



FAU Studien aus dem Maschinenbau 468

**Fabian Hartner**

Klassifizierung digitaler Plattformen in  
der produzierenden Industrie anhand  
einer wertschöpfungsorientierten  
Perspektive



Fabian Hartner

Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie  
anhand einer wertschöpfungsorientierten Perspektive

# **FAU Studien aus dem Maschinenbau**

## **Band 468**

Herausgeber der Reihe:

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

Prof. Dr.-Ing. Nico Hanenkamp

Prof. Dr.-Ing. habil. Tino Hausotte

Prof. Dr.-Ing. habil. Marion Merklein

Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller

Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt

Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

Fabian Hartner

**Klassifizierung digitaler Plattformen in der  
produzierenden Industrie anhand einer  
wertschöpfungsorientierten Perspektive**

Dissertation aus dem Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung  
und Produktionssystematik (FAPS)  
Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

Erlangen  
FAU University Press  
2025

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.

Kontakt: Fabian Hartner, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, ( <https://ror.org/oof7hpc57>), ORCID: 0009-0005-3599-2286

Bitte zitieren als

Hartner, Fabian. 2025. *Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie anhand einer wertschöpfungsorientierten Perspektive*. FAU Studien aus dem Maschinenbau Band 468. Erlangen: FAU University Press. DOI: [10.25593/978-3-96147-841-5](https://doi.org/10.25593/978-3-96147-841-5)

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt.  
Die Rechte an allen Inhalten liegen bei ihren jeweiligen Autoren.  
Sie sind nutzbar unter der Creative-Commons-Lizenz BY-NC.

Der vollständige Inhalt des Buchs ist als PDF über OPEN FAU  
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg abrufbar:  
<https://open.fau.de/home>

Umschlagbild: iStock.com/NanoStockk. Bild unter der Standardlizenz von  
istockphoto.com verwendet.

Verlag und Auslieferung:  
FAU University Press, Universitätsstraße 4, 91054 Erlangen

Druck: docupoint GmbH

ISBN: 978-3-96147-840-8 (Druckausgabe)  
eISBN: 978-3-96147-841-5 (Online-Ausgabe)  
ISSN: 2625-9974  
DOI: [10.25593/978-3-96147-841-5](https://doi.org/10.25593/978-3-96147-841-5)

**Klassifizierung digitaler Plattformen in  
der produzierenden Industrie anhand einer  
wertschöpfungsorientierten Perspektive**

Der Technischen Fakultät  
der Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg

zur  
Erlangung des Doktorgrades Dr.-Ing.  
vorgelegt von

Fabian Hartner, M.Sc.  
aus Ansbach

Als Dissertation genehmigt  
von der Technischen Fakultät  
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Tag der mündlichen  
Prüfung: 03.12.2024

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke  
Prof. Dr. Martin Matzner

## **Vorwort**

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (FAPS) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke für seine Unterstützung und Inspiration bei meinen Forschungsarbeiten sowie für das in mich gesetzte Vertrauen. Durch seine innovative Weitsicht hinsichtlich disruptiver Veränderungen ermöglichte er mir die Mitarbeit bei spannenden Forschungsthemen und persönliche Entwicklung in einem außergewöhnlichen Lehrstuhlfeld. Darüber hinaus geht mein Dank an Prof. Dr. Martin Matzner für die Übernahme des Korreferats, an Prof. Dr.-Ing. Hinnerk Hagenah für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes sowie an Prof. Dr. Marc Berges als weiteres Mitglied der Prüfungskommission.

Ganz besonders bedanke ich mich bei Prof. Dr. Ulrich Löwen, der mit seinem Engagement und fundiertem Industrieverständnis durch tiefgehende Diskussionen zur Entwicklung der Forschungsergebnisse beitrug und mich persönlich sowie fachlich eng begleitete.

Großer Dank gilt meinen Kolleginnen und Kollegen am Lehrstuhl FAPS für die inspirierende Arbeitsatmosphäre und Zusammenarbeit. Insbesondere bedanke ich mich bei Jonathan Fuchs, der mir als Forschungsbereichsleiter wie auch als Kollege und Freund unterstützend beiseite stand. Darüber hinaus bedanke ich mich bei Tobias Reichenstein und Martin Sjarov für jegliche Hilfestellung und Feedback sowie bei meinen Bürokollegen Dominik Kisskalt und Benjamin Lutz für den engen Austausch. Zudem geht mein Dank an Tobias Lechler und Petar Vukovic für die Begleitung bei der Dissertationserstellung und jeglicher Aktivitäten darüber hinaus. Mein herzlicher Dank gilt des Weiteren allen Kolleginnen und Kollegen für die Unterstützung bei der Vorbereitung meiner Promotions- und Kollegenprüfung.

Besonderer Dank gilt meinen Eltern und meiner gesamten Familie, die mir diese Reise ermöglicht, mich als Person und meine Werte geprägt sowie gefördert haben und jederzeit als sicherer Hafen für mich da sind. Große Dankbarkeit möchte ich meiner Frau Simone ausdrücken, die mir bei allen Herausforderungen und Entscheidungen einen starken Rückhalt gibt und Seite an Seite gemeinsam mit mir durchs Leben geht.

Nürnberg, 29.01.2025

Fabian Hartner



# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	ix
Bildverzeichnis .....	xi
Tabellenverzeichnis.....	xv
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation.....	1
1.2 Zielsetzung.....	3
1.3 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit .....	5
<b>2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie .....</b>	<b>7</b>
2.1 Begriffsdefinitionen im Kontext digitaler Plattformen .....	7
2.1.1 Differenzierung des Plattformbegriffs .....	7
2.1.2 Definition und Abgrenzung digitaler Plattformen .....	11
2.1.3 Definition Plattformökonomie .....	13
2.2 Grundlagen und Perspektiven von Plattformen .....	14
2.2.1 Wertschöpfungsorientierte Perspektive auf Plattformen .....	14
2.2.2 Charakteristiken eines Plattform-Geschäftsmodells.....	17
2.2.3 Marktseiten eines Plattform-Geschäftsmodells.....	22
2.2.4 Zusammenfassung relevanter Begriffsdefinitionen .....	25
2.2.5 Netzwerkeffekte .....	27
2.3 Digitale Plattformen in der produzierenden Industrie .....	33
2.3.1 Definition und Charakteristiken der produzierenden Industrie.....	34
2.3.2 Besonderheiten digitaler Plattformen im Endkundenmarkt....	38
2.3.3 Besonderheiten digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie.....	39
2.3.4 Vergleich digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie und im Endkundenmarkt .....	42
2.4 Klassifizierungsansätze für Plattformen .....	45
2.4.1 Begriffsabgrenzung einer Klassifikation .....	45
2.4.2 Plattformklassifizierungen ohne Fokussierung auf die produzierende Industrie .....	46
2.4.3 Plattformklassifizierungen mit Fokus auf die produzierende Industrie.....	48
2.4.4 Fazit der existierenden Plattformklassifizierungen.....	51

<b>3</b>	<b>Forschungsbedarf und -methodik .....</b>	<b>55</b>
3.1	Forschungsbedarf.....	55
3.2	Forschungsanforderungen und -vorgehen.....	58
3.3	Vorgehensweise zur Klassifizierung digitaler Plattformen .....	60
3.4	Modellierungsmethode anhand der wertschöpfungsorientierten Perspektive .....	63
<b>4</b>	<b>Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie.....</b>	<b>67</b>
4.1	Problemidentifizierung und Motivation .....	67
4.2	Definition der Zielsetzung .....	68
4.3	Design und Entwicklung der Klassifizierung .....	71
4.4	Rollen in den Wertschöpfungsnetzen der Plattformarchetypen .....	77
4.5	Beschreibung der Plattformarchetypen im Bereich der Transaktionsplattformen .....	80
4.5.1	Plattformarchetyp Vermittlungsplattform.....	81
4.5.2	Plattformarchetyp E-Shop-Plattform .....	84
4.5.3	Plattformarchetyp Content-Plattform.....	87
4.6	Beschreibung des Plattformarchetyps Innovationsplattform .....	90
4.7	Beschreibung des Plattformarchetyps Integrierte Plattform .....	95
4.8	Beschreibung der Plattformarchetypen als Service- Bereitstellung ...	99
4.8.1	Plattformarchetyp Datenaustauschplattform.....	99
4.8.2	Plattformarchetyp SCM-Plattform.....	102
4.8.3	Plattformarchetyp Kollaborationsplattform .....	105
<b>5</b>	<b>Evaluation der Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie .....</b>	<b>109</b>
5.1	Demonstration und Evaluation der Klassifizierung .....	109
5.2	Kommunikation der Klassifizierung .....	113
5.3	Einordnung der Ergebnisse der Klassifizierung in den Stand der Forschung .....	114
<b>6</b>	<b>Erkenntnisse aus der Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie .....</b>	<b>117</b>
6.1	Netzwerkeffekte bei digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie .....	117
6.1.1	Einseitiger marktorientierter Folger-Netzwerkeffekt .....	118
6.1.2	Einseitiger Bündelungs-Netzwerkeffekt.....	119
6.1.3	Einseitiger Community-Netzwerkeffekt .....	119
6.1.4	Einseitiger technischer Folger-Netzwerkeffekt .....	120

