1,611	1	1,611	3,195	0,091
Nicht standardisierte Residuen	9,077	18	0,504		
Gesamt	10,688	19			

Regressionsmodell auf den strategischen Differenzierungsfaktor Kosten

<b>Modell mittlere Relevanz aller intangiblen Faktoren</b>	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig
Regression	2,110	1	2,110	3,985	0,061
Nicht standardisierte Residuen	9,532	18	0,530		
Gesamt	11,642	19			
<b>Modell Faktorengruppe Logistik</b>	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig
Regression	2,855	1	2,855	5,847	0,026
Nicht standardisierte Residuen	8,788	18	0,488		
Gesamt	11,642	19			

## Regressionsmodell auf den strategischen Differenzierungsfaktor Qualität

<b>Modell</b>	<b>mittlere Relevanz aller intangiblen Faktoren</b>	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig
Regression		2,696	1	2,696	6,920	0,017
Nicht standardisierte Residuen		7,013	18	0,390		
Gesamt		9,706	19			
<b>Modell</b>	<b>Faktorengruppe Markt</b>	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig
Regression		2,832	1	2,832	7,411	0,014
Nicht standardisierte Residuen		6,877	18	0,382		
Gesamt		9,709	19			
<b>Modell</b>	<b>Faktorengruppe polit. &amp; rechtl. Faktoren</b>	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig
Regression		2,646	1	2,646	6,744	0,018
Nicht standardisierte Residuen		7,063	18	0,392		
Gesamt		9,709	19			
<b>Modell</b>	<b>Faktorengruppe Prozesstruktur</b>	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig
Regression		2,108	1	2,108	4,993	0,038
Nicht standardisierte Residuen		7,601	18	0,422		
Gesamt		9,709	19			

## Regressionsmodell auf den strategischen Differenzierungsfaktor Flexibilität

<b>Modell</b>	<b>mittlere Relevanz aller intangiblen Faktoren</b>	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig
Regression		3,305	1	3,305	6,625	0,019
Nicht standardisierte Residuen		8,890	18	0,499		
Gesamt		12,284	19			
<b>Modell</b>	<b>Faktorengruppe Markt</b>	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig
Regression		3,889	1	3,889	8,338	0,010
Nicht standardisierte Residuen		8,395	18	0,466		
Gesamt		12,284	19			
<b>Modell</b>	<b>Faktorengruppe polit. &amp; rechtl. Faktoren</b>	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig
Regression		3,731	1	3,731	7,851	0,12
Nicht standardisierte Residuen		8,553	18	0,475		
Gesamt		12,284	19			
<b>Modell</b>	<b>Faktorengruppe Produktstruktur</b>	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig
Regression		2,132	1	2,132	3,779	0,068
Nicht standardisierte Residuen		10,153	18	0,564		
Gesamt		12,284	19			

### A.2.12 Test-Statistik des t-Tests für Gleichheit der Mittelwerte zu Hypothese 6

Anhang A.2.12 zeigt die Parameter des t-Test für Gleichheit der mittleren Performancewerte der Gruppen implizit und explizit. Im Mittel erreicht Gruppe implizit einen Wert von 4,93, wohingegen Gruppe explizit einen Wert von 5,84 erreicht. Dieser Zusammenhang kann mit einem p-Wert von 0,006 bestätigt werden.

<b>Gruppenstatistik</b>						
	Betrachtung	N	Mittelwert	Std. Abweichung	Std. Fehler	
Relevanz	Implizit	13	4.93	0.65	0.18	
	Explizit	7	5.84	0.55	0.21	
<b>t-Test für Gleichheit der Mittelwerte</b>						
1-seitiges p	2-seitiges p		Mittlere Differenz		Std. Fehler	Differenz
0,003	0.006		-0.91		0.29	
<b>One-Sample t-Test (Test Value = 4)</b>						
1-seitiges p	2-seitiges p		Mittlere Differenz		N	
<0,001	<0.001		1.84		7	

## A.3 Beschreibungsmodelle

Die Literaturrecherchen basieren auf der studentischen Arbeit A\_Simon (2022).

### A.3.1 Literaturrecherche zum Beschreibungsmodell der Netzwerkkonfiguration

Literatur	Beschreibungsebene des Modells								
	Netzwerkstruktur		Spezialisierung		Ressourcen		Interne Supply Chain		
Autor(en) (Jahr)	geograph. Verteilung	Kapazitätsverteilung	Netzwerk	Standort	Technologie	Investitionen	Fragmentierung	Beschaffung	Distribution
Shi & Gregory (1995)	x			x			x		
Meijboom & Vos (1997)				x	x	x	x		
Shi & Gregory (1998)	x		x						
Vereecke & van Dierdonck (2002)				x					
Colotla et al. (2003)	x	x	x	x		x			
Kuhn & Dekkers (2006)			x	x					
Rudberg (2008)				x	x	x			
Miltenburg (2009)	x		x	x			x		
Schuh et al. (2013)		x	x	x					
Schuh et al. (2014)		x		x	x	x			
Lanza & Moser (2014)		x		x	x			x	x
Fleury et al. (2015)	x		x						
Cheng et al. (2015)	x		x	x			x		
Gölzer et al. (2015)		x			x	x			
Reuter et al. (2016a)				x	x				
Schuh et al. (2017)		x				x			
Costa Ferreira Junior & Fleury (2018)	x		x	x					
Hochdörffer et al. (2018)		x			x	x		x	x
Lanza et al. (2019)	x	x	x	x	x	x			
Pashaei & Olhager (2019)	x			x			x		
Verhaelen et al. (2021)		x		x	x	x		x	x
Friedli et al. (2014)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Skinner (1969)		x		x	x	x			
Vereecke et al. (2006)				x					
Friedli et al. (2016)	x	x	x	x	x		x		
Wheelwright (1984)		x		x	x		x		
Rudberg & Olhager (2003)	x	x		x	x				
Olhager & Feldmann (2018)	x	x	x	x	x				
Feldmann et al. (2009)	x								
Mengel (2016)	x	x	x	x	x				
Mundt (2014)	x	x	x	x	x				
Thomas (2013)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Abele (2008)	x		x				x		
Feldmann & Olhager (2019)	x			x			x		
Schmenner (1982)			x						
Ferdows (1997)				x					

### A.3.2 Literaturrecherche zum Beschreibungsmodell der Strategie

Literatur	Beschreibungsebene des Modells											
	strategische Differenzierungsfaktoren						Netzwerkfähigkeiten					
	Qualität	Preis	Lieferung	Flexibilität	Service	Innovation	Marktzugang	Zugang zu Ressourcen	Effizienz	Lernen	Wandlungsfähigkeit	Nachhaltigkeit
Skinner (1969)	x	x										
Wheelwright (1984)	x	x	x	x								
Shi & Gregory (1995)							x	x	x	x	x	
Ferdows (1997)							x	x		x		
Shi & Gregory (1998)							x	x	x	x	x	
Ward & Duray (2000)	x	x	x	x		x						
Vereecke & van Dierdonck (2002)		x					x	x	x	x		
Colotla et al. (2003)	x	x	x	x		x						
Rudberg (2004)	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	
Kuhn & Dekkers (2006)	x	x	x									
Rudberg (2008)		x		x					x	x		
Abele et al. (2008)							x		x	x		
Miltenburg (2009)	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	
Feldmann et al. (2009)	x	x	x	x	x							
Mundt (2012)	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	
Lanza et al. (2013)	x	x	x	x			x					
Slepnirov et al. (2014)	x	x		x	x	x						
Thomas (2013)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Lanza & Moser (2014)	x	x	x	x			x					
Cheng et al. (2015)	x	x	x	x	x	x	x					
Friedli et al. (2014)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Fleury et al. (2015)							x	x	x	x	x	
Brennan et al. (2015)	x	x	x	x								x
Gölzer et al. (2015)		x										
Reuter et al. (2016b)		x										x
Reuter et al. (2016a)	x		x									
Friedli et al. (2016)	x	x	x	x			x	x	x	x	x	
Mengel (2017)	x	x	x	x			x	x	x	x	x	
Schuh et al. (2017)	x		x	x					x			
Brennan & Vecchi (2017)	x	x	x	x	x	x						x
Olhager & Feldmann (2018)	x	x	x	x			x	x				
Hochdörffer et al. (2018)	x	x	x									x
Lanza et al. (2019)	x	x	x	x			x	x		x	x	x
Pashaei & Olhager (2019)	x	x	x	x								
Verhaelen et al. (2021)	x	x	x	x			x					

### A.3.3 Literaturrecherche zum Beschreibungsmodell der Umwelt

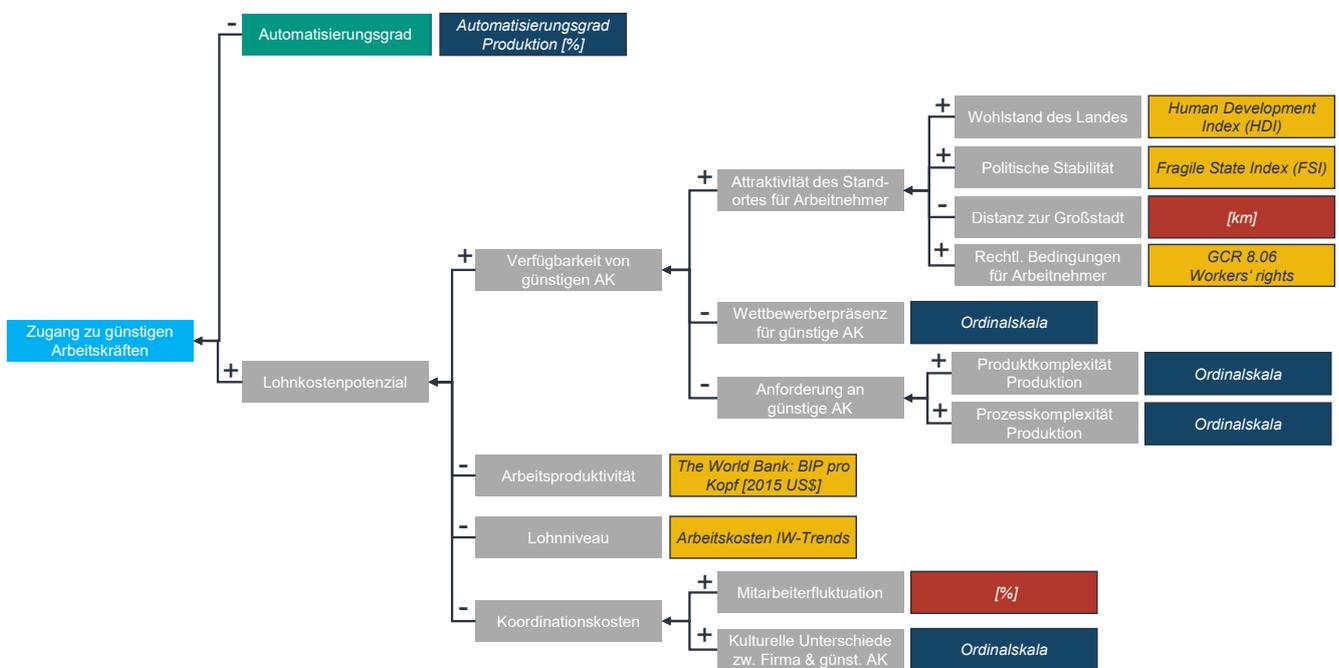
Literatur	Beschreibungsebene des Modells							
	extern						intern	
Autor(en) (Jahr)	Markt & Marktentwicklung	Faktorkosten	Logistik	Kulturelle Faktoren	Rechtliche Faktoren	Politische & staatliche Faktoren	Produkt	Prozess
Kuhn & Dekkers (2006)					x	x		
Prinz & Bauernhansl (2013)	x	x	x			x		x
Lanza et al. (2013)						x	x	
Lanza & Moser (2014)	x	x				x	x	
Fleury et al. (2015)				x				
Cheng et al. (2015)	x							
Brennan et al. (2015)					x	x		
Reuter et al. (2016b)	x	x		x		x		
Reuter et al. (2016a)				x				
Schuh et al. (2017a)	x	x	x	x			x	x
Hochdörffer et al. (2018)	x							
Lanza et al. (2019)	x	x	x	x	x	x		
Pashaei & Olhager (2019)	x							
Verhaelen et al. (2021)	x		x				x	x
Friedli et al. (2014)	x							
Skinner (1969)	x							
Friedli et al. (2016)	x					x		
Kinkel (2009)	x	x	x	x		x	x	x
Olhager & Feldmann (2018)							x	x
Feldmann et al. (2009)	x		x			x		
Abele et al. (2008)	x	x	x		x	x		x
Ferdows et al. (2016)							x	x
Harre (2006)	x							
Ferdows (1997)	x	x		x				

## A.4 Kausaldiagramme und FIS für das Erklärungsmodell auf Standortebene

Der nachfolgende Anhang zeigt für die 21 strategischen Netzwerkfähigkeiten das jeweilige Kausaldiagramm sowie die Regelbasis des FIS. Bei denjenigen FIS, bei denen keine Regelbasis dargestellt ist, wird die standardmäßige Regelbasis wie in Kapitel 5.2.1.3 erläutert, angewendet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden nur die FIS dargestellt, bei denen eine standardmäßige Regelbasis nicht angewendet werden kann.