6.1.5	Einseitiger Kollaborationsnetzwerkeffekt .....	120
6.1.6	Einseitiger Vergleichsdatennetzwerkeffekt.....	121
6.1.7	Einseitiger Serviceoptimierungs-Netzwerkeffekt .....	121
6.1.8	Zweiseitiger Marktplatz-Netzwerkeffekt.....	123
6.1.9	Zweiseitiger technischer Plattform-Netzwerkeffekt .....	124
6.1.10	Vergleich der Netzwerkeffekt-Arten zum Stand der Forschung .....	125
6.1.11	Zuordnung der Netzwerkeffekt-Arten zu Plattform- archetypen .....	127
6.2	Wertschöpfungsstrukturen bei digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie .....	129
6.3	Plattformarchetypen aus der Perspektive produzierender Unternehmen als Plattformanwender .....	142
6.4	Fazit der Erkenntnisse mit Vergleich zum Endkundenmarkt .....	150
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>155</b>
<b>8</b>	<b>Summary and Outlook.....</b>	<b>159</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>163</b>



## **Abkürzungsverzeichnis**

AWS	Amazon Web Services
B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Consumer
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.
BIP	Bruttoinlandsprodukt
EM	Ertragsmechanik
EZ	Evaluierungsziel
GMI	Geschäftsmodellinnovation
IEC	International Electrotechnical Commission
IIoT	Industrial Internet of Things
IIRA	Industrial Internet Reference Architecture
IoT	Internet of Things
IT	Information Technology
OK	Objektives Kriterium
OPC UA	Open Platform Communications Unified Architecture
OT	Operational Technology
PEML	Platform Ecosystem Modeling Language
SaaS	Software-as-a-Service
SCM	Supply-Chain-Management
SK	Subjektives Kriterium
SPS	Smart Production Solutions
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik und Informationstechnik e.V.
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.



# Bildverzeichnis

Bild 1:	Aufbau der Dissertation .....	6
Bild 2:	Differenziertes Plattformbegriffsverständnis in Anlehnung an [P1] .....	10
Bild 3:	Differenzierung digitaler und nicht-digitaler Plattformen mit Beispielen .....	12
Bild 4:	Wertschöpfungskette eines Unternehmens nach PORTER [53]....	15
Bild 5:	Perspektiven der Industrial Internet Reference Architecture [68] .....	17
Bild 6:	Geschäftsmodell-Dimensionen nach Gassmann et al. [73].....	18
Bild 7:	Unterscheidung einseitiger und mehrseitiger Märkte in Anlehnung an [88] .....	24
Bild 8:	Positiver Schwungradeffekt am Beispiel von Amazon [102] .....	28
Bild 9:	Wachstum eines Netzwerkes entsprechend dem Metcalfeschen Gesetz [103].....	29
Bild 10:	Differenzierung anhand der Art und der Auswirkung der Netzwerkeffekte .....	30
Bild 11:	Wertschöpfungsprozesse eines Maschinenlieferanten [118, 119].	36
Bild 12:	Differenzierung des B2B- und B2C-Marktes anhand skizzierter Geschäftsbeziehungen und Bezug zur produzierenden Industrie in Anlehnung an [114] .....	38
Bild 13:	Gründung von Plattform-Unternehmen im Endkundenmarkt im Zeitverlauf in Anlehnung an [124] .....	39
Bild 14:	Gründung von Plattform-Unternehmen sowie Launch von Plattformangeboten im B2B-Markt bzw. in der produzierenden Industrie im Zeitverlauf .....	41
Bild 15:	Übersicht und Gliederung von ausgewählten existierende Plattformklassen .....	53
Bild 16:	Gewähltes Forschungsvorgehen.....	59
Bild 17:	Vorgehen zur Entwicklung der Klassifizierung in Anlehnung an [143, 146] .....	62

Bild 18: Modellierungselemente zur Darstellung digitaler Plattformen mit einer wertschöpfungsorientierten Perspektive in Anlehnung an [16].....	66
Bild 19: Dimensionen und Charakteristiken zur Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie .....	76
Bild 20: Übersicht der Beschreibung der Plattformarchetypen nach Kapiteln .....	80
Bild 21: Wertschöpfungsnetz Plattformarchetyp Vermittlungsplattform .....	82
Bild 22: Einkommensströme Plattformarchetyp Vermittlungsplattform .....	83
Bild 23: Analyse der GMI im Plattformarchetyp Vermittlungsplattform .....	84
Bild 24: Wertschöpfungsnetz Plattformarchetyp E-Shop-Plattform .....	85
Bild 25: Ertragsmechanik Plattformarchetyp E-Shop-Plattform.....	86
Bild 26: Analyse der GMI im Plattformarchetyp E-Shop-Plattform.....	87
Bild 27: Wertschöpfungsnetz Plattformarchetyp Content-Plattform.....	88
Bild 28: Ertragsmechanik Plattformarchetyp Content-Plattform .....	89
Bild 29: GMI im Plattformarchetyp Content-Plattform .....	90
Bild 30: Wertschöpfungsnetz Plattformarchetyp Innovationsplattform.	92
Bild 31: Ertragsmechanik Plattformarchetyp Innovationsplattform .....	93
Bild 32: Analyse der GMI im Plattformarchetyp Innovationsplattform ..	94
Bild 33: Wertschöpfungsnetz Plattformarchetyp Integrierte Plattform..	96
Bild 34: Ertragsmechanik Plattformarchetyp Integrierte Plattform .....	97
Bild 35: Analyse der GMI im Plattformarchetyp Integrierte Plattform ...	98
Bild 36: Wertschöpfungsnetz Plattformarchetyp Datenaustausch- plattform .....	100
Bild 37: Ertragsmechanik Plattformarchetyp Datenaustauschplattform	101
Bild 38: Analyse der GMI im Plattformarchetyp Datenaustausch- plattform .....	102
Bild 39: Wertschöpfungsnetz Plattformarchetyp SCM-Plattform .....	103

Bild 40: Ertragsmechanik Plattformarchetyp SCM-Plattform.....	104
Bild 41: Analyse der GMI im Plattformarchetyp SCM-Plattform.....	105
Bild 42: Wertschöpfungsnetz Plattformarchetyp Kollaborations- plattform .....	106
Bild 43: Ertragsmechanik Plattformarchetyp Kollaborationsplattform..	107
Bild 44: Geschäftsmodellinnovation im Plattformarchetyp Kollaborationsplattform .....	108
Bild 45: Zuordnung der Dimensionen und Charakteristiken zu Plattformarchetypen 1-4 .....	111
Bild 46: Zuordnung der Dimensionen und Charakteristiken zu Plattformarchetypen 5-8.....	112
Bild 47: Abstrahierte Übersicht der Plattformarchetypen zur vereinfachten Kommunikation .....	113
Bild 48: Vergleich der identifizierten Netzwerkeffekt-Arten für digitale Plattformen in der produzierenden Industrie gegenüber dem Stand der Forschung.....	126
Bild 49: Wertschöpfungsstrukturen der Archetypen der Transaktionsplattformen.....	132
Bild 50: Wertschöpfungsstrukturen des Plattformarchetyps Innovationsplattform.....	133
Bild 51: Wertschöpfungsstrukturen des Plattformarchetyps Integrierte Plattform .....	139
Bild 52: Wertschöpfungsstrukturen der Plattformarchetypen Datenaustausch- und Kollaborationsplattform sowie SCM- Plattform .....	141
Bild 53: Produzierendes Unternehmen als Asset- und digitaler Asset- Anbieter im kombinierten Wertschöpfungsnetz der Plattformarchetypen.....	145
Bild 54: Produzierendes Unternehmen als Asset- und digitaler Asset- Nutzer im kombinierten Wertschöpfungsnetz der Plattformarchetypen.....	147
Bild 55: Produzierendes Unternehmen als operativer Plattform- betreiber im kombinierten Wertschöpfungsnetz der Plattformarchetypen.....	149



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Plattform-Definitionen mit einem technischen Begriffsverständnis.....	8
Tabelle 2:	Plattform-Definitionen mit einem marktorientierten Begriffsverständnis.....	10
Tabelle 3:	Vergleich der Charakteristiken zwischen einem Produkt- und einem Plattform-Geschäftsmodell in Anlehnung an [17, 80, 82, 85].....	22
Tabelle 4:	Übersicht relevanter Begriffsdefinitionen.....	26
Tabelle 5:	Differenzierung B2C- zu B2B-Markt in Anlehnung an [111, 113, 116] .....	35
Tabelle 6:	Differenzierung digitaler Plattformen im B2C-Markt und im B2B-Markt.....	44
Tabelle 7:	Übersicht der Bewertung existierender Klassifizierungs- ansätze.....	52
Tabelle 8:	Objektive Erfüllungskriterien der Plattformklassifizierung in Anlehnung an [146].....	69
Tabelle 9:	Subjektive Erfüllungskriterien sowie Evaluierungsziele der Plattformklassifizierung in Anlehnung an [146].....	70
Tabelle 10:	Beschreibung der geschäftlichen Rollen der Plattformarchetypen .....	77
Tabelle 11:	Identifizierte Netzwerkeffekt-Arten in der produzierenden Industrie .....	125
Tabelle 12:	Zuordnung der Netzwerkeffekt-Ausprägungen zu den Plattformarchetypen.....	128



# **1 Einleitung**

In der vorliegenden Forschungsarbeit wird die Entwicklung einer systematischen Klassifizierung für digitale Plattformen in der produzierenden Industrie aus einer wertschöpfungsorientierten Perspektive dargestellt. Darauf aufbauend erfolgt für die identifizierten Plattformklassen eine Ableitung und Einordnung von plattformspezifischen Charakteristiken und Marktmechanismen. Der Forschungsansatz adressiert die Zielstellung, sowohl für die Forschung als auch für Unternehmen Ausprägungsformen digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie zu differenzieren sowie Handlungsoptionen im Aufbau der Wertschöpfungsnetzwerke mit resultierenden Auswirkungen aufzuzeigen. Die Forschungsergebnisse sollen dadurch zu einem fundierteren geschäftlichen Plattformverständnis im produzierenden Gewerbe beitragen.

## **1.1 Motivation**

Soziale Netzwerkplattformen wie Facebook, Zahlungsplattformen wie PayPal, Vermittlungsplattformen wie Airbnb oder Betriebssystemplattformen wie Android führen zu grundlegenden Veränderungen des Zahlungs- und Interaktionsverhaltens aller Menschen weltweit [1]. Gleichzeitig verzeichnen Unternehmen mit diesen Plattformangeboten enorme wirtschaftliche Erfolge, sodass im Jahr 2022 sechs der zehn weltweit wertvollsten Unternehmen als Plattform-Unternehmen gelten [2, 3]. Verdeutlicht wird der ökonomische Erfolg allein anhand der Marktkapitalisierung der vier wertvollsten Plattform-Unternehmen Apple, Microsoft, Alphabet und Amazon, die mit einem kumulieren Marktwert von 8,7 Billionen US-Dollar mehr als dem Doppelten des deutschen Bruttoinlandsproduktes (BIP) im Jahre 2022 entspricht [2, 4]. Aufgrund des tiefgreifenden Einflusses digitaler Plattformen auf Märkte, Unternehmen, Politik und Gesellschaft wird von KENNEY und ZYSMAN [5] eine Plattformökonomie mit dem Potential zur Reorganisation der gesamten Wirtschaft prognostiziert. Digitale Plattformen, die zunächst in der Telekomunikations-, Medien- und Unterhaltungsbranche in Endkundenmärkten eine hohe Aufmerksamkeit erhielten, werden immer stärker in den Bereichen Energie, Gesundheit, Finanzen sowie insbesondere in der produzierenden Industrie thematisiert [6].

Die produzierende Industrie konnte 2022 mit 7,5 Millionen Beschäftigten einen Gesamtumsatz von 2,1 Billionen Euro erwirtschaften und stellt einen elementaren Wirtschaftszweig für den Wirtschaftsstandort Deutschland

dar. Aus diesem Grund fokussiert die vorliegende Forschungsarbeit explizit diesen Industriezweig. Innerhalb der produzierenden Industrie ist zudem der Maschinenbau als Branche mit den meisten Arbeitnehmern und dem zweitgrößten Umsatz in Deutschland hervorzuheben. [7]

Unterdessen ist die produzierende Industrie in Deutschland aufgrund wachsender Anforderungen an kundenindividuelle Produkte bei kürzeren Entwicklungs- und Produktionszyklen sowie der Steigerung der Produktqualität bei einer Reduzierung der Produktionskosten einem hohen globalen Wettbewerbsdruck ausgesetzt [8]. Um geschäftliche Potentiale mit neuen Leistungsversprechen zu realisieren, ergeben sich für Unternehmen mit der Plattformökonomie Chancen sowohl in der Entwicklung und dem Betrieb digitaler Plattformen als auch durch das Angebot datenbasierter Services über Plattformen von Drittanbietern [9]. Aufgrund des immensen Plattformerfolgs im Business-to-Consumer (B2C)-Markt, der insbesondere durch außereuropäische Unternehmen geprägt ist, besteht eine hohe Erwartungshaltung an zu erreichende Marktpotentiale und Geschäftserfolge in den bisher von deutschen und europäischen Unternehmen angeführten Branchen im industriellen Business-to-Business (B2B)-Markt [10].

Von etablierten Industrieunternehmen, wie Siemens oder Bosch, über IT-Unternehmen wie Microsoft oder Google, bis hin zu zahlreichen Start-ups wie Facturee und Wucato bietet eine stark wachsende Anzahl an Unternehmen digitale Plattformen im B2B-Markt und für das produzierende Gewerbe an [11]. Das Potential wird mit Blick auf digitale B2B-Handelsmarktplätze deutlich, die als eine Form von Plattformangeboten im Jahre 2021 einen Umsatz von 93 Milliarden Euro in Deutschland erzielten, was eine Verdreifachung gegenüber dem Vorjahr entspricht [12]. Die Tatsache, dass dieser Umsatz lediglich 1,63 % des gesamten B2B-Gesamthandels ausmacht, unterstreicht die Chance zusätzlich [12]. Die signifikant steigende Anzahl neuer Marktangebote wird in Nordamerika mit über 400 agierenden B2B-Onlinehandelsmarktplätzen im Jahr 2022 deutlich, von denen 100 erst wenige Jahre auf dem Markt existieren [13]. Insgesamt zeigen die Recherchen, dass eine verlässliche Quantifizierung des Plattformmarktes in der Industrie aufgrund der heterogenen Plattformausprägung und damit verbunden undefinierten Grenzen und Zählweisen allerdings noch nicht vorliegt.

Doch dem enormen Marktpotential steht mit der steigenden Anzahl digitaler B2B-Plattformen auch eine Intensivierung des Wettbewerbs gegenüber, die zunehmend von Unternehmen eine Veränderung von einem Pro-

dukt- zu einem Plattformdenken erfordert [14]. Die Entwicklung kollaborativer Wertschöpfungsnetze bei digitalen Plattformen führt bei produzierenden Unternehmen zu der Herausforderung, veränderte Strukturen der Wertschöpfungsketten mit neuen Stakeholdern und Rollen zu analysieren, zu bewerten und in das aktuelle Geschäftsmodell zu integrieren oder sogar ein Neues aufzubauen [15, 16]. Zur Gestaltung eines Plattform-Geschäftsmodells sind neue geschäftliche Strategien notwendig, die nicht mehr nur das Produktdesign, die Preissetzung oder den Technologieeinsatz fokussieren, sondern auch zwischen den Wertschöpfungspartnern die Erzeugung von Mehrwerten und die Koordination der Finanzflüsse und Marktdynamiken mit einbeziehen [17–20]. Ein Einstieg in ein Plattform-Geschäftsmodell sollte nicht unüberlegt erfolgen und bedarf daher immer einer vorgelagenen strategischen Evaluation [21, 22]. Allerdings liegt zum aktuellen Zeitpunkt in der produzierenden Industrie noch ein unzureichendes und heterogenes Plattformverständnis vor [23]. Zusätzlich bestehen durch die umfassende Bandbreite verschiedener Plattformausprägungen Unklarheiten hinsichtlich der betriebswirtschaftlichen Funktionsweisen sowie der Wertschöpfungssystemen von Plattformen in der produzierenden Industrie [24].

Insbesondere aufgrund der Heterogenität digitaler Plattformen, stellen diese für die Wissenschaft ein umfassendes und komplexes Forschungsgebiet dar, welches bisher vor allem anhand erfolgreicher Plattformbeispiele aus dem Endkonsumentenmarkt, wie beispielsweise Apple, Amazon oder Google, betrachtet wurde [1]. Aufgrund der eingeschränkten Übertragbarkeit von Mechanismen aus dem Endverbrauchermarkt auf den Industriemarkt sind neue Forschungserkenntnisse erforderlich [25]. Die sich daraus ableitende Zielstellung der Forschungsarbeit wird im nachfolgenden Abschnitt erläutert.