### A.4.1a Zugang zu Ressourcen – Zugang zu günstigen Arbeitskräften

#### Kausaldiagramm



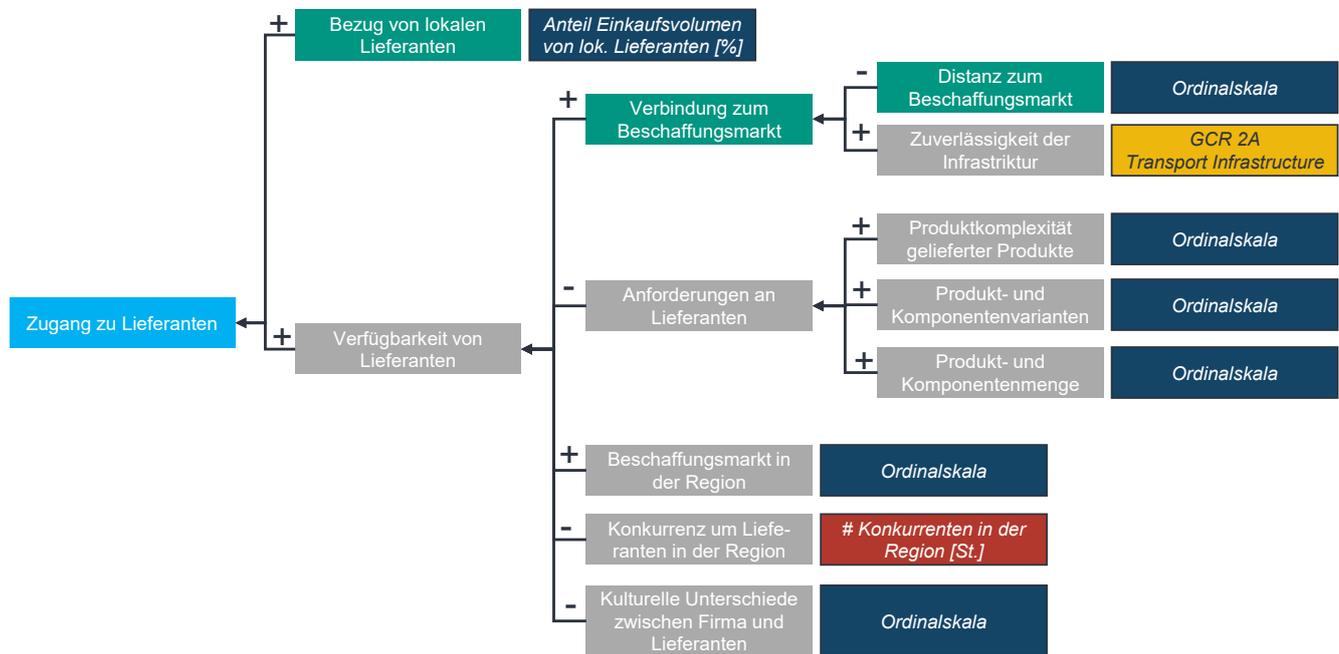
#### Regelbasis

Für das FIS Anforderungen an günstige Arbeitskräfte wird die nachfolgende Regelbasis verwendet.

	Produktkomplexität Produktion		Prozesskomplexität Produktion		score Anforderungen an günstige Arbeitskräfte
Wenn	hoch	∧	hoch	dann	hoch
Wenn	mittel	∨	mittel	dann	mittel
Wenn	niedrig	∨	niedrig	dann	niedrig

Für alle weiteren FIS in dieser Subfähigkeit wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

### A.4.2b Zugang zu Ressourcen – Zugang zu Lieferanten Kausaldiagramm



#### Regelbasis

Für das FIS Anforderungen an Lieferanten wird die folgende Regelbasis verwendet.

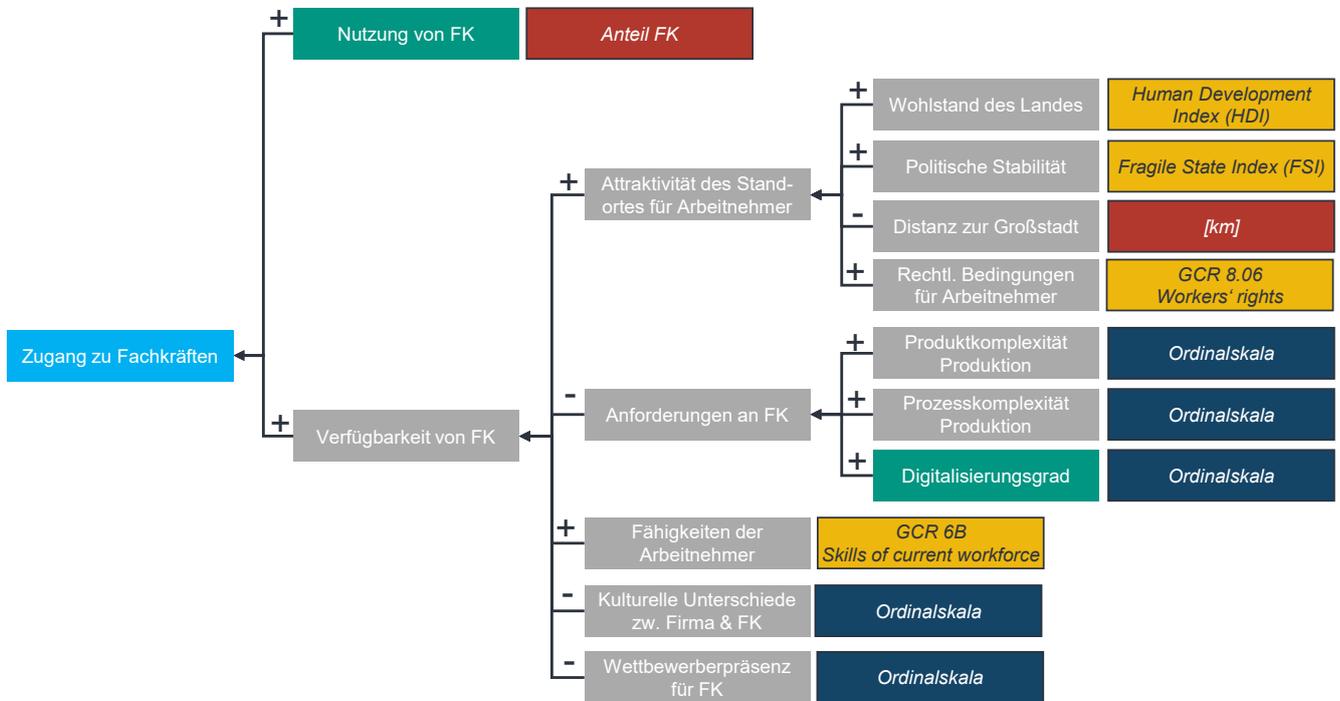
	Produktkomplexität gelieferter Produkte		Produkt- und Komponentenvarianten		Produkt- und Komponentenmenge		score Anforderungen an Lieferanten
Wenn	hoch	∨	hoch	∨	hoch	dann	hoch
Wenn	mittel	∨	mittel	∨	mittel	dann	mittel
Wenn	niedrig	∧	niedrig	∧	niedrig	dann	niedrig

Für das FIS Verbindung zum Beschaffungsmarkt wird die folgende Regelbasis verwendet.

	Zuverlässigkeit der Infrastruktur		Distanz zum Beschaffungsmarkt		score Verbindung zum Beschaffungsmarkt
Wenn	hoch	∧	niedrig	dann	hoch
Wenn	mittel	∧	niedrig	dann	hoch
Wenn	hoch	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	niedrig	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	hoch	∧	hoch	dann	mittel
Wenn	niedrig	∧	niedrig	dann	mittel
Wenn	niedrig	∧	hoch	dann	niedrig
Wenn	mittel	∧	hoch	dann	niedrig

### A.4.2c Zugang zu Ressourcen – Zugang zu Fachkräften

#### Kausaldiagramm



#### Regelbasis

Für alle FIS in dieser Subfähigkeit wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

## Anhang A.4.2a Zugang zu Märkten – Marktnähe

### Kausaldiagramm



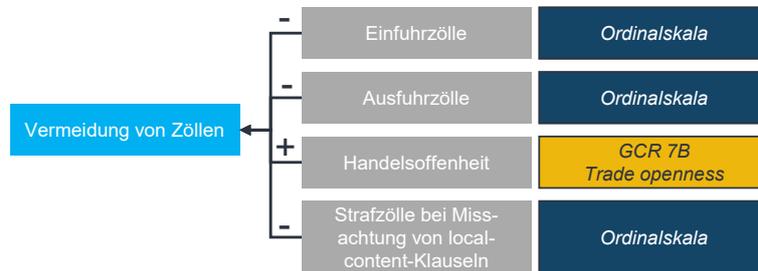
### Regelbasis

Das FIS Marktnähe folgt der nachfolgenden Regelbasis.

	Logistikkosten (pro St. und km)		Anforderungen (erfordern Marktnähe)		Distanz zum Absatzmarkt		score Marktnähe
Wenn	hoch	∧	hoch	∧	niedrig	dann	hoch
Wenn	hoch	∧	hoch	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	hoch	∧	mittel	∧	niedrig	dann	hoch
Wenn	mittel	∧	hoch	∧	niedrig	dann	hoch
Wenn	hoch	∧	mittel	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	∧	hoch	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	∧	mittel	∧	niedrig	dann	hoch
Wenn	mittel	∧	mittel	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	∧	mittel	∧	hoch	dann	niedrig
Wenn	mittel	∧	niedrig	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	niedrig	∧	mittel	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	∧	niedrig	∧	hoch	dann	niedrig
Wenn	niedrig	∧	mittel	∧	hoch	dann	niedrig
Wenn	niedrig	∧	niedrig	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	niedrig	∧	niedrig	∧	hoch	dann	niedrig
Wenn	hoch	∧	niedrig	∧	hoch	dann	niedrig
Wenn	niedrig	∧	hoch	∧	hoch	dann	niedrig
Wenn	niedrig	∧	niedrig	∧	niedrig	dann	mittel
Wenn	hoch	∧	hoch	∧	hoch	dann	mittel
Wenn	hoch	∧	niedrig	∧	niedrig	dann	hoch
Wenn	hoch	∧	hoch	∧	hoch	dann	mittel
Wenn	niedrig	∧	mittel	∧	niedrig	dann	mittel
Wenn	niedrig	∧	hoch	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	∧	niedrig	∧	niedrig	dann	mittel
Wenn	mittel	∧	hoch	∧	hoch	dann	mittel
Wenn	hoch	∧	niedrig	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	hoch	∧	mittel	∧	hoch	dann	mittel

### A.4.2b Zugang zu Märkten – Vermeidung von Zöllen

#### Kausaldiagramm



#### Regelbasis

Für das FIS Vermeidung von Zöllen wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

### A.4.2c Zugang zu Märkten – Vermeidung von Steuern

#### Kausaldiagramm



#### Regelbasis

Für das FIS Vermeidung von Steuern wird die folgende Regelbasis verwendet.

	Gewinn		Steuersatz		score Vermeidung von Steuern
Wenn	hoch	$\wedge$	niedrig	dann	hoch
Wenn	niedrig	$\wedge$	hoch	dann	hoch
Wenn	mittel	$\wedge$	mittel	dann	mittel
Wenn	hoch	$\wedge$	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	$\wedge$	hoch	dann	mittel
Wenn	mittel	$\wedge$	niedrig	dann	mittel
Wenn	niedrig	$\wedge$	mittel	dann	mittel
Wenn	niedrig	$\wedge$	niedrig	dann	niedrig
Wenn	hoch	$\wedge$	hoch	dann	niedrig

### A.4.2d Zugang zu Märkten – Zugang zu Subventionen

#### Kausaldiagramm



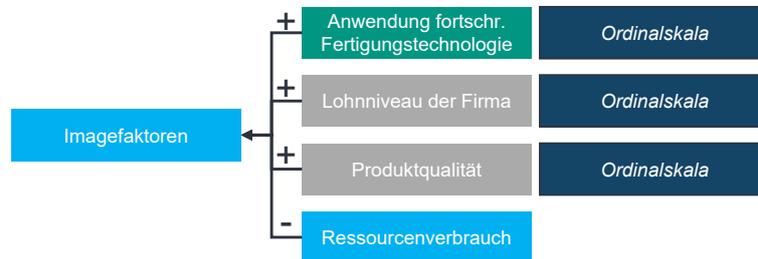
#### Regelbasis

Für das FIS Zugang zu Subventionen wird die folgende Regelbasis verwendet.

Wenn	Anzahl Mitarbeiter am Standort		Anwendung fortschrittlicher Fertigungstechnologie		Bereitschaft des Staates für Subventionen		score Zugang zu Subventionen
Wenn	hoch	∧	hoch	∧	hoch	dann	hoch
Wenn	hoch	∧	hoch	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	hoch	∧	mittel	∧	hoch	dann	hoch
Wenn	mittel	∧	hoch	∧	hoch	dann	hoch
Wenn	hoch	∧	mittel	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	∧	hoch	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	∧	mittel	∧	hoch	dann	hoch
Wenn	mittel	∧	mittel	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	∧	mittel	∧	niedrig	dann	niedrig
Wenn	mittel	∧	niedrig	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	niedrig	∧	mittel	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	∧	niedrig	∧	niedrig	dann	niedrig
Wenn	niedrig	∧	mittel	∧	niedrig	dann	niedrig
Wenn	niedrig	∧	niedrig	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	niedrig	∧	niedrig	∧	niedrig	dann	niedrig
Wenn	hoch	∧	niedrig	∧	niedrig	dann	niedrig
Wenn	niedrig	∧	hoch	∧	niedrig	dann	niedrig
Wenn	niedrig	∧	niedrig	∧	hoch	dann	mittel
Wenn	hoch	∧	hoch	∧	niedrig	dann	niedrig
Wenn	hoch	∧	niedrig	∧	hoch	dann	hoch
Wenn	hoch	∧	hoch	∧	niedrig	dann	niedrig
Wenn	niedrig	∧	mittel	∧	hoch	dann	mittel
Wenn	niedrig	∧	hoch	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	∧	niedrig	∧	hoch	dann	mittel
Wenn	mittel	∧	hoch	∧	niedrig	dann	niedrig
Wenn	hoch	∧	niedrig	∧	mittel	dann	mittel
Wenn	hoch	∧	mittel	∧	niedrig	dann	niedrig

## A.4.2e Zugang zu Märkten – Imagefaktoren

### Kausaldiagramm

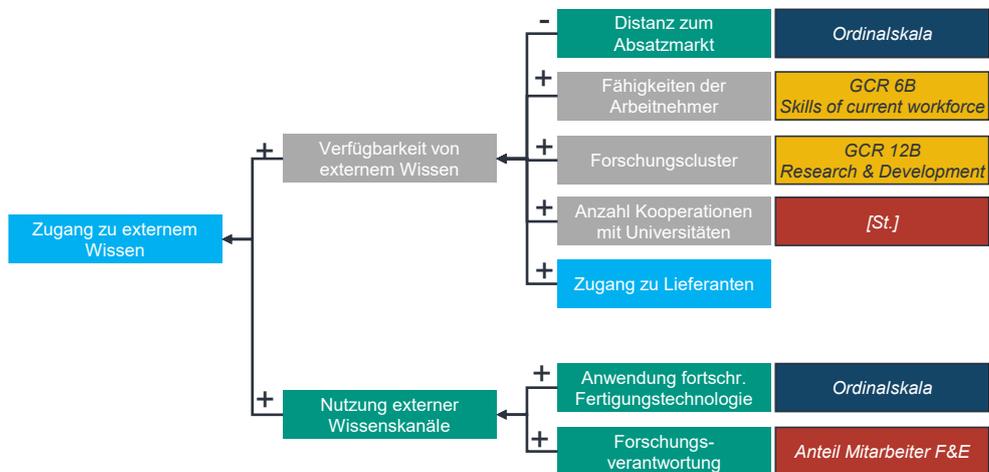


### Regelbasis

Für das FIS Vermeidung von Zöllen wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