## 1.2 Zielsetzung

Die Zielsetzung dieser Arbeit beinhaltet die systematische Identifikation und Erläuterung verschiedener digitaler Plattformausprägungen in der produzierenden Industrie anhand einer wertschöpfungsorientierten Perspektive in Bezug auf geschäftsrelevante Aspekte eines Plattform-Geschäftsmodells. Darauf aufbauend wird das Ziel verfolgt, generisch existierende Charakteristiken digitaler Plattformen hinsichtlich Marktdynamiken und Wirkmechanismen explizit für die produzierende Industrie sowie differenziert zwischen den Plattformausprägungen zu erforschen.

Die vorliegende Dissertation besitzt somit die Intention, das vorhandene heterogene Verständnis geschäftlicher Zusammenhänge digitaler Plattformen für Unternehmen aus der produzierenden Industrie branchenfokussiert aufzubereiten, zu strukturieren, zu erläutern und resultierende Schlussfolgerungen als Basis für strategische Entscheidungen aufzuzeigen. Als Beitrag für die Wissenschaft und für Unternehmen sollen die Forschungsergebnisse Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten bei der Konzeptionierung des Wertschöpfungsnetzes sowie des Geschäftsmodells einer digitalen Plattform liefern. Die Bereitstellung eindeutiger Zuordnungskriterien ermöglicht hierbei die Differenzierung von Plattformangeboten, sodass Unternehmen ihre geplanten und existierenden Plattformaktivitäten einordnen und ein gemeinsames Plattformverständnis schaffen können. In Abhängigkeit der Plattformausprägung sollen als Forschungsergebnisse zudem Optionen sowie Auswirkungen von strategischen Entscheidungen auf das Wertschöpfungsnetz, die Ertragsmechanik sowie die Marktdynamiken aufgezeigt werden. Die Resultate zielen darauf ab, die Grundlage für strukturierte Diskussionen in der Gestaltung sowie dem Betrieb von Plattform-Geschäftsmodellen zu bilden. Gleichzeitig sollen das Vorgehen sowie der Einsatz verwendeter Methoden zur Analyse der Plattformausprägungen als Werkzeug für Forschende sowie Unternehmen dienen, um Plattformen anhand der ermittelten Kriterien schrittweise zu analysieren. Darüber hinaus sollen die Forschungsergebnisse in der Wissenschaft zu einer differenzierteren Ausrichtung weiterer Forschungsvorhaben beitragen, indem Forschungsdaten explizit anhand der Plattformklassifizierung benannt und Ergebnisse gezielt dedizierten Ausprägungen zugeordnet werden können.

Hinsichtlich produzierender Unternehmen besteht für die Forschungsarbeit das primäre Ziel, aus der Sichtweise eines Plattformanbieters die entstehenden plattformbasierten Wertschöpfungsnetze aufzubereiten, differenzierte Plattformausprägungen zur Definition der strategischen Ausrichtung aufzuzeigen sowie Plattformaspekte und Marktmechanismen digitaler Plattformen darzustellen. Darüber hinaus soll die vorliegende Arbeit produzierenden Unternehmen die Perspektive des Plattformanwenders nahebringen und stellt als Resultat eine Übersicht bereit, welche Plattformausprägungen welche Potentiale für Anwender liefern und an welcher Stelle diese mit welchem Einfluss in das eigene Wertschöpfungsnetz bzw. Geschäftsmodell integriert werden können.

### 1.3 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Die Struktur der vorliegenden Arbeit gliedert sich in acht Kapitel und wird in Bild 1 dargestellt. Nach Darstellung der Motivation, Zielsetzung und Aufbau der Arbeit in Kapitel 1, werden in Kapitel 2 die relevanten Grundlagen zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie anhand des Standes der Technik und Forschung beschrieben. Der Fokus liegt dabei auf der exakten Definition und Abgrenzung relevanter Begrifflichkeiten. Gleichzeitig erfolgt die Darstellung relevanter Charakteristiken von Plattform-Geschäftsmodellen mit Fokus auf vorhandene Forschungserkenntnisse zu Wertschöpfungsstrukturen und Netzwerkeffekten. Weiterhin findet eine Gegenüberstellung digitaler Plattformen im Endkonsumentenmarkt und der produzierenden Industrie statt und existierende Plattformklassifizierungsansätze aus der Literatur werden aufgezeigt.

Im Anschluss wird auf Basis des Standes der Technik und Forschung in Kapitel 3 der Forschungsbedarf abgeleitet und die Forschungsanforderungen sowie das Forschungsvorgehen beschrieben. Insbesondere die Erläuterung der Methode zur Entwicklung der Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie sowie die Begründung und Darstellung der ausgewählten Methode zur Modellierung der wertschöpfungsorientierten Perspektive erfolgt in diesem Abschnitt.

Für den ersten Forschungsschwerpunkt der Arbeit werden im Kapitel 4 die Ergebnisse der Klassifizierungsentwicklung anhand der digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie schrittweise aufgezeigt. Die Schwerpunkte liegen einerseits in der detaillierten Beschreibung der definierten Plattformcharakteristiken sowie andererseits in der anschaulichen Darstellung und Erläuterung der unterschiedlichen Plattformausprägungen als Plattformarchetypen mittels der Wertschöpfungsnetze, Zahlungsströme sowie Geschäftsmodellinnovationen. Diese werden anschließend in Kapitel 5 evaluiert und in den Stand der Forschung eingeordnet.

Die entwickelte Klassifizierung dient im zweiten Forschungsschwerpunkt in Kapitel 6 zur Ableitung grundlegender Erkenntnisse hinsichtlich der Marktmechanismen und Plattformanwendungen. In diesem Abschnitt werden unterschiedliche Netzwerkeffekte mittels eines empirischen Vorgehens systematisiert und den verschiedenen Plattformarchetypen zugeordnet. Darüber hinaus werden plattformspezifische Wirkmechanismen jeweils anhand der Wertschöpfungsstrukturen der Plattformarchetypen differenziert.

## *1 Einleitung*

Den Abschluss dieser Arbeit bildet das Kapitel 7 mit einer Zusammenfassung, Hinweisen bezüglich limitierender Faktoren, dem resultierendem Beitrag für Unternehmen und die Wissenschaft sowie einem Forschungsausblick.

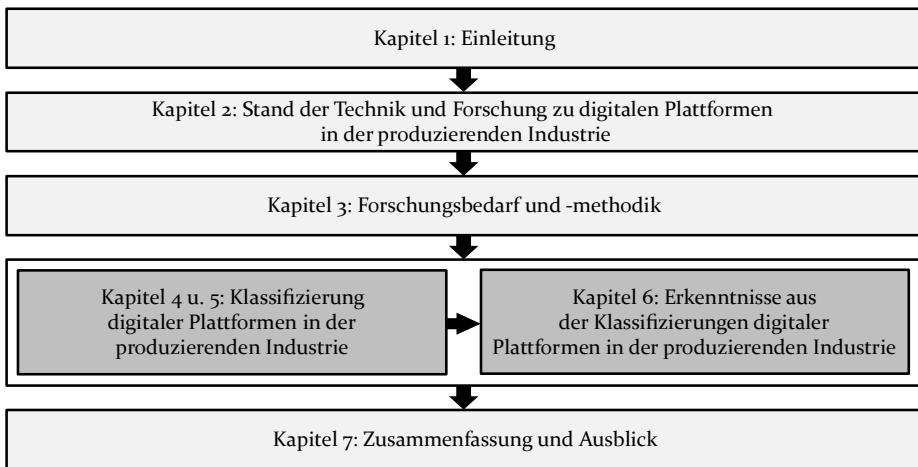


Bild 1: Aufbau der Dissertation

## **2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie**

Im folgenden Kapitel werden relevante Begrifflichkeiten im Kontext digitaler Plattformen definiert. Darüber hinaus erfolgt die Erläuterung der wertschöpfenden Perspektive in Bezug auf Plattformen sowie die Darstellung relevanter Grundlagen zu Plattform-Geschäftsmodellen. Im Anschluss wird die in der Dissertation fokussierte produzierende Industrie charakterisiert sowie Unterschiede zwischen digitalen Plattformen im Konsumenten- gegenüber dem Industriemarkt dargestellt. Den Abschluss bildet eine strukturierte Analyse existierender Klassifikationen von digitalen Plattformen als Überleitung zum weiteren Forschungsbedarf.

### **2.1 Begriffsdefinitionen im Kontext digitaler Plattformen**

Nachfolgend werden die Begriffe Plattform und Plattformökonomie definiert sowie eine Abgrenzung zwischen digitalen und nicht-digitalen Plattformen vorgenommen.

#### **2.1.1 Differenzierung des Plattformbegriffs**

Der Begriff Plattform wird im Sprachgebrauch in unterschiedlichen Situationen verwendet und beinhaltet je nach Kontext und Domäne differierende Inhalte. Aufgrund der fachdisziplinübergreifenden Begriffsverwendung ist eine Differenzierung des Plattformverständnisses jedoch von hoher Bedeutung.

Der Begriff Plattform stammt ursprünglich aus dem französischen *plat* (dt.: flach) und *forme* (dt.: Form) und bezeichnet eine physische erhöhte Fläche, wie beispielsweise eine Aussichtsplattform [26]. Im politischen und gesellschaftlichen Kontext wird unter dem Begriff Plattform eine Interessengemeinschaft aus Personen oder Organisationen mit gemeinsamer Zielsetzung verstanden [27]. Im Bereich der Produktentwicklung und dem Produktionsmanagement stellt eine Produktplattform eine einheitliche, modular aufgebaute Produktbasis für die Entwicklung, Produktion und Vermarktung dar [28, 29]. Demgegenüber beschreibt der Plattformbegriff innerhalb der Volks- und Betriebswirtschaft einen Markt, der mindestens

## *2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie*

zwei unterschiedliche Kundengruppen besitzt [30]. Schließlich werden in der Informationstechnik IT-Infrastrukturen als Plattformen bezeichnet, die zur Ausführung von Anwendungsprogrammen dienen [31].

Anhand der exemplarisch erläuterten Domänen zeigen sich diverse Verwendungen und Verständnisse des Plattformbegriffs. Erschwerend für ein präzises Verständnis kommt hinzu, dass in den letzten Jahren die Verwendung des Begriffs „Plattform“ in vielen Domänen übermäßig angestiegen ist [32]. Für eine Differenzierung im unternehmerischen Kontext werden im Folgenden auf Basis ausgewählter Definitionen für Plattformen ein technisches sowie ein marktorientiertes Begriffsverständnis abgeleitet. Beginnend sind in Tabelle 1 Definitionen aufgelistet, die einem technischen Begriffsverständnis zugeordnet werden, aus renommierten Forschungsarbeiten mit jeweils über 1000 Zitationen stammen und insgesamt einen umfassenden Überblick der Kernaspekte des technischen Verständnisses bieten.

Tabelle 1: Plattform-Definitionen mit einem technischen Begriffsverständnis

<b>Autoren</b>	<b>Plattform-Definition (technisches Begriffsverständnis)</b>
GAWER [33]	Platforms are “purposefully designed technological architectures (including interfaces) that facilitate innovation.”
KENNEY und ZYSMAN [5]	“The term means a set of shared techniques, technologies, and interfaces that are open to a broad set of users who can build what they want on a stable substrate.”
MEYER und LEHNERD [29]	A platform “is a set of subsystems and interfaces that form a common structure from which a stream of derivative products can be efficiently developed and produced.”
TIWANA ET AL. [34]	A platform is an „extensible codebase of a software-based system that provides core functionality shared by the modules that interoperate with it and the interfaces through which they interoperate”
WHEEWRIGHT und CLARK [28]	“Companies target new platforms to meet the needs of a core group of customers but design them for easy modification into derivatives through the addition, substitution, or removal of features.”

Ein technisches Begriffsverständnis zugrunde gelegt, werden zusammenfassend Plattformen als Infrastrukturen definiert, die mit einer modularen Struktur als Basis für die Entwicklung von Innovationen, Produkten oder Prozessen dienen und anpassungsfähig sind [28, 33]. Relevante Charakteristiken sind der modulare Aufbau bestehend aus wenigen zentralen Elementen mit beliebig kombinierbaren Zusatzelementen, die Existenz entsprechender Designregeln sowie die Standardisierung der Elemente für eine interoperable Beziehung zueinander [35]. Vordefinierte Schnittstellen und standardisierte Architekturen ermöglichen eine Unterteilung komplexer und vielfältiger Systeme in einzelne Teilbereiche und führen zu einer Komplexitätsreduzierung [36]. Aufgrund der Modularität können Unternehmen durch die Bündelung von Tätigkeiten, beispielsweise in der Produktion oder im Marketing, Verbundeffekte und somit Einsparungen erzielen [33, 37]. Aus diesen Gründen fokussieren technisch betrachtete Plattformen für Anwender eine schnellere, kostengünstigere und qualitativeren Produkt- und Innovationsentstehung [28].

Vom dargestellten technischen Begriffsverständnis wird in der vorliegenden Forschungsarbeit ein marktorientiertes Plattformverständnis abgegrenzt. Die Plattform-Definitionen in Tabelle 2 umfassen einen ausgewählten Überblick mit Kernaspekten der marktorientierten Definition und beinhaltet sowohl vielfach zitierte Forschungsarbeiten zu Plattformen (siehe PARKER ET AL. [17]) und zweiseitigen Märkten (siehe ROCHET und TIROLE [30]) als auch eine unternehmensnahe Definition vom Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) (siehe RAUEN ET AL. [38]).

Plattformen werden von ROCHET und TIROLE [30] mit einem marktorientierten Begriffsverständnis als zwei- bzw. mehrseitige Märkte beschrieben. In den aufgelisteten Begriffsdefinitionen in Tabelle 2 liegt der Plattformfokus auf der Befähigung zu Interaktionen zwischen unterschiedlichen Marktseiten, die erst durch die Intermediärfunktion der Plattform erreicht wird [17]. Der Intermediär nimmt die Rolle eines Koordinators unterschiedlicher Nutzergruppen und Marktseiten ein. Als entscheidender Marktmechanismus gilt bei dieser Begriffsauslegung die Generierung von Netzwerkeffekten zwischen den verschiedenen Nutzergruppen [19, 33, 39].

## 2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie

Tabelle 2: Plattform-Definitionen mit einem marktorientierten Begriffsverständnis

Autoren	Plattform-Definition (marktorientiertes Begriffsverständnis)
BOUDREAU und JEPPESEN [40]	Platforms are „multi-sided markets in which producers of complementary goods (“complementors”) on one side compete to sell to users on the other side”.
EISENMANN ET AL. [19]	Platforms are “products and services that bring together groups of users in two-sided networks”.
PARKER ET AL. [17]	„A platform is a business based on enabling value-creating interactions between external producers and consumers. The platform provides an open, participative infrastructure for these interactions and sets governance conditions for them.”
RAUEN ET AL. [38]	„Plattformen agieren also als Intermediäre, die zwei oder mehr Marktteilnehmer mithilfe digitaler Technologie verbinden.“
ROCHET UND TIROLE [30]	“[...] most markets with network externalities are characterized by the presence of two distinct sides whose ultimate benefit stems from interacting through a common platform.”

Während für Plattformen mit einem technischen Verständnis die architekturellen Produkteigenschaften zur Effizienzsteigerung bei der Produktentwicklung sowie Produktherstellung im Vordergrund stehen, werden bei Plattformen mit einem marktorientierten Verständnis geschäftliche Interaktionen zwischen Marktseiten fokussiert, die Erkenntnisse zu Marktdynamiken, der Wettbewerbsfähigkeit sowie dem geschäftlichen Plattformerfolg liefern können [33]. Eine Differenzierung des technischen sowie marktorientierten Plattformverständnisses ist in Bild 2 dargestellt.

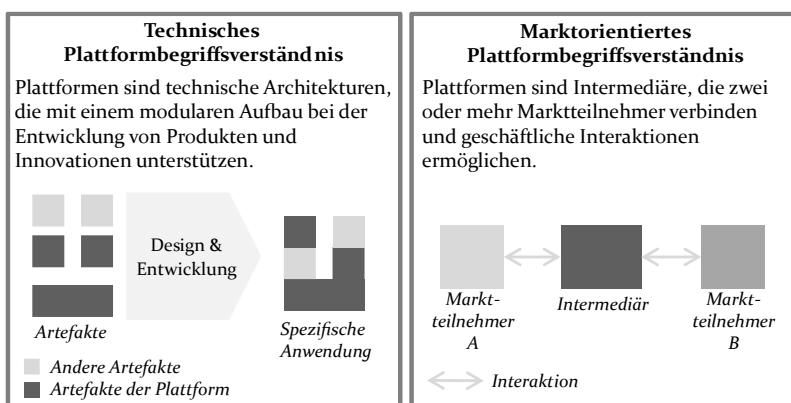


Bild 2: Differenziertes Plattformbegriffsverständnis in Anlehnung an [P1]

### 2.1.2 Definition und Abgrenzung digitaler Plattformen

In existierenden Forschungsarbeiten zu Plattformen wird von Kreditkartenangeboten, Tageszeitschriften, Einkaufszentren bis hin zu Online-Marktplätzen eine umfangreiche Bandbreite an Plattformbeispielen aufgeführt [19, 30]. Mit den Erfolgen von Amazon, Airbnb und Facebook kommt Plattformen mit digitalen Aspekten sowohl in der Forschung als auch bei Unternehmen eine hohe Aufmerksamkeit zu [17]. Um auf die Unterschiede sowie Parallelen einerseits von Einkaufszentren und Tageszeitschriften und andererseits von Amazon und Airbnb einzugehen, wird nachfolgend eine präzise Abgrenzung zwischen digitalen und nicht-digitalen Plattformen erläutert.