### A.4.3a Lernfähigkeit – Zugang zu externem Wissen

#### Kausaldiagramm

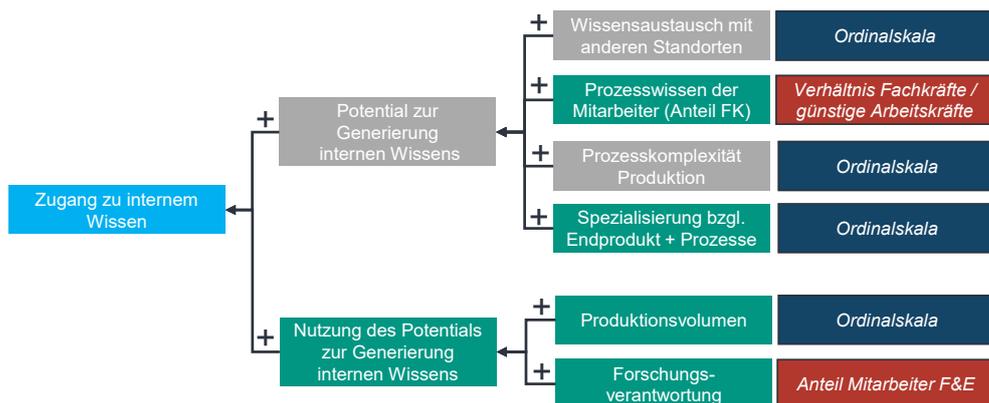


#### Regelbasis

Für alle FIS in der Subfähigkeit Zugang zu externem Wissen wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

### A.4.3b Lernfähigkeit – Zugang zu internem Wissen

#### Kausaldiagramm

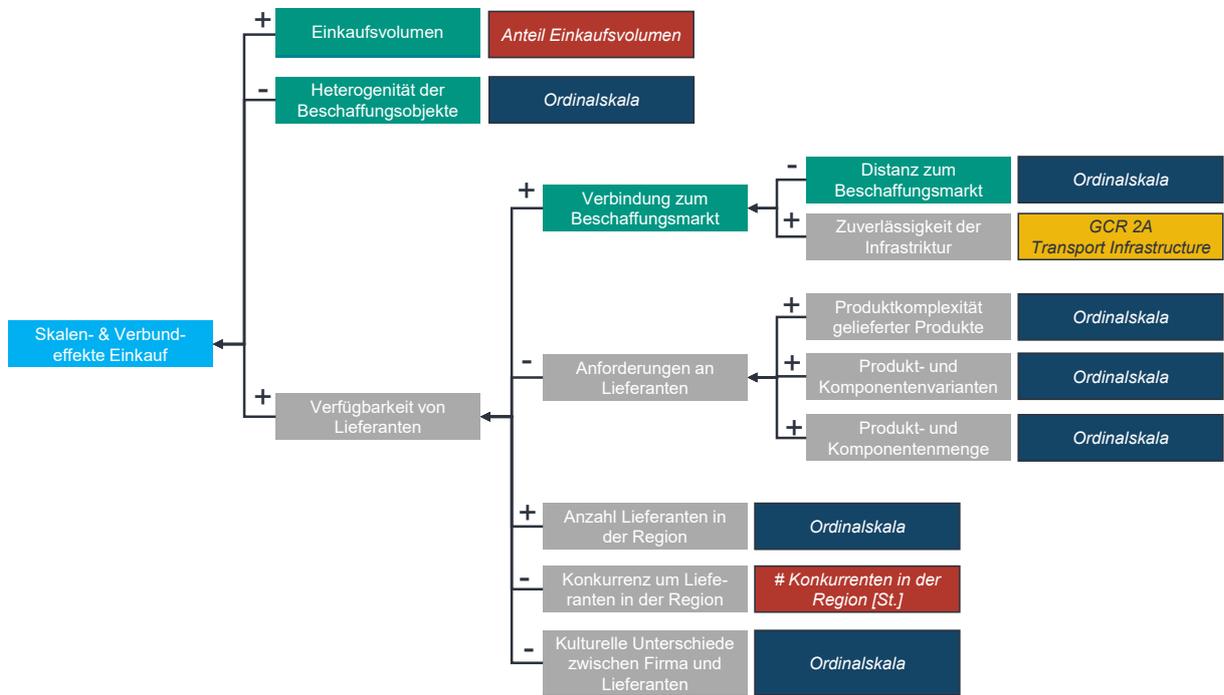


#### Regelbasis

Für alle FIS in der Subfähigkeit Zugang zu internem Wissen wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

### A.4.4a Effizienz – Skalen & Verbundeffekte Einkauf

#### Kausaldiagramm

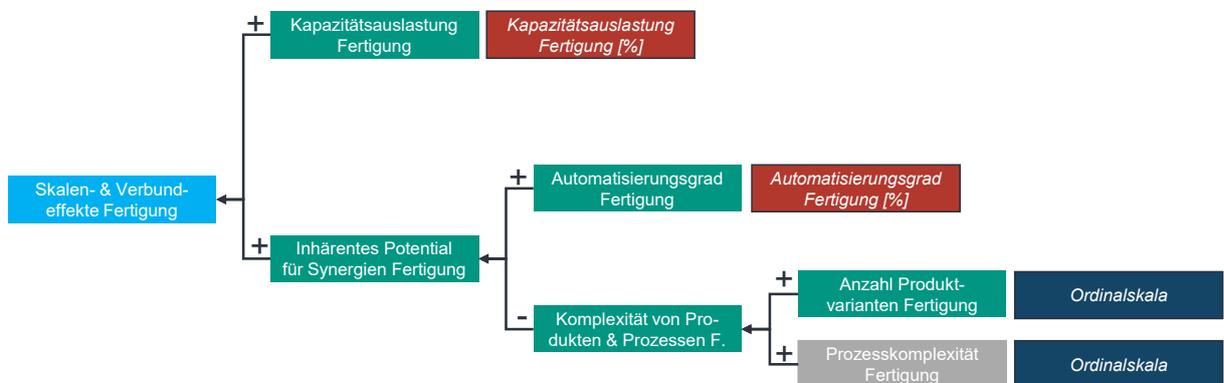


#### Regelbasis

Für alle FIS in der Subfähigkeit Skalen & Verbundeffekte Einkauf wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

### A.4.4c Effizienz – Skalen & Verbundeffekte Fertigung

#### Kausaldiagramm

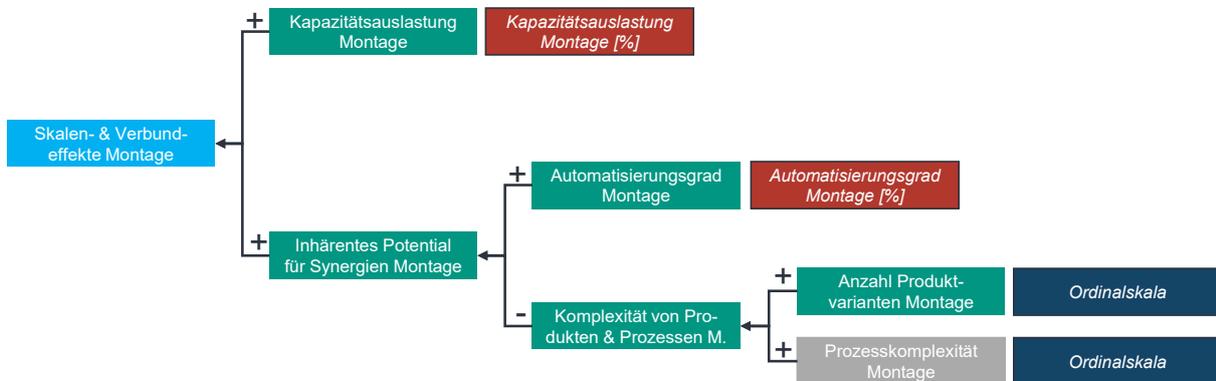


#### Regelbasis

Für alle FIS in der Subfähigkeit Skalen & Verbundeffekte Einkauf wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

### A.4.4b Effizienz – Skalen & Verbundeffekte Montage

#### Kausaldiagramm

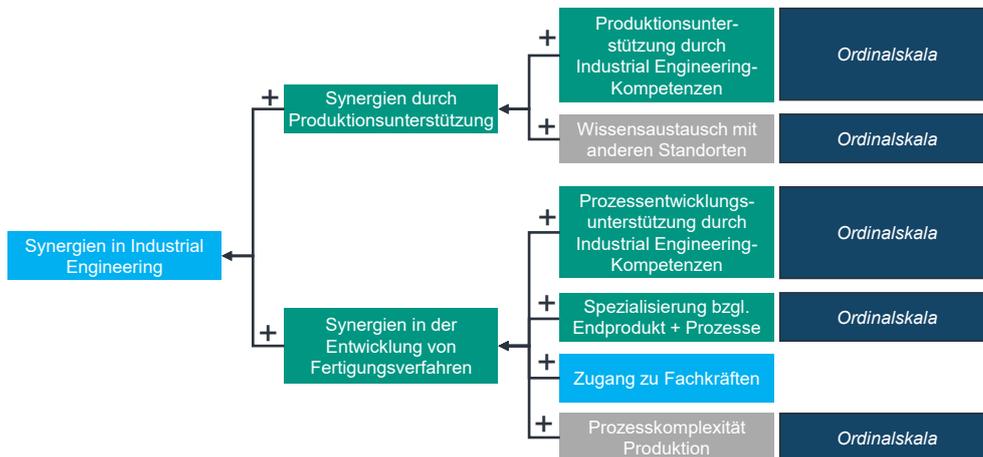


#### Regelbasis

Für alle FIS in der Subfähigkeit Skalen & Verbundeffekte Einkauf wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

### A.4.4d Effizienz – Synergien im Industrial Engineering

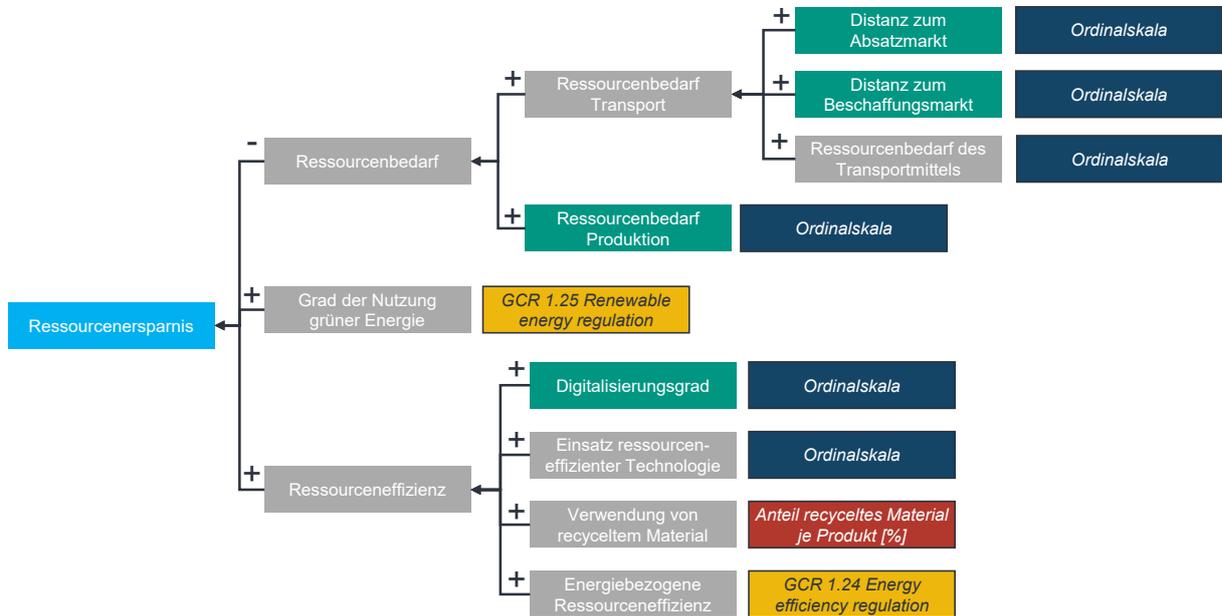
#### Kausaldiagramm



#### Regelbasis

Für alle FIS in der Subfähigkeit Skalen & Verbundeffekte Einkauf wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

### A.4.5a Nachhaltigkeit – Ressourcenersparnis Kausaldiagramm



### Regelbasis

Für das FIS Ressourcenbedarf wird die folgende Regelbasis verwendet.

	score Ressourcenbedarf Transport		Ressourcenbedarf Produktion		score Ressourcenbedarf
Wenn	hoch	$\wedge$	hoch	dann	hoch
Wenn	mittel	$\wedge$	hoch	dann	hoch
Wenn	hoch	$\wedge$	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	$\wedge$	mittel	dann	mittel
Wenn	niedrig	$\wedge$	mittel	dann	mittel
Wenn	hoch	$\wedge$	niedrig	dann	mittel
Wenn	niedrig	$\wedge$	hoch	dann	mittel
Wenn	niedrig	$\wedge$	niedrig	dann	niedrig
Wenn	mittel	$\wedge$	niedrig	dann	niedrig

Für alle weiteren FIS wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

## A.4.5b Nachhaltigkeit – Naturraumschutz

### Kausaldiagramm



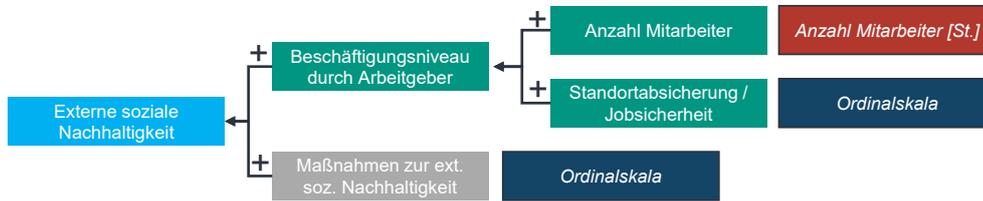
### Regelbasis

Für das FIS Naturraumschutz wird die folgende Regelbasis verwendet.

	Standortfläche		score Ressourcenersparnis		score Naturraumschutz
Wenn	niedrig	$\wedge$	hoch	dann	hoch
Wenn	niedrig	$\wedge$	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	$\wedge$	hoch	dann	hoch
Wenn	mittel	$\wedge$	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	$\wedge$	niedrig	dann	niedrig
Wenn	hoch	$\wedge$	mittel	dann	mittel
Wenn	niedrig	$\wedge$	niedrig	dann	mittel
Wenn	hoch	$\wedge$	hoch	dann	mittel
Wenn	hoch	$\wedge$	niedrig	dann	niedrig

### A.4.5c Nachhaltigkeit – Externe soziale Nachhaltigkeit

#### Kausaldiagramm



#### Regelbasis

Für das FIS externe soziale Nachhaltigkeit wird die folgende Regelbasis verwendet.

	Score Beschäftigungs-niveau durch Arbeitgeber		Maßnahmen zur externen sozialen Nachhaltigkeit		score Externe soziale Nachhaltigkeit
Wenn	hoch	$\wedge$	hoch	dann	hoch
Wenn	hoch	$\wedge$	mittel	dann	hoch
Wenn	mittel	$\wedge$	hoch	dann	mittel
Wenn	mittel	$\wedge$	mittel	dann	mittel
Wenn	mittel	$\wedge$	niedrig	dann	mittel
Wenn	niedrig	$\wedge$	mittel	dann	niedrig
Wenn	niedrig	$\wedge$	niedrig	dann	niedrig
Wenn	niedrig	$\wedge$	hoch	dann	mittel
Wenn	hoch	$\wedge$	niedrig	dann	mittel

Für alle weiteren FIS wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

### A.4.5d Nachhaltigkeit – Interne soziale Nachhaltigkeit

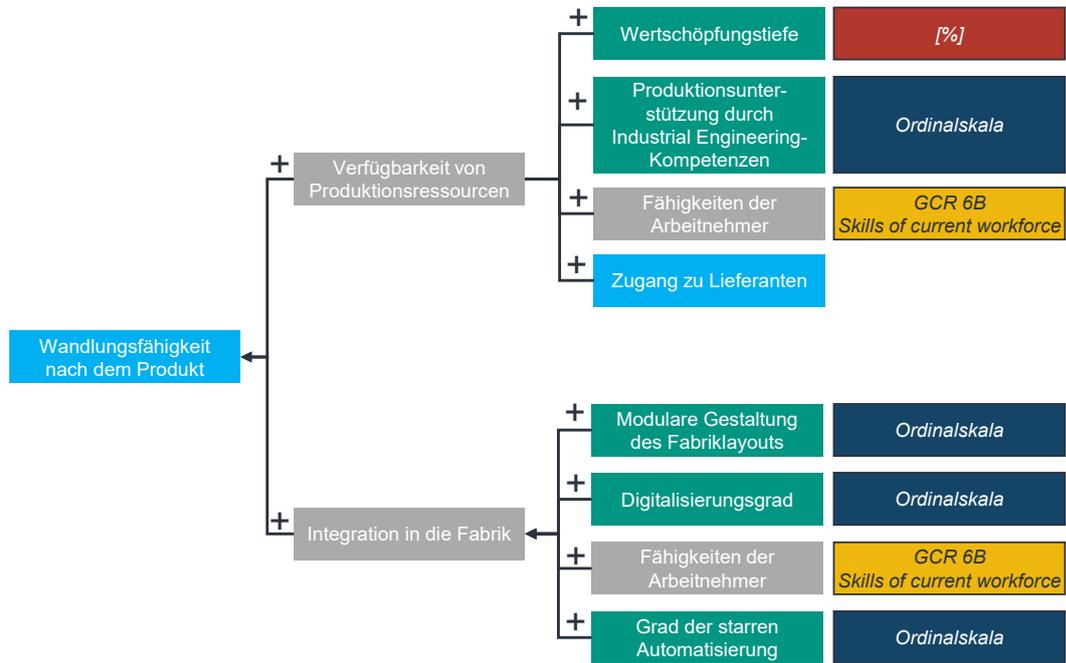
#### Kausaldiagramm



#### Regelbasis

Für das FIS interne soziale Nachhaltigkeit wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

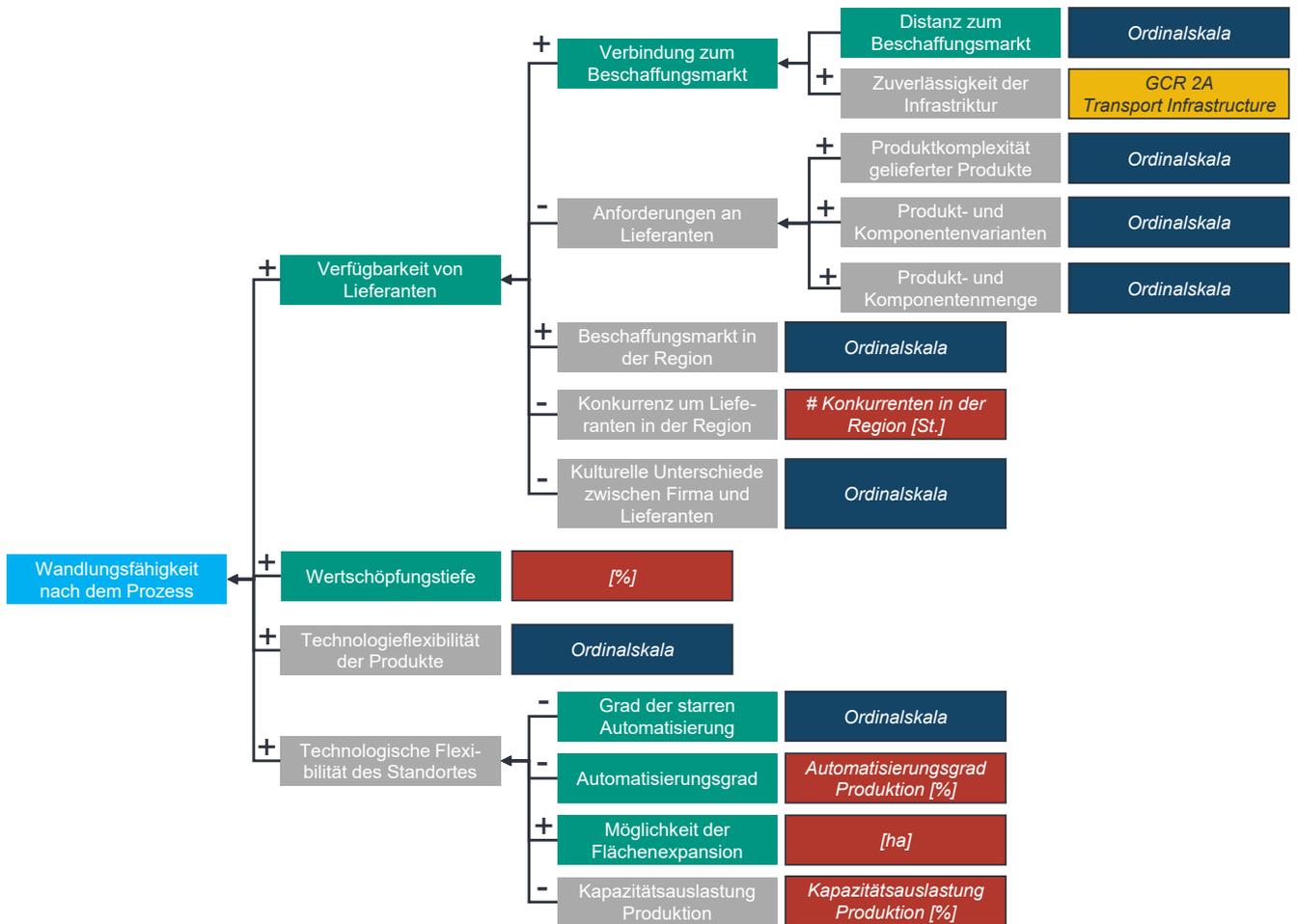
### A.4.6a Wandlungsfähigkeit – Produktwandlungsfähigkeit Kausaldiagramm



#### Regelbasis

Für alle FIS in der Subfähigkeit Wandlungsfähigkeit – Produktwandlungsfähigkeit wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

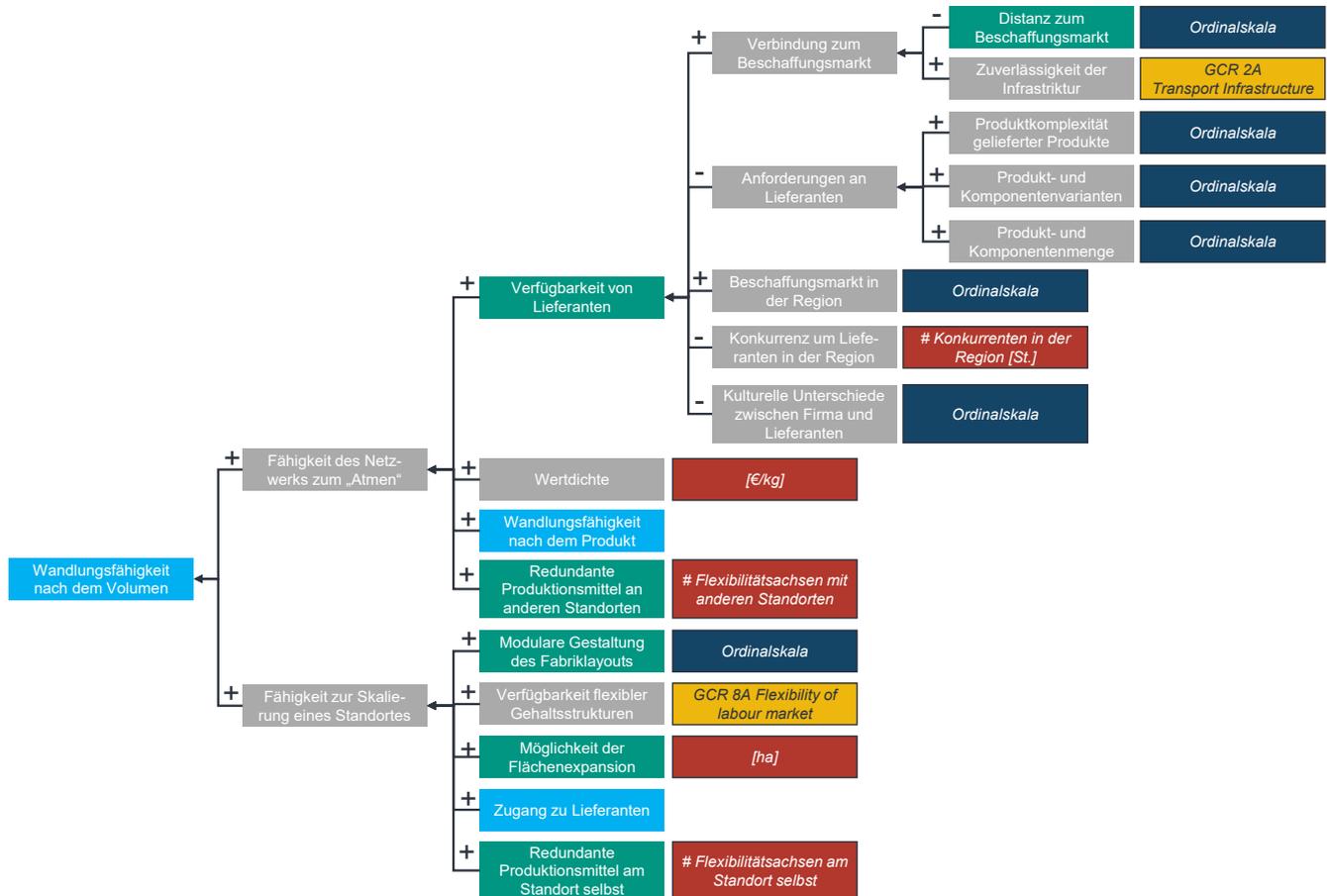
### A.4.6b Wandlungsfähigkeit – Prozesswandlungsfähigkeit Kausaldiagramm



#### Regelbasis

Für alle FIS in der Subfähigkeit Wandlungsfähigkeit – Prozesswandlungsfähigkeit Einkauf wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

### A.4.6c Wandlungsfähigkeit – Volumenwandlungsfähigkeit Kausaldiagramm



### Regelbasis

Für alle FIS in der Subfähigkeit Wandlungsfähigkeit – Volumenwandlungsfähigkeit wird die standardmäßige Regelbasis verwendet.

## A.5 Literaturanalyse zum Erklärungsmodell auf Netzwerkebene

Anhang 5 zeigt die Literaturverweise für die Strategiemuster (A.5.1), Umweltmuster (A.5.2) und phänotypischen Strukturen (A.5.3) aus Kapitel 5.2.2.1 sowie die Literaturverweise für die Fit-Matches (A.5.4) aus Kapitel 5.2.2.2. Diese beruhen auf einer Literaturanalyse, die im Rahmen der studentischen Arbeit von A\_Klinkner (2022) durchgeführt wurde.

### A.5.1 Ursprung der strategiebezogenen Muster

	Abele et al. (2008)	Cheng et al. (2011)	Christodoulou et al. (2019)	Cololla et al. (2003)	Feldmann und Olhager (2019)	Ferdows (2008), Ferdows et al. (2016)	Friedli et al. (2014)	Friedli et al. (2016)	Gölzer et al. (2015)	Harre (2006)	Meijboom und Vos (1997)	Mengel (2017)	Miltenburg (2009)	Pashaei und Olhager (2019)	Reuter et al. (2016)	Rudberg (2004)	Rudberg und Olhager (2003)	Sayem et al. (2019)	Schmanner (1982)	Shi und Gregory (1995, 1998)
S1a*																				
S1b						x		x		x		x					x			
S1c						x		x				x				x				
S1d						x						x								
S2a						x					x									
S2b								x												
S2c								x				x						x		
S3a														x						
S3b	x													x						
S3c	x											x								
S3d												x								
S4a		x									x								x	
S4b								x								x				
S4c				x			x					x								
S5*																				
S6a							x										x			
S6b								x		x			x							
S6c	x							x					x							
S6d								x				x	x							
S6e								x		x			x							
S7a			x							x										
S7b						x		x		x		x	x							x
S7c								x					x							x
S7d						x				x		x	x							x
S8a	x	x		x			x					x			x	x			x	
S8b								x	x											
S8c						x				x		x	x							
S9a				x			x					x								x
S9b												x								
S10a																		x		

\* Gestalt findet sich in dieser Form nicht in der Literatur wieder, wurde aber aus Gründen der Durchgängigkeit inkludiert.