Digitale Plattformen werden mit einem marktorientierten Begriffsverständnis von Beverungen et al. [41] als Vermittler zwischen zwei- oder mehrseitigen Märkten bezeichnet, die das Internet als Basis zur Befähigung der Interaktionen verwenden. Mit der Verwendung des Internets als zentrales Merkmal werden digitale Plattformen auch als Internet-Plattformen bezeichnet [42]. In einer abstrahierten Auffassung verweisen Rauen et al. [38] bei digitalen Plattformen hingegen auf den generellen Einsatz digitaler Technologien für die Intermediärfunktion. Nach Müller [43] können digitale Technologien jegliche Technologien umfassen, die auf (Computer)-Hardware, Software und Netzwerken basieren. Aufgrund der weiter gefassten Abgrenzung digitaler Technologien gegenüber der Fokussierung auf das Internet werden somit zusätzliche Plattformangebote adressiert, die vergleichbare Charakteristiken besitzen. Aus diesem Grund werden digitale Plattformen mit einem marktorientierten Begriffsverständnis als Plattformen definiert, die digitale Technologien für die zentrale Interaktionsbefähigung verwenden.

Demgegenüber grenzen sich die Beispiele der Einkaufszentren, Tageszeitschriften oder (physische) Messeveranstaltungen als nicht-digitale Plattformen ab, indem diese zwar entsprechend dem marktorientierten Begriffsverständnis eine Intermediärfunktion zwischen mehreren Marktseiten besitzen, hierzu allerdings keine zentralen digitalen Technologien einsetzen.

Gleichermaßen unterscheidet auch das technischen Begriffsverständnis von Plattformen digitale sowie nicht-digitale Angebote. Digitale Plattformen werden im Softwarebereich als erweiterbare softwarebasierte Systeme beschrieben, die Grundfunktionalitäten für darauf aufbauende Module zur Verfügung stellen [34]. Am Beispiel des Smartphone Betriebssystems Apple iOS oder dem Firefox Browser zeigt sich, wie diese Angebote als technische

## 2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie

Softwaresysteme die Basis für erweiternde Funktionalitäten wie Applikationen oder Add-ons bilden [34]. Hiervon grenzen sich nicht-digitale Plattformen ab, die eine einheitliche Basis aus standardisierten Produktgestaltungselementen besitzen und die Komplexität des Produktangebotes durch eine modulare Gestaltung reduzieren [37]. Die Plattform in Form eines Produktbaukastens, beispielsweise der modularen Querbaukästen bei Volkswagen, bietet durch die Standardisierung sowohl eine modulare Produktentwicklung als auch Produktion [44]. Vergleichbar zu den nicht-digitalen marktorientierten Plattformen verwenden auch die nicht-digitalen technischen Plattformen keine digitalen Technologien als zentrales charakteristisches Element für ihre Funktionserfüllung.

Mit dem Einsatz digitaler Technologien prägen sich bei digitalen Plattformen gegenüber nicht-digitalen Plattformen unterschiedliche Eigenschaften aus. Während steigende Nutzerzahlen bei nicht-digitalen Plattformen kontinuierlich zusätzliche Kosten verursachen (z. B. Druckkosten für Zeitschriften, Gebäudekosten für Verkaufsräume in Markthallen), führen bei digitalen Plattformen zusätzliche Nutzer aufgrund sinkender Grenzkosten nur zu einem marginalen Kostenanstieg für den Plattformanbieter [45]. Darüber hinaus versprechen die hohe Wachstumsgeschwindigkeit und Skalierbarkeit digitaler Technologien ein hohes ökonomisches Potential [46]. Weiterhin zeigt sich, dass Veränderungen der äußeren Rahmenbedingungen für nicht-digitale Plattformen mit einem weitaus größeren Änderungsaufwand verbunden sind als für digitale Plattformen [47]. Im Gegensatz zu den hinreichend bekannten und erforschten nicht-digitalen Plattformen, besitzen digitale Plattformen mit dem Einsatz digitaler Technologien eine steigende Bedeutung in Wissenschaft und Wirtschaft [15, 17]. Aus diesem Grund haben digitale Plattformen in der vorliegenden Dissertation eine besondere Relevanz. Die Differenzierung zwischen den Begriffsverständnissen wird in Bild 3 anhand von Beispielen veranschaulicht.

Technisches Begriffsverständnis		Marktorientiertes Begriffsverständnis
Digitale Plattform	Digitale Plattform mit einem technischen Begriffsverständnis (z. B. PC- und Smartphone-Betriebssysteme, Middleware)	Digitale Plattform mit einem marktorientierten Begriffsverständnis (z. B. Online-Marktplätze, Vermittlungs-Apps, Soziale Netzwerke)
Nicht-digitale Plattform	Nicht-digitale Plattform mit einem technischen Begriffsverständnis (z. B. Modularer Produktbaukasten)	Nicht-digitale Plattform mit einem marktorientierten Begriffsverständnis (z. B. Einkaufszentren, Tageszeitungen, Messeveranstaltungen)

Bild 3: Differenzierung digitaler und nicht-digitaler Plattformen mit Beispielen

### 2.1.3 Definition Plattformökonomie

Eng verbunden mit dem Auftreten digitaler Plattformen ist die Bezeichnung der Plattformökonomie. Der Begriff Plattformökonomie bzw. digitale Plattformökonomie beschreibt nach KENNY und ZYSMAN [5] die steigenden Aktivitäten von Unternehmen, Politik und Gesellschaft sowie soziale Interaktionen im Bereich digitaler Plattformen. Obwohl Dynamiken und weitere Auswirkungen aktuell noch nicht absehbar sind, prognostizieren KENNY und ZYSMAN [5] für Anbieter digitaler Plattformen das Potential einer Reorganisation der Wirtschaft, ähnlich den Fabrikbesitzern in der industriellen Revolution. Im deutschsprachigen Raum definiert die ACATECH [15] den Begriff Plattformökonomie als Beschreibung ökonomischer Wirkmechanismen digitaler Plattformen sowie involvierter Akteure im Rahmen eines plattformbasierten Ökosystems. Der in diesem Kontext genannte Begriff eines plattformbasierten Ökosystems wird nach COZZOLINI ET AL. [48] als ein Netzwerk definiert, bei dem ein Plattform-eigentümer Drittanbieter befähigt, komplementäre plattformbasierte Innovationen zu erstellen, wodurch ein Netzwerk mit gegenseitigen Abhängigkeiten entsteht. Mit den Plattform-Ökosystemen werden Unternehmensökosysteme weiter spezifiziert (eng. *Business Ecosystems*), die übergeordnet ein ökonomisches Netzwerk aus unabhängigen Unternehmen umfassen, welches kooperativ und wettbewerbsorientiert zur Erfüllung von Kundenbedarf zusammenarbeitet [49].

Im Zuge der Plattformökonomie werden neben der technischen Entwicklung neuer digitaler Technologien (*Cloud Computing, Internet of Things (IoT), Big Data*) insbesondere die Veränderung der Interaktionsmöglichkeiten, Wertangebote, Marktstrukturen, Geschäftsmodelle und Organisationsregeln betrachtet [50]. Diese neuen Strukturen im Wettbewerb und Veränderungen in der Wertentstehung, -lieferung und -bereitstellung nehmen Einfluss auf die Marktwirtschaft [51]. RIETVELD und SCHILLING [52] sehen die steigende Internetverfügbarkeit und -nutzung als entscheidenden Faktor für die rasante Skalierung und Ausbreitung digitaler Plattformen an, wodurch sich der Wettbewerb und das Wirtschaftsumfeld zu einer Plattformökonomie verändert. XUE ET AL. [50] ordnen erfolgreiche Plattformen mit Gründungen bereits in den 1990er-Jahren, wie Google, eBay oder Alibaba, als eine der ersten Unternehmen ein, die eine digitale Plattformökonomie im Endkundenmarkt sowie in andere Branchen initiierten. Im Markt der mobilen Betriebssysteme sowie sozialen Netzwerke dominieren bereits Plattform-Geschäftsmodelle mit Milliarden Endnutzern den Markt [52]. Im Zuge der Ausbreitung der Plattformökonomie entwickelten

sich mit *Gig Economy* oder *Shared Economy* weitere Begriffsbezeichnungen, die jeweils spezifische Ausprägungen der Plattformökonomie adressieren [5]. Hinsichtlich der Plattform-Begriffssemantik im Zusammenhang mit der Plattformökonomie entsprechen die verwendeten Beispiele weitestgehend einem marktorientierten Plattformbegriffsverständnis und adressieren bisher überwiegend den Endkonsumentenmarkt.