## A.6 Netzwerksteckbriefe und Gestaltungsrichtlinien

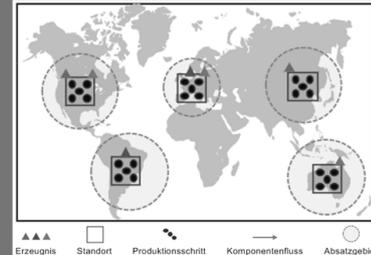
Die Netzwerksteckbriefe und Gestaltungsrichtlinien entstammen der vom Autor angeleiteten studentischen Abschlussarbeit von A\_Kehm (2022).

### A.6.1 Netzwerksteckbriefe

#### PHÄNOTYP: LOCAL FOR LOCAL (marktorientiert)

##### Charakteristika Netzwerk

- Global verteilte Standorte
- Lokale Verbindung zum Beschaffungs- und Absatzmarkt
- Keine Verbindung zwischen den Werken, da jedes Werk ganze Produkteinheiten fertigt
- Standorte bezüglich der Produkte spezialisiert und bezüglich der Prozesse flexibel



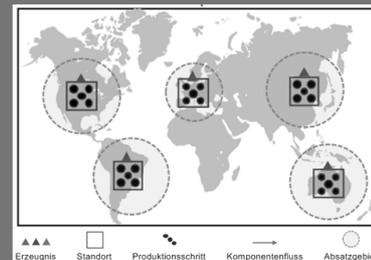
##### Charakteristika Standortrolle „Specific Local“

- Lokale Produktion von marktspezifischen Produkten (heterogene Produkte) für den lokalen Markt
- Globale Transferbeschränkungen bzw. prohibitive Transferkosten aufgrund von Transferbarrieren im Markt (z.B. hohe Zölle, Wechselkursrisiken, etc.)
- Hohe Logistikkosten und strenge Lieferanforderungen (insb. kurze Lieferzeiten)
- Einbeziehung lokaler Kundenwünsche (Kundennähe)
- Unabhängigkeit von anderen Standorten (Standort besitzt F&E-Kompetenz)
- Geeignet für Produkte mit geringer Wertdichte, schwer transportierbare Produkte oder Produkte mit spezifischen Kundenanforderungen

#### PHÄNOTYP: TRANSPLANT (marktorientiert)

##### Charakteristika Netzwerk

- Global verteilte Standorte
- Lokale Verbindung zum Beschaffungs- und Absatzmarkt
- Keine Verbindung zwischen den Werken, da jedes Werk ganze Produkteinheiten fertigt
- Standorte bezüglich der Produkte spezialisiert und bezüglich der Prozesse flexibel

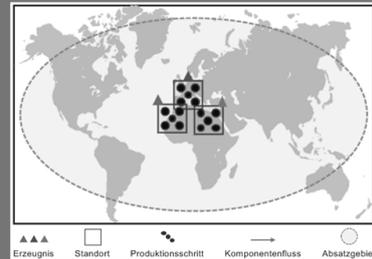


##### Charakteristika Standortrolle „Standard Local“

- Lokale Produktion von standardisierten Produkten (homogene Produkte) für den lokalen Markt
- Globale Transferbeschränkungen bzw. prohibitive Transferkosten aufgrund von Transferbarrieren im Markt (z.B. hohe Zölle, Local content Anforderungen, etc.)
- Hohe Logistikkosten und strenge Lieferanforderungen (insb. kurze Lieferzeiten)
- Kundennähe
- Unabhängigkeit von anderen Standorten aber eingeschränkte F&E Kompetenz (ist an einem Standort zentralisiert)
- Geeignet für Produkte mit geringer Wertdichte oder schwer transportierbare Produkte

**PHÄNOTYP: CONCENTRATED PRODUCT PLANTS** (produktorientiert)**Charakteristika Netzwerk**

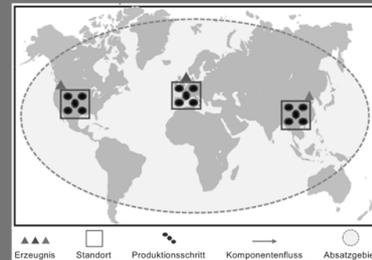
- Standorte geographisch konzentriert
- Globale Verbindung zum Beschaffungs- und Absatzmarkt
- Keine Verbindung, da jedes Werk ganze Produkteinheiten fertigt
- Produktbezogene Standortspezialisierung

**Charakteristika Standortrolle „Concentrated Product“**

- Hohe Produktspezialisierung und geringe Technologiespezialisierung
- Gemeinsame Nutzung von lokalen produktspezifischen Standortvorteilen (Kompetenzen, Lieferanten, Ressourcen etc.) mit anderen „Concentrated Product“ Werken
- Niedrige Prozessvielfalt, d.h. Standort profitiert von standortübergreifenden Lern- und Verbundeffekten mit weiteren „Concentrated Product“ Werken
- Geeignet für Produktion von Gütern, die sich in Bezug auf Größe, Material, Produkteigenschaften und Aufbau stark von anderen produzierten Gütern unterscheiden, d.h. bei hoher Variantenvielfalt
- Hohe Stückzahlen

**PHÄNOTYP: DISPERSED PRODUCT PLANTS** (produktorientiert)**Charakteristika Netzwerk**

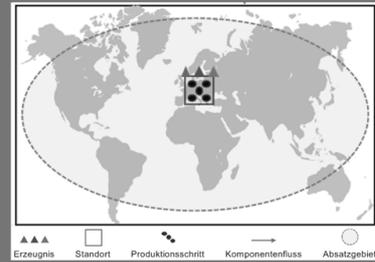
- Global verteilte Standorte
- Globale Verbindung zum Beschaffungs- und Absatzmarkt
- Keine Verbindung, da jedes Werk ganze Produkteinheiten fertigt
- Produktbezogene Standortspezialisierung

**Charakteristika Standortrolle „Dispersed Product“**

- Hohe Produktspezialisierung und geringe Technologiespezialisierung
- Nutzung lokaler produktspezifischer Standortvorteile (Kompetenzen, Lieferanten, Ressourcen etc.)
- Hohe Prozessvielfalt, d.h. Standort kann nicht von standortübergreifenden Lern- und Verbundeffekten mit weiteren „Concentrated Product“ Werken profitieren
- Weitgehende Unabhängigkeit von anderen Standorten
- Geeignet für Produktion von Gütern, die sich in Bezug auf Größe, Material, Produkteigenschaften und Aufbau stark von anderen produzierten Gütern unterscheiden, d.h. bei hoher Variantenvielfalt
- Hohe Stückzahlen

**PHÄNOTYP: WORLD FACTORY****Charakteristika Netzwerk**

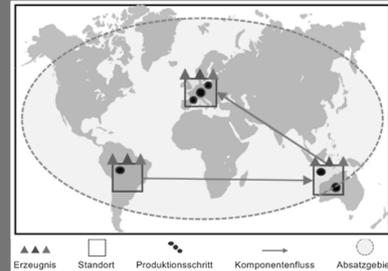
- Ein zentraler Standort
- Globale Verbindung zum Beschaffungs- und Absatzmarkt
- Flexibel bezüglich Prozess und Produkt

**Charakteristika Standortrolle „World Factory“**

- Sämtliche Produkte für den globalen Markt werden an diesem Standort gefertigt
- Es existieren weder absatz- noch beschaffungsmarktseitig relevante Transferbeschränkungen oder -barrieren
- Optimale Nutzung der Verfügbarkeit von wichtigem Personal und Know-how
- Geeignet für Produkte mit hoher Wertdichte und relativ langen Lieferfristen
- Transport- und Transaktionskosten spielen gegenüber den durch die Konzentration erzielten Skalen- und Verbundeffekten eine untergeordnete Rolle
- Weder Imagegründe noch staatliche oder handelspolitische Gründe erfordern eine lokale Produktion in den einzelnen Märkten

**PHÄNOTYP: GLOBAL VALUE CHAIN** (prozessorientiert)**Charakteristika Netzwerk**

- Global verteilte Standorte
- Lokale Verbindung zum Beschaffungsmarkt, globale Verbindung zum Absatzmarkt
- Standorte sind linear miteinander verbunden
- Standorte sind bezüglich ihres Prozessschritts spezialisiert und bezüglich der Produkte flexibel

**Charakteristika Standortrolle „Global Downstream Process“**

- Konzentration auf einen Produktionsschritt (kundennah, vornehmlich Montage) für unterschiedliche Produkte
- Hohe Technologiespezialisierung und geringe Produktspezialisierung
- Starke Ausnutzung der (prozessspezifischen) Kompetenzen und Vorteile (insb. geringe Faktorkosten) eines Standorts
- Große Zahl internationaler Transporte ist erforderlich, daher geeignet für Produkte mit hoher Wertdichte
- Eignet sich nur bei hinreichend geringen Logistik- und Transaktionskosten
- Es existieren keine relevanten Transferbeschränkungen oder –barrieren für Zwischenprodukte

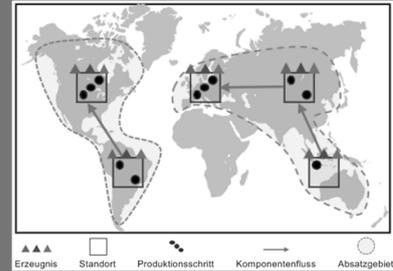
**Charakteristika Standortrolle „Global Upstream Process“**

- Konzentration auf einen Produktionsschritt (lieferantennah, vornehmlich Fertigung) für unterschiedliche Produkte
- Hohe Technologiespezialisierung und geringe Produktspezialisierung
- Starke Ausnutzung der (prozessspezifischen) Kompetenzen und Vorteile (insb. geringe Faktorkosten) eines Standorts
- Große Zahl internationaler Transporte ist erforderlich, daher geeignet für Produkte mit hoher Wertdichte
- Eignet sich nur bei hinreichend geringen Logistik- und Transaktionskosten
- Es existieren keine relevanten Transferbeschränkungen oder –barrieren für Zwischenprodukte

## PHÄNOTYP: LOCAL VALUE CHAIN (prozessorientiert)

### Charakteristika Netzwerk

- Global verteilte Standorte
- Lokale Verbindung zum Beschaffungs- und Absatzmarkt
- Standorte sind linear miteinander verbunden
- Standorte sind bezüglich ihres Prozessschritts spezialisiert und bezüglich der Produkte flexibel



### Charakteristika Standortrolle „Local Downstream Process“

- Konzentration auf einen Produktionsschritt (kundennah, vornehmlich Montage) für unterschiedliche Produkte
- Hohe Technologiespezialisierung und geringe Produktspezialisierung
- Starke Ausnutzung der (prozessspezifischen) Kompetenzen und Vorteile (insb. Geringe Faktorkosten) eines Standorts
- Geeignet für Produkte mit hoher Wertdichte
- Eignet sich nur bei hinreichend geringen Logistik- und Transaktionskosten
- Einbeziehung regionaler Marktanforderungen
- Es existieren regional relevante Transferbeschränkungen oder –barrieren für Zwischenprodukte

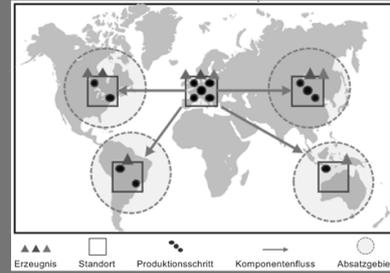
### Charakteristika Standortrolle „Local Global Downstream Process“

- Konzentration auf einen Produktionsschritt (lieferantennah, vornehmlich Fertigung) für unterschiedliche Produkte
- Hohe Technologiespezialisierung und geringe Produktspezialisierung
- Starke Ausnutzung der (prozessspezifischen) Kompetenzen und Vorteile (insb. Geringe Faktorkosten) eines Standorts
- Geeignet für Produkte mit hoher Wertdichte
- Eignet sich nur bei hinreichend geringen Logistik- und Transaktionskosten
- Einbeziehung regionaler Marktanforderungen
- Es existieren regional relevante Transferbeschränkungen oder –barrieren für Zwischenprodukte

## PHÄNOTYP: GLOBAL HUB AND SPOKE

### Charakteristika Netzwerk

- Hubs geographisch konzentriert, Spokes verteilt
- Globale Verbindung zum Beschaffungsmarkt, lokale zum Absatzmarkt
- Divergente Verbindung der Standorte
- Kombinierte Markt- und Prozessorientierung



### Charakteristika Standortrolle „Global Hub“

- Komponentenwerk
- Beliefert globale Spokes mit montagefertigen Komponenten (materialflußseitige Kopplung)
- Wissensintensive oder Skaleneffekt-bedingte Fertigungsschritte werden an diesem Standort konzentriert
- Produktion von „kritischen“ und komplexen Komponenten oder variantenarmen und standardisierten Komponenten
- Komponenten haben niedrige Wertdichte und niedrige Logistikkosten
- Es existieren keine relevanten Transferbeschränkungen oder –barrieren für die Komponenten, dafür aber für die Endprodukte

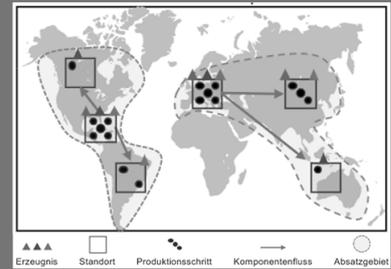
### Charakteristika Standortrolle „Global Spoke“

- Montagewerke
- Marktnahe Montage der Komponenten aus dem Global Hub entsprechend der marktspezifischen Anforderungen zu fertigen Endprodukten (kennzeichnen sich durch Heterogenität/spezifische Charakteristika)
- Ausnutzung niedriger Herstellkosten für arbeitsintensive Montagearbeiten
- Kurze Lieferzeiten
- Geringe Kompetenz
- Geringe Komplexität und Wertschöpfungstiefe
- Einhaltung von Local Content Anforderungen oder anderen Transferbeschränkungen für Endprodukte

## PHÄNOTYP: LOCAL HUB AND SPOKE

### Charakteristika Netzwerk

- Global verteilte Standorte
- Lokale Verbindung zum Beschaffung- und Absatzmarkt
- Divergente Verbindung der Standorte
- Kombinierte Markt- und Prozessorientierung



### Charakteristika Standortrolle „Local Hub“

- Komponentenwerk
- Beliefert lokale Spokes mit montagefertigen Komponenten (materialflußseitige Kopplung)
- Wissensintensive oder Skaleneffekt-bedingte Fertigungsschritte werden an diesem Standort konzentriert
- Produktion von „kritischen“ und komplexen Komponenten oder variantenarmen und standardisierten Komponenten
- Komponenten haben niedrige Wertdichte und niedrige Logistikkosten
- Es existieren regional relevante Transferbeschränkungen oder –barrieren für die Komponenten und die Endprodukte
- Produktion der Komponenten ist auf lokale Standortvorteile angewiesen (spezifische Inputfaktoren, geringes Faktorkostenniveau etc.)