## 2.2 Grundlagen und Perspektiven von Plattformen

Nach der Abgrenzung relevanter Begrifflichkeiten im Plattformkontext wird im folgenden Kapitel die wertschöpfungsorientierte Perspektive erläutert. Grundlegende Charakteristiken dieser Perspektive werden im Anschluss anhand von Plattform-Geschäftsmodellen, Markstrukturen und Netzwerkeffekten dargestellt sowie hinsichtlich deren Besonderheiten in Bezug auf Plattformen erläutert.

### 2.2.1 Wertschöpfungsorientierte Perspektive auf Plattformen

Der Terminus *Wert* besitzt in Abhängigkeit der Begriffsverwendung unterschiedliche Definitionen. Im Kontext der Wertschöpfung und dem Wettbewerb zwischen Unternehmen definiert PORTER [53] den Begriff Wert als den Betrag, den Kunden für ein Produkt oder ein Service bereit sind zu bezahlen. Die Erzeugung dieses Wertes im Zuge von Wertschöpfung wird somit als entscheidende Prozessgröße verstanden, die es für eine Analyse der Wettbewerbsposition sowie zur Steigerung der Unternehmensprofitabilität zu untersuchen gilt [53].

Als Wertschöpfung wird der Wertzuwachs bezeichnet, der nach einer Übernahme vorab bereitgestellter Leistungen durch Produktions-, Verarbeitungs- oder Veredelungsprozesse erzielt wird [54]. Aus betriebswirtschaftlicher Sichtweise kann Wertschöpfung quantitativ entweder durch die subtraktive Methode (Differenz zwischen der Gesamtleistung mit Abzug externer Vorleistungen) oder über die additive Methode (Summierung einzelner Produktions- und Leistungsfaktoren) berechnet werden [55, 56].

Entsprechend dem verbreiteten Wertschöpfungsketten-Modell von PORTER [53] besitzt jedes Unternehmen eine Zusammensetzung verschiedener Aktivitäten zur Entwicklung, Herstellung, Vertrieb, Lieferung und Unterstützung seiner Produkte und Leistungen. Grundsätzlich lassen sich fünf primäre und vier unterstützende Aktivitäten untergliedern, die zur Erlangung eines Wettbewerbsvorteils unternehmensindividuell zu gestalten und in Bild 4 dargestellt sind.

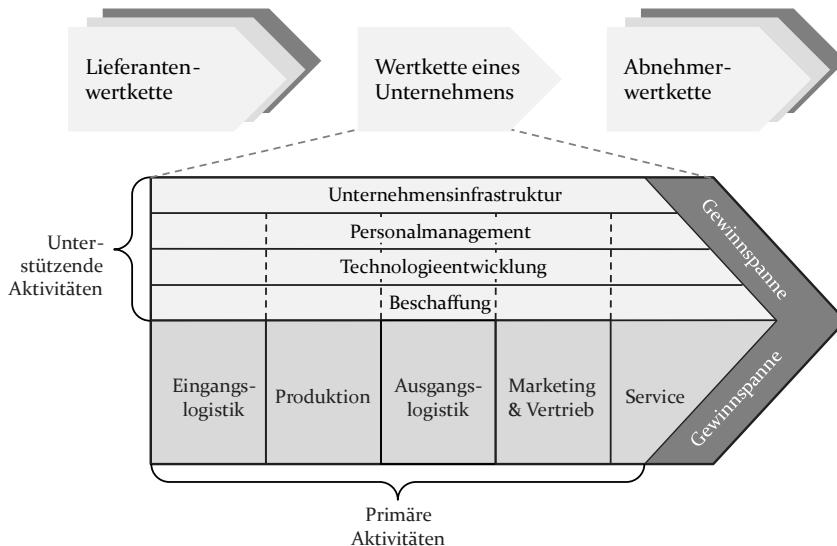


Bild 4: Wertschöpfungskette eines Unternehmens nach PORTER [53]

Unternehmensinterne Aktivitäten vom Materialeinkauf, über die Produktion und den Produktversand bis hin zur Wartung von Produkten können entlang einer vertikalen Wertschöpfungskette als sequenzieller Prozess angeordnet werden [53, 57]. Darüber hinaus sind diese Aktivitäten mit den Wertschöpfungsketten der Lieferanten und Abnehmer unternehmensübergreifend verknüpft (siehe Bild 4) [53]. Wirken allerdings verschiedene Akteure wie Lieferanten, Partner oder Kunden zusammen, ist es strategisch nicht ausreichend, nur die Aktivitäten entlang einer Wertschöpfungskette zu betrachten [58]. Neben der etablierten Analyse von Wertschöpfungsketten entsteht somit der Bedarf, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetze hinsichtlich Dynamiken und Wirkmechanismen zwischen Kunden, Lieferanten, Partnern sowie weiteren Netzwerkeinnehmern fundiert zu verstehen und zu analysieren [59, 60].

Nach ALLEE [61] besteht ein Wertschöpfungsnetz aus verschiedenen Rollen und Interaktionen, bei denen zwei oder mehr Personen, Arbeitsgruppen oder Organisationen sowohl materielle als auch immaterielle Güter für einen ökonomischen Nutzen austauschen. STENGEL [62] verweist auf die Mehrfachverflechtungen von bilateralen Partnerschaften, sodass in Wertschöpfungsnetzen für die Leistungserzeugung eine gemeinschaftliche Zusammenarbeit notwendig ist. Beteiligte Unternehmen in Wertschöpfungsnetzen treten weiter als unabhängige Akteure auf, besitzen allerdings neben ihren Wettbewerbspositionen partnerschaftliche Beziehungen [59].

## *2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie*

Diese dynamische Veränderung der unternehmensinternen und -externen Wertschöpfung wird durch digitale Plattformen als zentrales Element in den Wertschöpfungsnetzen verstärkt [63]. Für Unternehmen wird es zukünftig relevant sein, sich in den entstehenden Wertschöpfungsnetzen mittels entsprechender Rollen im Netzwerk gegenüber Wettbewerbern zu positionieren [64]. Der im Kontext von Plattformen aufkommende Begriff eines Ökosystems kann gleichermaßen als Wertschöpfungsnetz mit Verbindungen zwischen beteiligten Individuen und Organisationen angesehen werden [65]. Als plattformbasiertes Ökosystem wird ein Wertschöpfungsnetz bezeichnet, bei dem ein Plattformanbieter weiteren Akteuren Partizipationsmöglichkeiten gewährt, wodurch ein Wertschöpfungsnetzwerk auf Basis der gemeinsamen Nutzung einer Plattform entsteht [66]. Ein plattformbasiertes Ökosystem ist dementsprechend mit dem marktorientierten Plattformbegriffsverständnis vergleichbar. Zur Vermeidung von Missverständnissen wird im weiteren Verlauf der Dissertation auf die Verwendung des Ökosystembegriffes verzichtet.

Zur fundierten Analyse und Klassifizierung der Geschäftsbeziehungen, Geschäftsmodelle, Wertversprechen, Geschäftsdynamiken sowie wertschöpfenden Aktivitäten in plattformbasierten Netzwerken wird für diese Forschungsarbeit eine wertschöpfungsorientierte Perspektive gewählt. Nach OKS ET AL. [67] umfasst diese Perspektive die gemeinsame Entwicklung und Implementierung eines Wertversprechens von mehreren relevanten Akteuren. Die in der vorliegenden Forschungsarbeit eingenommene wertschöpfungsorientierte Perspektive ist an die Geschäftsperspektive der *Industrial Internet Reference Architecture (IIRA)* angelehnt und in Bild 5 verdeutlicht [68]. Entsprechend der Geschäftslogik dient diese Perspektive zur einheitlichen Analyse geschäftsrelevanter Aspekte, wie beispielsweise der Identifikation der Stakeholder, der Geschäftsperspektiven und -ziele sowie der generierten Wertflüsse [68]. In Standardisierungsgremien wie der *International Electrotechnical Commission (IEC)* konnten bereits Anwendungsfälle im Kontext industrieller Prozesse anhand dieser Geschäftsperspektive erläutert, geschäftliche Rollen identifiziert sowie Wertschöpfungsnetze modelliert werden [69]. Gleichermaßen verwenden Unternehmensinitiativen wie das *Labs Network Industrie 4.0* die Geschäftsperspektive der IIRA [70].