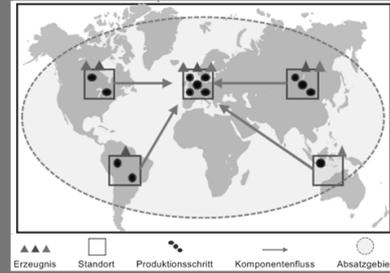
### Charakteristika Standortrolle „Local Spoke“

- Montagewerke
- Marktnahe Montage der Komponenten aus dem Local Hub entsprechend der marktspezifischen Anforderungen zu fertigen Endprodukten (kennzeichnen sich durch Heterogenität/spezifische Charakteristika)
- Ausnutzung niedriger Herstellkosten für arbeitsintensive Montagearbeiten
- Kurze Lieferzeiten
- Geringe Kompetenz, Komplexität und Wertschöpfungstiefe
- Einhaltung von Local Content Anforderungen oder anderen Transferbeschränkungen für Endprodukte

## PHÄNOTYP: COMPONENT NETWORK

### Charakteristika Netzwerk

- Global verteilte Komponentenwerke, lokal konzentrierte Montagewerke
- Lokale Verbindung zum Beschaffungsmarkt, globale Verbindung zum Absatzmarkt
- Konvergenz der Standortverbindungen



### Charakteristika Standortrolle „Component“

- Weltweit verteiltes Komponentenwerk, das mittels lokal bezogener Ressourcen halbfertige Standarderzeugnisse produziert („unternehmensinterne Lieferanten“)
- Technologieseitig wenig spezialisiert
- Materialflußseitige Kopplung zu „Assembly“ Standort
- Produktion der Komponenten ist auf lokale Standortvorteile angewiesen (spezifische Inputfaktoren, geringes Faktorkostenniveau, etc.)
- Eignet sich nur bei hinreichend geringen Logistik- und Transaktionskosten der Komponenten

### Charakteristika Standortrolle „Assembly“

- Konzentriertes Montagewerk, das halbfertige Standarderzeugnisse der Component Standorte zu komplexen Produkten verarbeitet und dann weltweit absetzt
- Montage der Komponenten kann unabhängig vom Absatzmarkt erfolgen
- Handelt sich bei den produzierten Endprodukten im wesentlichen um mehrteilige variantenreiche Produkte
- Besitzt F&E Kompetenz

## A.6.2 Gestaltungsrichtlinien

<b>Zugang zu Märkten und Kunden</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Kundennahe (absatzmarktnahe) Produktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lokale Transferbeschränkungen oder Transferbarrieren im Markt (räumliche Marktdifferenzierung)</li> <li>- Hohe Logistikkosten: Transporteffizienz (Reduzierung der Lieferzeit von langen oder komplexe Transportwegen)</li> <li>- Niedrige Wertdichte der Produkte</li> <li>- Senkung der Lagerhaltungskosten durch erhöhte Lieferperformance</li> <li>- Marktspezifische Produkte: Vorliebe der Kunden für lokale Produktbesonderheiten/ Produkte an den lokalen Geschmack anpassen, um Produktakzeptanz beim Kunden zu erhöhen (regionale Besonderheiten in den Produkterstellungsprozess mit einfließen lassen)</li> <li>- Zusammenarbeit mit den Kunden bei der Produktgestaltung und -planung notwendig</li> <li>- Schneller Kundenservice notwendig</li> </ul>	Abele et al. 2008; Biçer, Hagspiel & Treville 2018; Ferdows 2008; Ferdows et al. 2016; Friedli et al. 2014; Günthner et al. 2006; Harre 2006; Sager 2018; Schmierl 2000; Shi & Gregory 1998; Vereecke & van Dierdonck 2002; Wenking 2021; Wiezorrek 2017

<b>Vermeidung von Zöllen</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Produktion in Märkten mit niedrigen Zöllen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produkte/Komponenten mit hohen Zöllen in bestimmten Märkten</li> <li>- Umgehung von Importrestriktionen und anderen nichttarifären Handelsbeschränkungen</li> </ul>	Friedli et al. 2014; Günthner et al. 2006; MacCormack, Newman III & Rosenfield 1994; Shi & Gregory 1998; Vereecke & van Dierdonck 2002; Wenking 2021
CKD/SKD-Strategien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hohe Einfuhrzölle umgehen</li> <li>- Erfüllung von Local Content Bestimmungen</li> <li>- Transportierbarkeit der Produkte und niedrige Logistikkosten</li> <li>- Kompetenzen sind vorhanden</li> </ul>	Kampker et al. 2017; Proff & Proff 2008

<b>Zugang zu Subventionen</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Produktion in Märkten mit Zugang zu Subventionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Steuern vermeiden/ Steuererleichterungen</li> <li>- Investitionsanreize wahrnehmen/ Inanspruchnahme staatlicher Fördermittel bei lokalen Produktionsaktivitäten</li> <li>- Günstige/weniger strengen Umweltvorschriften</li> </ul>	Friedli et al. 2014; Günthner et al. 2006; MacCormack, Newman III & Rosenfield 1994; Shi & Gregory 1998; Vereecke & van Dierdonck 2002; Wenking 2021

<b>Zugang zu Imagefaktoren</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Produktion in Märkten mit Relevanz für das eigene Image	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regionale Besonderheiten in den Produkterstellungsprozess mit einfließen lassen, um eine erhöhte Produktakzeptanz beim Kunden zu generieren</li> <li>- Image- und Vertrauensgewinn durch Marktnähe, dadurch Qualitätssteigerung</li> </ul>	Friedli et al. 2014; Günthner et al. 2006; MacCormack, Newman III & Rosenfield 1994; Shi & Gregory 1998; Vereecke & van Dierdonck 2002; Wenking 2021

<b>Zugang zum Beschaffungsmarkt</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Produktion in der Nähe von Rohstoffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rohstoffheterogenität (Material, Energie) ausnutzen</li> <li>- Lokal beschränkte Verfügbarkeit von Rohstoffen</li> <li>- Zugang zu günstigen Rohstoffen</li> <li>- Schwere Transportierbarkeit/Immobilität der Rohstoffe (mit geringer Wertdichte)</li> <li>- Hohe Logistikkosten</li> </ul>	Abele et al. 2008; Belderbos & Sleuwaegen 2001; Friedli et al. 2014; Harre 2006; Shi & Gregory 1998; Vereecke & van Dierdonck 2002
Produktion in der Nähe von strategisch wichtigen Lieferanten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lokal beschränkte Verfügbarkeit spezifischer Lieferanten (lokale Beschaffung)</li> <li>- Zugang zu günstigen Lieferanten</li> <li>- Schwere Transportierbarkeit/Immobilität der Güter (mit geringer Wertdichte)</li> <li>- Hohe Logistikkosten</li> <li>- Hohe Lieferanforderungen (schnelle und zuverlässige Lieferung, z.B. bei JIT)</li> <li>- Erleichterung der Zusammenarbeit mit Lieferanten bei Produktdesign, Planung, usw.</li> </ul>	Abele et al. 2008; Friedli et al. 2014; Harre 2006; Shi & Gregory 1998; Vereecke & van Dierdonck 2002
Spezialisierung der Standorte entsprechend lokaler Inputfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Komplexe Produkte, die eine mehrstufige Fertigung mit unterschiedlichsten Anforderungen an die einzusetzenden Ressourcen erfordern</li> <li>- Optimale Ausnutzung lokaler Standortvorteile bzgl. der Inputfaktoren</li> </ul>	Shi & Gregory 1998; Thomas 2013

<b>Zugang zu externem Wissen</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Produktion in Fachkräftenähe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hochqualifizierte Arbeitskräfte, qualifizierte Ingenieure, Management- und Organisationsfähigkeiten abschöpfen</li> <li>- Weltweite Ressourcenheterogenität nutzen</li> <li>- Komplexe Produkte oder technologisch anspruchsvolle Prozesse und Arbeitsabläufe, bei denen hochtechnologisches Wissen vonnöten ist</li> </ul>	Abele et al. 2008; Friedli et al. 2014; Wenking 2021
Lokale Anpassungsstrategie für Technologieinvestitionen	- Lokale Standortvorteile optimal ausschöpfen, wie beispielsweise ein gewisser Ausbildungsstand der Mitarbeiter	Abele et al. 2008; Thomas 2013

<b>Zugang zu günstigen Arbeitskräften</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Produktion an Low-Cost Standorten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produkte mit hohem Anteil an manuellen Arbeitsschritten, die geringe Komplexität aufweisen</li> <li>- (Lohn-) Kostenunterschiede zwischen den Standorten (Senkung der Produktionskosten, insbesondere der Arbeitskosten)</li> </ul>	Friedli et al. 2021; MacCormack, Newman III & Rosenfield 1994; Vereecke & van Dierdonck 2002; Wenking 2021
Lokale Anpassungsstrategie für Technologieinvestitionen	- Lokale Standortvorteile, wie beispielsweise ein niedriges Lohnniveau, optimal ausschöpfen	Abele et al. 2008; Thomas 2013
Geringer Automatisierungsgrad	- Günstige (manuelle) Arbeitskosten werden zu einer weniger wichtigen Größe aufgrund des verstärkten Einsatzes von Automatisierungslösungen	Wenking 2021

<b>Realisierung von Skaleneffekten</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Steigerung der Transporteffizienz (Logistik)	- Transporteffiziente Produkte (Stapelbarkeit, Verpackung & Wertdichte)	Wenking 2021
Bündelung wichtiger Produkte im Einkauf/ Zentralisierung des Einkaufs	- Verschiedene Kaufteile können vom selben Lieferanten bezogen werden (Einkaufspreis pro Stück senken)	Sager 2018; Wenking 2021
Spezialisierung der Standorte (Produkt-/ prozessorientiertes Netzwerk)	- Produktorientierung: Produkte unterscheiden sich bspw. anhand der Komplexität oder bestimmter geometrischer, physischer oder funktionaler Eigenschaften voneinander - Prozessorientierung: Skalenintensive Prozesse im Herstellungsprozess - Prozessorientierung: Vertikal integrierte Industrie, in welcher die Produktion geographisch an natürliche Ressourcen gebunden ist	Friedli et al. 2014; Harre 2006; Hayes 2006; Kohler 2008; Kulkarni, Magazine & Raturi 2004; Mengel 2017; Sager 2018; Thomas 2013; Wenking 2021; Wiezorrek 2017
Konzentration oder Aggregation des Produktionsvolumens gleicher Produkte/ Zentralisierung der Produktion	- Produktivitätssteigerungen durch Arbeitsteilung (Kosten für jede produzierte Einheit im Verhältnis zum Anstieg der Produktion sinken) - Potenzial zur Steigerung des Produktionsvolumens - Unterschiedliche Fertigungskompetenzen in den Standorten/ Fertigung eines Produkts ist an verschiedenen Standorten möglich - Vermeidung von Doppelarbeit und Erhöhung der Maschinenauslastung	Abele et al. 2008; Cheng, Farooq & Johansen 2015; Colotla et al. 2003; Friedli et al. 2014; Harre 2006; Levitt 1983; Mengel 2017; Thomas 2013; Thomas et al. 2015; Sayem, Feldmann & Ortega-Mier 2019; Shi & Gregory 1998

Standardisierung der Produkte/ Reduzierung der Produktportfo- lio-komplexität/ hohes Maß an Gleichteileverwendung	- Anpassungsfähiges Produkt- portfolio und damit vereinfachte Bündelung von Produktionsvolu- men	Friedli et al. 2014; Levitt 1983; Thomas 2013
Copy-paste Strategie für Tech- nologieinvestitionen	- Hoher Grad an Standardisie- rung, wodurch netzwerkweit die Qualität und Effizienz der Pro- duktionsprozesse bestmöglich optimiert werden können	Abele et al. 2008; Thomas 2013
Erhöhung des Automatisie- rungsgrads (Produktion & Logis- tik)	- Hohe Stückzahlen - Hoher Arbeitskostenanteil (Hochlohnland) - Hohes Automatisierungspoten- zial	Abele et al. 2008; Dang, Nielsen & Steger-Jensen 2011; Wenking 2021
Taktgebundene Massenferti- gung (Fließfertigung)	- Großserienfertiger - Kundenauftragsunabhängige Fertigung	Lay et al. 2009

<b>Realisierung von Verbundeffekten</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie</b>	<b>Entscheidungskalkül</b>	<b>Quelle</b>
Variantenübergreifende Beschaffung (Einkauf)	- Nutzung von Synergieeffekten in der Beschaffung - Gemeinsame Transportnutzung	Jentschke 2016
Variantenübergreifende Distribution (Absatz)	- Nutzung von Synergieeffekten im Verkauf	Jentschke 2016
Bündelung von Kernkompetenzen/-aktivitäten (wie Engineering, Fertigung oder Vertrieb) und Übertragung auf verteilte Standorte	- Potenzial für Synergien in jeweiligen Aktivitäten (Entwicklungs- und Produktionskosten sind aufgrund der gemeinsamen Nutzung von F&E- und Konstruktionsressourcen sowie der höheren Technologieauslastung geringer als die Summe der Kosten für die Einzelproduktion)	Colotla et al. 2003; Laqua & Wey 2012; Sayem, Feldmann & Ortega-Mier 2019; Shi & Gregory 1998; Thomas et al. 2015
Bündelung ähnlicher Produkte an einem Standort, die auf demselben Maschinenpark hergestellt werden können	- Homogenes Produkt-Technologie-Portfolio - Gemeinsame Nutzung von Anlagen in verschiedenen Produktfamilien	Colotla et al. 2003; Kogut & Kulatilaka 1994; Friedli et al. 2014; Shi & Gregory 1998; Thomas 2013; Wenking 2021
Zusammenlegung verschiedener Produkte im globalen Produktportfolio/ Standardisierung der Produkte/ Hohes Maß an Gleichteileverwendung	- Zusammenfassung von zwei oder mehr Produkten im globalen Produktportfolio zur Synergieerzeugung (niedrige Durchschnittskosten) - Plattformprinzip/ modularer Produktaufbau	Colotla et al. 2003; Kogut & Kulatilaka 1994; Friedli et al. 2014; Shi & Gregory 1998; Thomas 2013; Wenking 2021

<b>Volumenflexibilität</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Hoher Duplizierungsgrad hinsichtlich der Produkte und Prozesse, d.h. Produkte mit identischen Produktionsprozessen und Technologien herstellen (Standardisierung der Produkte & Prozesse)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variantenreiches Produktportfolio</li> <li>- Hohes Maß an Gleichteileverwendung</li> </ul>	Colotla et al. 2003; Erlach et al. 2022; Friedli & Schuh 2012; Kogut 1990; Sayem 2018; Shi & Gregory 1998
Kapazitäten an Standort(en) freihalten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schnelle Reaktion auf Nachfrage-änderungen</li> <li>- Regulierbarkeit der Menge</li> <li>- Effizienzeinbußen möglich</li> </ul>	Arndt 2018; Erlach et al. 2022; Friedli & Schuh 2012; Heger 2007; Monauni & Foschiani 2014; Porzig 2014
Schaffung von Transportvolumenflexibilität	- Anpassungsfähigkeit des Transportprozesses bzgl. einer kurzfristigen Änderung der Nachfrage der Kunden	Arndt 2018
Einbindung von Lieferanten in den Fertigungsprozess	- Externe Kapazitäten nutzen	Krause 2014

<b>Produkt(mix)flexibilität</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Hoher Duplizierungsgrad hinsichtlich der Produkte, d.h. Produkte mit identischen Produktionsprozessen und Technologien herstellen (standardisierte Produkte)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variantenreiches Produktportfolio</li> <li>- Hohes Maß an Gleichteileverwendung</li> <li>- Substituierbare Produktdesignvarianten</li> </ul>	Colotla et al. 2003; Holtewert 2018; Kauder 2008; Kogut 1990; Sayem 2018; Shi & Gregory 1998; Wiendahl, Reichardt & Nyhuis 2014
Geringe Volumen oder Einzel- fertigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standardisierung von Prozessen</li> <li>- Standorte technologisch auf flexible Einzelfertigung auslegbar</li> </ul>	Nyhuis et al. 2008; Thomas 2013;
Produktion kleiner Losgrößen	- Programmflexibilität	Dang, Nielsen & Steger-Jensen 2011
Fertigung nach dem Werkstatt- oder Gruppenprinzip	- Variantenreiches Produktportfolio: Einführung neuer Produktvarianten mit geringem zeitlichen und finanziellen Aufwand	Rittstieg 2018; Wiendahl et al. 2014
(Wirtschaftlich) Umrüstbare Linien/Anlagen/Arbeitssysteme	- Betriebsmittelflexibilität	Kauder 2008; Erlach et al. 2022; Sethi & Sethi 1990

<b>Prozessflexibilität</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Wahl eines geeigneten Fertigungs- und Montageprinzip (insb. Werkstattfertigung) zur Erhöhung der Arbeitsreihenfolgeflexibilität	- Flexible Anpassung an unterschiedliche Bearbeitungsreihenfolgen	Hagedorn et al. 2016; Heger 2007; Möller 2008; Wiendahl et al. 2014
Standardisierung und Harmonisierung von Produktionsprozessen, Technologien und Fähigkeiten	- Variantenreiches Produktportfolio - Hohes Maß an Gleichteilerverwendung - Substituierbare Produktionsprozesse oder Materialien (Unabhängigkeit von einzelnen Technologien oder Werkstoffen)	Erlach et al. 2022; Friedli et al. 2021; Kinkel et al. 2012; Shi und Gregory 1998; Wenking 2021
Einsatz moderner Produktionstechnologien/ Automatisierungstechniken, die eine flexible Verkettung der Fertigungs- und Montageprozesse ermöglichen	- Flexibilität in Bezug auf die Produktpalette - Kurzfristige Variantenflexibilität	Kinkel et al. 2012; MacCormack, Newmann III & Rosenfield 1994; Wenking 2021
Flexibilität der Betriebsmittel: Maschinenflexibilität, umrüstbare Maschinen	- Betriebsmittelflexibilität	Wiendahl et al. 2014; Erlach et al. 2022
Einsatz flexibler Transport- und Lagersysteme		Wiendahl et al. 2014

<b>Volumen-Wandlungsfähigkeit</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Geringe Spezialisierung der Standorte bzw. marktfokussiertes Netzwerk (kein produkt- oder prozessfokussiertes Netzwerk)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produkt- oder Prozessspezialisierung der Standorte erschweren Mobilität der Produktion</li> <li>- Ein Marktorientiertes Netzwerk umfasst mehr als ein Werk, das alle Produkte eines Unternehmens herstellt; dies fördert die Fähigkeit Aufträge und Produktionsmengen flexibel zwischen den Werken verschieben zu können</li> </ul>	Mengel 2017
Hoher Grad an Duplizierung hinsichtlich der Standorte, d.h. Ausstattung der Standorte mit identischen Einrichtungen (redundante Technologie- und Ressourcenausstattung)/ Copy-paste Strategie für Technologieinvestitionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variantenreiche Produktion</li> <li>- Fabriken darauf vorbereiten eine ganze Reihe ähnlicher Produkte zu produzieren</li> </ul>	Abele et al. 2008; Kogut 1990; Sayem 2018; Shi & Gregory 1998; Thomas 2013; Ullrich 2018
"Capacity Pooling": Möglichkeit des Kapazitätsausgleichs zwischen den Standorten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skalierung des Netzwerks</li> <li>- Effizienzeinbußen</li> </ul>	Friedli & Schuh 2012; Mikusz et al. 2015; Monauni 2016
Räumliche und technische Skalierbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Veränderbarkeit hinsichtlich der produzierbaren Stückzahl</li> <li>- Erweiter- bzw. Reduzierbarkeit/ Atmungsfähigkeit der Gebäude</li> <li>- Modularisierung</li> </ul>	Erlach et al. 2022; Nyhuis et al. 2008; Wiendahl et al. Nyhuis 2014; Westkämper & Zahn 2009
Homogene Produktmixverteilung im Netzwerk/ werksübergreifender Produktmix		Nyhuis et al. 2008; Thomas 2013
Flexibles In- und Outsourcing	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexible Auslagerung oder Reintegration ganzer Produktionsstufen zu bzw. von anderen Unternehmen</li> </ul>	Kinkel et al. 2012

<b>Produkt-Wandlungsfähigkeit</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Hoher Duplizierungsgrad hinsichtlich der Standorte, d.h. Ausstattung der Standorte mit identischen Einrichtungen	- Variantenreiche Produktion - Fabriken darauf vorbereiten eine ganze Reihe ähnlicher Produkte zu produzieren	Colotla et al. 2003; Kogut 1990; Sayem 2018; Shi & Gregory 1998; Wenking 2021
Hohe Eigenfertigungstiefe	- Atmungsfähigkeit hinsichtlich der Wertschöpfungstiefe	Kinkel et al. 2012
Modularisierung von Fabrikobjekten und Flächenelementen		Erlach et al. 2022; Westkämper & Zahn 2009
Universell einsetzbare Betriebsmittel: Universalanlagen, -maschinen, -bearbeitungszentren	- Variantenreiche Produktion - Veränderbarkeit hinsichtlich der jeweils möglichen Produktvarianz	Erlach et al. 2022; Nyhuis et al. 2008
Modularisierung des Produktaufbaus	- Wandlungsfähigkeit im Hinblick auf die Marktleistung	Wiendahl et al. 2014
Einführung eines Plattformkonzeptes	- Wandlungsfähigkeit im Hinblick auf die Marktleistung	Wiendahl et al. 2014
Später Zeitpunkt der Produktvariantenbildung (später Kundenentkopplungspunkt)	- Wandlungsfähigkeit im Hinblick auf die Marktleistung	Wiendahl et al. 2014
Flexibles In- und Outsourcing	- Atmungsfähigkeit hinsichtlich der Wertschöpfungstiefe	Kinkel et al. 2012

<b>Prozess-Wandlungsfähigkeit</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Standortwahl mit vergleichbaren Kulturen	- Ähnliche Kulturen erleichtern die Übertragung der Produktionsprozesse (Qualitätsverständnis, etc.)	Shi & Gregory 1998
Hoher Grad an Duplizierung hinsichtlich der Standorte, d.h. Ausstattung der Standorte mit identischen Einrichtungen	- Variantenreiche Produktion - Fabriken darauf vorbereiten eine ganze Reihe ähnlicher Prozesse zu beherrschen	Colotla et al. 2003; Kogut 1990; Sayem 2018; Shi & Gregory 1998; Thomas 2013
Lose Verkettung der Produktionsanlagen durch modularen Standortaufbau; wandlungsfähiges Layout	- Flexible Anpassung an unterschiedliche Bearbeitungsreihenfolgen - Keine bauliche Anpassung der Gebäude für grundlegende Veränderungen der Produktionsabläufe notwendig	Hagedorn et al. 2016; Heger 2007; Kinkel et al. 2012; Möller 2008; Nyhuis et al. 2008; Wiendahl et al. 2007; Wiendahl et al. 2014
Einsatz mobiler Maschinen und Anlagen/ örtlich uneingeschränkte Bewegbarkeit von Betriebsmitteln		Erlach et al. 2022; Kinkel et al. 2012; Nyhuis et al. 2008; Wiendahl et al. 2007; Wiendahl et al. 2014
Einsatz modularer Maschinen und Anlagen	- Komplexität der Produktion durch Modularisierung und Segmentierung verringern - Technische Erweiter- und Reduzierbarkeit - Standardisierte, funktionsfähige Einheiten oder einfach austauschbare Elemente	Erlach et al. 2022; Nyhuis et al. 2008; Wiendahl et al. 2014
Multiple Sourcing		Miltenburg 2005; Wannewetsch 2021
Einsatz wandlungsfähiger Transportmittel	- Produkte, Teilkomponenten und Materialien über verschiedene Transportmodi (z.B. LKW, Flug, Bahn, Schiff) zwischen den Standorten transferierbar	Arndt 2018; Moser 2018

<b>Zugang zu internem Wissen</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Entwicklung einer starken internen Lernkultur und offenen Unternehmenskultur	- Schaffung von Transparenz - Homogenisierung der globalen Wissensbasis	Thomas 2013; Wenking 2021
Wissen zentral konsolidieren, bereitstellen und austauschen/ Wissen in Kompetenzzentren bündeln	- Netzwerkweit relevantes Wissen	Abele et al. 2008; Kogut 1991; Shi & Gregory 1998; Thomas 2013; Wang, Liu und Li 2007; Wenking 2021
Weitergabe von Know-how (insbesondere von Produktions- und Qualitätskontrollwissen) an Offshore-Einrichtung	- Fehlendes notwendiges Know-how - Fachliche und kulturelle Unterschiede	Ahmed 2018
Anreizsysteme schaffen um Grad des Wissensaustauschs zu erhöhen (Produkt- und Prozesswissen)	- Lateraler Wissensfluss im Netzwerk als Mittel der Lernfähigkeit - Hohe Anzahl aktiver Teilnehmer	Ahmed 2018; Thomas 2013; Vereecke et al. 2006
Implementierung von Lernmechanismen zwischen regionalen Standorten	- Hohe Anzahl aktiver Teilnehmer	Shi & Gregory 1998
Geographische Verteilung: Räumliche Nähe der Standorte zueinander	- Erleichterter Wissensaustausch aufgrund ähnlicher Kulturen - Gemeinsames Qualitätsverständnis	
Abhängigkeiten zwischen den Standorten schaffen	- Universelle Einsetzbarkeit von Produktionsmitarbeitern - Effizienzsteigerung, indem aus den einzelnen Standorten die besten Abläufe und Technologien netzwerkweit erkannt und implementiert werden	Ahmed 2018; Thomas 2013
Ko-Lokation der Forschung	- Forschungsintensive Produkte/Produktion	Abele et al. 2008

Produktionsstandort standardisieren und auf Kerntechnologien und -abläufe konzentrieren/ niedriger Spezialisierungsgrad der Standorte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfachere Verwaltung interner Abläufe</li> <li>- Lernmechanismen wie Wissensaustausch, Problemlösung und verschiedene Arten von Benchmarking werden innerhalb des Netzwerks übernommen</li> <li>- Austausch von Lernen und Know-how zwischen den Fabriken ist bei hoher Spezialisierung eingeschränkt</li> <li>- Ähnlichkeiten zwischen den Fabriken fördert die Lernfähigkeit</li> </ul>	Mengel 2017; Shi & Gregory 1998; Thomas 2013
Weitgehende Gleichheit (Redundanz) der Leistungserstellungsprozesse und -potenziale anstreben	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maximale standortübergreifende Lerneffekte erzielen</li> <li>- Transparenz und Standardisierung</li> <li>- Effizienzeinbußen</li> </ul>	Harre 2006; Thomas 2013

<b>Zugang zu externem Wissen</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Kooperationen eingehen mit Universitäten Forschungseinrichtungen, Zulieferern, Wettbewerbern, Beratungsfirmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kompetenzen für bestimmte Technologien nicht im eigenen Unternehmen vorhanden</li> <li>- Expertenwissen</li> <li>- Unternehmensexterne Sicht</li> </ul>	Ernst & Kim 2002; Keller et al. 2004; Kogut 1991; Thomas 2013
Produktion in der Nähe technologischer Zentren bzw. Cluster wie Universitäten oder Industriegebieten mit einzigartigen Fähigkeiten oder Fachwissen	- Fehlendes Fachwissen/Fähigkeiten im Unternehmen (Markt- und Technologiewissen)	Abele et al. 2008; Shi & Gregory 1998
Produktion in der Nähe von Kunden (produktbezogenes Lernen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regionale Besonderheiten</li> <li>- Integration des Kunden von hoher Bedeutung</li> <li>- Marktinformationen sammeln und die Kunden vor Ort besser kennenlernen</li> <li>- Produkte noch besser auf die Kundenbedürfnisse der Hauptmärkte abstimmen</li> <li>- Strategien der Wettbewerber auf den lokalen Märkten verstehen und darauf reagieren</li> </ul>	Shi & Gregory 1998; Thomas 2013
Aufbau agiler Organisationseinheiten	- Erleichterte Zusammenarbeit mit oder Scouting von externen Partnern außerhalb der Unternehmensstrukturen (z.B. Startups)	Wenking 2021
Mobilität von Führungskräften erhöhen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschleunigung des Erwerbs von Fähigkeiten, Wissen oder Kultur</li> <li>- Kompetenzen vorhanden</li> </ul>	Miltenburg 2009; Shi & Gregory 1998

<b>Emissions- und Verschmutzungsreduktion</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Reduzierung energiegebundener Emissionen (Treibhausgasemissionen) und nicht-energiegebundener Emissionen (Lärm, Staub) in der Produktion		Wildemann & Kersten 2013
Realisierung eines emissions effizienten inner- und außerbetrieblichen Transports		Busch & Graberg 2021; Wildemann & Kersten 2013
Reduzierung der Emissionen der Lieferanten		Wildemann & Kersten 2013
Nähe zu Zulieferern und Absatzmärkten (regionale Produktion)	- Lange Transportwege, Luftfracht - Hohe Logistikaufwände	Wildemann & Kersten 2013
Erhöhung des Automatisierungsgrads		
Verstetigung der Produktion	- Stark schwankender Ressourcenverbrauch (Vermeidung von Spitzen im Ressourcenverbrauch)	Franke et al. 1998
Allokation emissionsarmer Technologien an Standorten	- Strenge Richtlinien für Emissionsausstoß	Franke et al. 1998; Wildemann & Kersten 2013; Varsei et al. 2014
Einsatz erneuerbarer Energien		
Substitution umweltschädlicher Materialien		Wildemann & Kersten 2013; Varsei et al. 2014

<b>Ressourcenverbrauch/-effizienz</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Ausnutzung industrieller Symbiose: Implementierung von Material- und Energie-Kreisläufen innerhalb und zwischen Sektoren und Industrien	- Erhöhung der Umwandlungseffizienz	Schönsleben 2020
Schließung von unternehmensinternen Prozess-/ Produktkreisläufen (Circular Economy)	- Verwertbarkeit aller Prozessoutputs jenseits des hergestellten Bauteils - Verwertbarkeit der in Umlauf gebrachten Produkte - Ressourcenknappheit	Braun 2017; Busch & Graberg 2021; Klenk et al. 2020
Verstetigung der Produktion	- Stark schwankender Ressourcenverbrauch (Vermeidung von Spitzen im Ressourcenverbrauch)	Franke et al. 1998
Verkürzung von Prozessketten	- Einsparpotenzial bzgl. der Durchlaufzeiten	Busch & Graberg 2021
Allokation ressourceneffizienter Prozesse an Standorten/effiziente Prozessgestaltung	- Ungenutztes Effizienzpotenzial bzgl. der Prozesse	Metternich et al. 2021
Einsatz und Allokation ressourceneffizienter/moderner Technologien an Standorten	- Ungenutztes Effizienzpotenzial bzgl. der Technologien	Geldermann et al. 2007; Metternich et al. 2021; Wildemann & Kersten 2013
Erhöhung des Automatisierungsgrads	- Erhöhte Qualität/Vermeidung von Ausschuss - Hohe Arbeitskosten	
Optimierung/Reduzierung der Ausbringung aller unerwünschten Kuppelprodukte		Franke et al. 1998; Metternich et al. 2021
Steigerung des effizienten Materialeinsatzes/ Ausschussminimierung	- Ressourcenintensive Wertschöpfungsprozesse	Busch & Graberg 2021; Franke et al. 1998; Metternich et al. 2021; Varsei et al. 2014; Wildemann & Kersten 2013
Reduzierung der Überdimensionierung	- Zu große Aggregate	Metternich et al. 2021
Vermeidung von Überproduktion, Überkapazität und Leerlaufverlusten	- Produktion überschüssiger Ressourcen	Metternich et al. 2021

<b>Naturraumschutz</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Berücksichtigung des Naturraumschutzes bei der Standortwahl	- Vermeidung von Naturschutzgebieten	
Berücksichtigung des Naturraumschutzes beim Fabriklayout	- Bauliche Maßnahmen - Fabrikgröße	

<b>Interne soziale Nachhaltigkeit</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Netzwerkweite Implementierung von internen Sozial- und Arbeitsstandards	- Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz, Vielfalt und Chancengleichheit gewährleisten	
Transparenz in der eigenen Lieferkette schaffen	- Eigene Strukturen und komplette Lieferkette von Rohstoff bis Endprodukt transparent und exakt aufschlüsseln - Unabhängige Kontrollen zulassen - Zielkonflikte beheben	Bodenheimer 2018; Wildemann & Kersten 2013
Standortabsicherung durch die Allokation zukunftsträchtiger Produkte und Prozesse		
Produktion an Standorten mit angemessenen Arbeitsbedingungen	- Lohnniveau - Arbeitsrechtliche Regelungen - Gewerkschaften	

<b>Externe soziale Nachhaltigkeit</b>		
<b>Gestaltungsrichtlinie(n)</b>	<b>Entscheidungskalkül(e)</b>	<b>Quelle(n)</b>
Offenheit und Bereitschaft zu einem gewissen Maß an Austausch, Networking und Kollaboration auch unter Marktwettbewerbern	- Komplexität und hohe Verflechtung der Wertschöpfungsketten daher keine Adressierung durch Einzelakteure sinnvoll	Bodenheimer 2018
Extern vorgegebene Mindeststandards der sozialen Nachhaltigkeit fest in Geschäftsmodell verankern	- Bspw. bei der Auswahl von und der Vertragsgestaltung mit Zulieferern berücksichtigen	Bodenheimer 2018
Überprüfung der Arbeitsbedingungen in Zulieferbetrieben		Bodenheimer 2018; Wildemann & Kersten 2013
Kurzfristige Beziehungen zu Zulieferern und häufige Wechsel in der Lieferkette vermeiden	- Erschwerung der Verbesserung von Arbeitsbedingungen	Bodenheimer 2018
Partnerschaften mit lokalen Lieferanten (Local Sourcing) oder mit Vertretern lokaler Gemeinschaften oder der Gesellschaft		Schönsleben et al. 2016

## A.7 Anwendung in Fallstudien

### A.7.1 Übersicht der Prozesse je Standort der Mobility AG

Kompetenz	Bereich	Produktionsprozess	IN	TR	BR	SA	US1&2	HU	CN	D
Technologische Kompetenzen	Metallverarbeitung	Biegen								
		Bohren								
		CNC Fräsen								
		Portal Fräsen								
		Drehen								
		Schleifen								
		Richten								
		Edelstahlstrahlleb								
		Edelstahwachsen								
		Nieten								
Technologische Kompetenzen		Pulverbeschichten								
		Anodieren								
		Lackieren								
		Passivieren								
		Schweißen								
		Löten								
		Stoffschnitt								
		Nähen								
		Versiegeln								
		Aufbau								
Montage		Sagen								
		Vulkanisieren								
		Endmontage								
		Kleben								
Organisatorische Kompetenzen	Produktentwicklung	1 Angeleitet (durch anderes Werk)								
		2 Autark								
		3 Zentrale Verantwortung								
Konstruktion	Montage	1 Angeleitet (durch anderes Werk)								
		2 Autark								
		3 Zentrale Verantwortung								

Produktionsprozess	IN	TR	BR	SA	US1&2	HU	CN	D
1 Angeleitet (durch anderes Werk)	N/A	Angeleitet durch D	Angeleitet durch D	Angeleitet durch D	Autark	Angeleitet durch D	Autark	Zentral
2 Autark	N/A	Angeleitet durch D	Autark	Autark	Autark	Angeleitet durch D	Autark	Central
3 Zentrale Verantwortung	N/A	Angeleitet durch D	Autark	Autark	Autark	Angeleitet durch D	Autark	Central

IN = Indien, TR = Türkei, BR = Brasilien, SA = Süd Afrika, US = Vereinigte Staaten von Amerika, HU = Ungarn, CN = China, D = Deutschland  
 Im Werk vorhanden: Im Werk vorhanden | Interner Lieferant | Externer Lieferant

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 bearbeitungselementorientiertes, 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 Zerspanprozess 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 Osmer

**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 Vossman

**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

**Entwicklungsintegrierte 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 Schmäzle

**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  
Abrasive Strahlschneiden**

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 Gönzheimer

**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 Dienstleistungs-  
organisationen: 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 Wälzschälern**

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

**Prozesskraftrichtungsangepasste 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

**Segmentspannbildung, 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 adaptronischen 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 Krauß

**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-Antriebselementen**

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 ressourcen-effizienter 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 Unsicher-  
heit 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 anforderungsrechte 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 Mikrotexturierung**

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

Band 259

Dr.-Ing. Hannes Wilhelm Weinmann

**Integration des Vereinzelungs- und Stapelbildungsprozesses in ein flexibel und kontinuierlich arbeitendes Anlagenmodul für die Li-Ionen Batteriezellfertigung**

Band 260

Dr.-Ing. Florian Stamer

**Dynamische Lieferzeit-Preisgestaltung in variantenreicher Produktion**

Ein adaptiver Ansatz mithilfe von Reinforcement Learning

Band 261

Dr.-Ing. Patrick Neuenfeldt

**Modellbildung des Tauchgleitschleifens zur Abtrag- und Topografievorhersage an komplexen Geometrien**

Band 262

Dr.-Ing. Boris Matuschka

**Energieeffizienz in Prozessketten: Analyse und Optimierung von Energieflüssen bei der Herstellung eines PKW-Getriebebauteils aus 16MnCr5**

Band 263

Dr.-Ing. Tobias Schlagenhauf

**Bildbasierte Quantifizierung und Prognose des Verschleißes an Kugelgewindetriebspindeln**

Ein Beitrag zur Zustandsüberwachung von Kugelgewindetrieben mittels Methoden des maschinellen Lernens

Band 264

Dr.-Ing. Benedict Stampfer

**Entwicklung eines multimodalen Prozessmodells zur Oberflächenkonditionierung beim Außenlängsdrehen von 42CrMo4**

Band 265

Dr.-Ing. Carmen Maria Krahe

**KI-gestützte produktionsgerechte Produktentwicklung**

Automatisierte Wissensextraktion aus vorhandenen Produktgenerationen

Band 266

Dr.-Ing. Markus Netzer

**Intelligente Anomalieerkennung für hochflexible Produktionsmaschinen**

Prozessüberwachung in der Brownfield Produktion

Band 267

Dr.-Ing. Simon Raphael Merz

**Analyse der Kinematik und Kinetik von Planetenwälzgewindetrieben**

Band 268

Dr.-Ing. Rainer Maria Silbernagel

**Funktionsorientierte Qualitätsregelung in Produktionsnetzwerken**

Qualitätsmanagement in der Produktion hochpräziser Produkte durch netzwerkweite Datenintegration

Band 269

Dr.-Ing. Jonas Nieschlag

**Gestaltung und Prozessanalyse für im Schleuderverfahren hergestellte FKV-Metall-Hohlstrukturen**

Band 270

Dr.-Ing. Lukas Matthias Weiser

**In-Process Porositätserkennung für den PBF-LB/M-Prozess**

Band 271

Dr.-Ing. Leonard Vincent Overbeck

**Digital Twins of production systems**

Automated validation and update of material flow simulation models with real data

Band 272

Dr.-Ing. Felix Klenk

**Transparenzsteigerung in der Rückführungslogistik zur Verbesserung der Materialbedarfsplanung für das Remanufacturing**

Band 273

Dr.-Ing. Benjamin Bold

**Kompensation der Wrinkle-Bildung beim Kalandrieren von Lithium-Ionen-Kathoden**

Vom Prozessverständnis des Kalandrierens bis zur Prozessoptimierung mittels Anti-Wrinkle-Modul

Band 274

Dr.-Ing. Daniel Gauder

**Adaptive in-line Qualitätsregelung in der Mikro-Verzahnungsfertigung**

Band 275

Dr.-Ing. Fabian Sasse

**Ontologie-basierte Entscheidungsunterstützung für die Auswahl von Messsystemen in unreifen Produktionsprozessen**

Band 276

Dr.-Ing. Jonas Hillenbrand

**Unsupervised Condition-Monitoring für Kugelgewindetriebe mittels Acoustic Emission**

Band 277

Dr.-Ing. Manuela Neuenfeldt

**Untersuchung des Einflusses der PBF-LB-Stellgrößen auf die zerspanende Bearbeitung additiv gefertigter Stahlbauteile**

Band 278

Dr.-Ing. Marvin Carl May

**Intelligent production control for time-constrained complex job shops**

Band 279

Dr.-Ing. Philipp Gönninger

**Automatisierte Bereitstellung von Maschinensteuerungsdaten in Brownfield-Produktionssystemen**

Ein Beitrag zur Digitalisierung von Bestandsanlagen am Beispiel von Werkzeugmaschinen

Band 280

Dr.-Ing. Markus Schäfer

**Kollisionsvermeidung für Endeffektoren mit integriertem LiDAR-System in der MRK**

Ein Beitrag zur Mensch-Roboter-Kollaboration

Band 281

Dr.-Ing. Oliver Brützel

**Decision Support System for the Optimisation of Global Production Networks**

Development of a Digital Twin for Product Allocation and Robust Line Configuration

Band 282

Dr.-Ing. Gregor Graf

**Qualifizierung der Legierung FeNiCoMoVTiAl im LPBF-Prozess unter Verwendung einer Doppellaser-Belichtungsstrategie**

Band 283

Dr.-Ing. Maximilian Torsten Halwas

**Kompaktwickelprozess zur Erhöhung der Performance von Statoren elektrischer Traktionsantriebe**

Band 284

Dr.-Ing. Magnus Kandler

**Menschzentriertes Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management - Förderung der Selbstorganisation unter Berücksichtigung der Mitarbeiterakzeptanz**

Band 285

Dr.-Ing. Michael Baranowski

**Additive Herstellung endlosfaserverstärkter Kunststoffbauteile mit dem Laser-Sinterprozess**

Maschinentechnik, Prozessentwicklung und -modellierung

Band 286

Dr.-Ing. Tobias Storz

**Flexibel automatisierte Assemblierung von Li-Ionen-Pouchzellen**

Agile Anlagentechnik für die Prozesskette Stapelbildung, Kontaktierung und Heißsiegeln

Band 287

Dr.-Ing. Nikolas Sven Matkovic

**Additive Individualization of Continuous-Discontinuous Reinforced Thermoplastics**

Band 288

Dr.-Ing. Marco Wurster

**Planung und Steuerung agiler hybrider Demontagesysteme im Remanufacturing**

Band 289

Dr.-Ing. Felix Johannes Wirth

**Prozessgeregelte Formgebung von Hairpin-Steckspulen für elektrische Traktionsmotoren**

Band 290

Dr.-Ing. Patrizia Konstanze Gartner

**Konzept eines Selbstheilungsmechanismus für Polymerelektrolytmembranen**

Optimierung der Lebensdauer und der Effizienz von Brennstoffzellen

Band 291

Dr.-Ing. Jens Schäfer

**Funktionsintegriertes Handhabungssystem zur geometrieflexiblen, positionsgenauen Einzellagenstapelung in der Brennstoffzellenstackfertigung**

Band 292

Dr.-Ing. Gwen Louis Steier

**Strategischer Fit in globalen Produktionsnetzwerken**

Entscheidungsunterstützung für die strategische Netzwerkkonfiguration