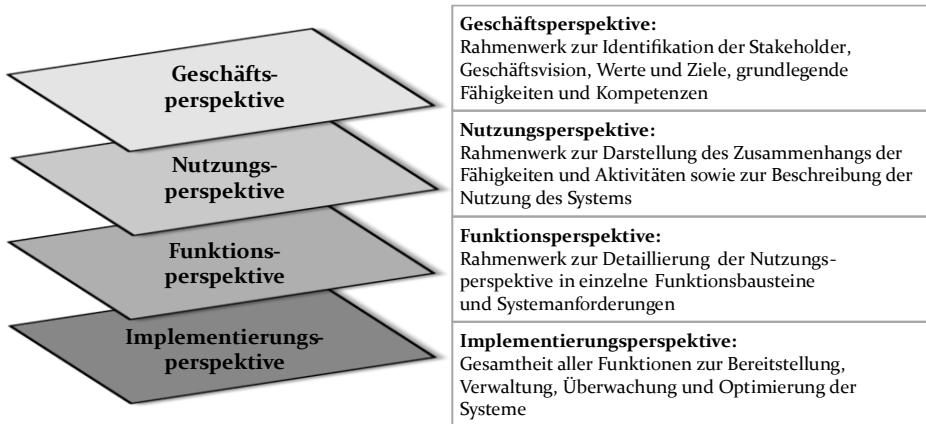


Bild 5: Perspektiven der Industrial Internet Reference Architecture [68]

Die wertschöpfungsorientierte Perspektive bietet sich zur Modellierung und Analyse von Plattformen mit einem marktorientierten Begriffsverständnis an, kann allerdings gleichermaßen auch Plattformbeispiele mit einer technischen Begriffsauslegung geschäftlich abbilden. Die Forschungsanalysen im Rahmen der vorliegenden Dissertation werden daher anhand der dargelegten wertschöpfungsorientierten Perspektive durchgeführt.

## 2.2.2 Charakteristiken eines Plattform-Geschäftsmodells

Innerhalb der wertschöpfungsorientierten Perspektive auf Plattformen nehmen die Geschäftsmodelle der Wertschöpfungsnetzteilnehmer relevante Erfolgskriterien ein. Ein Geschäftsmodell beschreibt nach TEECE [71] die Architektur der Werterzeugung und Wertbereitstellung eines Unternehmens mit Fokus auf die Kundenbedürfnisse, die Erzeugung eines Wertangebotes, die Zahlungsbereitschaft des Kunden sowie die Gestaltung eines profitablen Geschäfts.

Hinsichtlich des Detaillierungsgrades und der Anzahl der Geschäftsmodellbausteine existieren umfangreichere Konzeptualisierungen, wie das Business Modell Canvas [72]. Für eine Komplexitätsreduzierte Modellierung und Analyse eines Geschäftsmodells etablierten sich die vier Dimensionen entsprechend dem St. Galler Business Modell Navigator von GASSMANN ET AL. [73] in Bild 6.

## 2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie



Bild 6: Geschäftsmodell-Dimensionen nach Gassmann et al. [73]

Hinsichtlich seines Geschäftsmodells muss ein Unternehmen entsprechend der vier Dimensionen die folgenden Fragestellungen beurteilen [73]:

- Kunde (Wer sind die Zielkunden?): Darstellung der Kundensegmente, die ein Unternehmen als Zielgruppe für das Geschäftsmodell auswählt
- Nutzenversprechen (Was wird dem Kunden angeboten?): Beschreibung aller Leistungen eines Unternehmens, die Bedürfnisse des Kunden zufriedenstellen und einen Kundennutzen schaffen
- Wertschöpfungskette (Wie wird die Leistung erstellt?): Erläuterung der Prozesse und Aktivitäten eines Unternehmens, die in Zusammenarbeit mit Ressourcen und Fähigkeiten von weiteren Unternehmen einen Wert in der Wertschöpfungskette schaffen
- Ertragsmechanik (Wie wird ein finanzieller Wert erzielt?): Darstellung der finanziellen Beständigkeit des Geschäftsmodells anhand der Kostenstruktur sowie der Einnahmemechanismen

Ein Plattform-Geschäftsmodell bezeichnet ein Geschäftsmodell, bei dem eine Plattform entsprechend dem marktorientierten Begriffsverständnis für unabhängige Nutzer angeboten wird [17, 74]. Zur Erläuterung der Charakteristiken von Plattform-Geschäftsmodellen wird in der Literatur explizit auf die Unterschiede zu einem Geschäftsmodell mit einem Produktangebot verwiesen. Die Wertschöpfungskette für ein Produktangebot setzt sich aus unternehmerischen Aktivitäten, wie beispielsweise dem Materialeinkauf, der Produktfertigung, dem Versand und der Produktinstandsetzung, entlang eines vertikalen Prozesses zusammen [53, 57]. Aufgrund des schrittweisen, linearen Ablaufprozesses der Wertschöpfung werden Unternehmen mit diesem Geschäftsprinzip von PARKER ET AL. [17] als „Pipeline-Unternehmen“ bezeichnet. Obwohl dieser lineare Prozess sowohl bei phy-

sischen Produktangeboten als auch bei Services auftritt, können zur Begriffs differenzierung gegenüber Plattformangeboten die linearen Angebote zusammenfassend als Produktangebote bezeichnet werden [17].

In der wissenschaftlichen Literatur werden verschiedenste Charakteristiken von Plattform-Geschäftsmodellen aufgeführt [75–77], die nachfolgend anhand der Kategorien Wertschöpfungskette, Nutzenversprechen, Ertragsmechanik, Zielkunden sowie Marktmechanismen strukturiert und jeweils gegenüber den Produkt-Geschäftsmodellen differenziert werden.

### **Wertschöpfungskette (Wie?)**

Die Wertschöpfungskette für ein klassisches Produktangebot ist durch eine sequenzielle Anordnung einzelner Prozessschritte gekennzeichnet, die vom Auftragseingang, über die Beschaffung und Produktion bis hin zur Auslieferung verschiedene Prozesse umfasst [24]. In der linearen Wertschöpfungskette übernimmt der Produktanbieter überwiegend die Koordinierung und Optimierung unternehmensinterner und -übergreifender Prozesse (z.B. Automobilhersteller) [78]. Bei einem Plattform-Geschäftsmodell agiert hingegen der Plattformanbieter als zentraler Orchestrator in einem Wertschöpfungsnetz, definiert die Plattformarchitektur und Governance-Regeln und koordiniert Plattformnutzer sowie beteiligte Wertschöpfungspartner [17, 79]. Somit agiert der Plattformanbieter vor allem als Koordinator und Befähiger der Wertschöpfungsteilnehmer im Plattformumfeld [18]. Beispielsweise übernimmt Facebook die Kontrolle über den Zugang der Teilnehmer, legt die Regeln für Plattforminhalte fest und filtert die angezeigten Inhalte für die Nutzer.

### **Nutzenversprechen (Was?)**

Ein Unternehmen mit einem linearen Produktgeschäft fokussiert sich beispielsweise bei einem physischen Produktangebot vor allem auf das Produktdesign, den Einkauf von Komponenten und Materialien, den Fertigungsprozess sowie den Produktversand zum Kunden und besitzt somit ein sehr produktorientiertes Nutzenversprechen (z. B. im Maschinenbau die Maschinenfunktionalitäten) [24]. Innerhalb eines Plattform-Geschäftsmodells werden relevante wertschöpfende Leistungen nicht zwangsläufig durch den Plattformanbieter selbst, sondern insbesondere durch Teilnehmer im Wertschöpfungsnetz durchgeführt. Die tatsächliche Wertschöpfung findet aus diesem Grund teilweise unabhängig vom Plattformangebot statt, wodurch bei einem Plattform-Geschäftsmodell eine Externalisierung von Wertschöpfung stattfindet. [18, 22, 80, 81] Das entscheidende Nutzen-

versprechen des Plattformanbieters beinhaltet die Befähigung sowie Vereinfachung von Interaktionen zwischen den Plattformnutzern im Wertschöpfungsnetz, wie beispielsweise Uber bei der Vermittlung von Fahran geboten [82].

### **Zielkunden (Wer?)**

In produktorientierten, linearen Wertschöpfungsketten adressiert der Produktanbieter die Zielgruppe der Produktnutzer und fokussiert sich hierzu auf eine stetige Optimierung der Wertschöpfungskette [77]. Erzeugte Werte werden entsprechend dem Pipeline-Modell von Unternehmen als Produktanbietern den Anwendern als eine Marktseite bereitgestellt [17]. Bei einem Plattform-Geschäftsmodell adressiert hingegen ein Plattformanbieter verschiedene Kundengruppen innerhalb des Wertschöpfungsnetzes (z. B. sowohl Nachfrager als auch Anbieter) [77]. Ein Plattform-Geschäfts modell charakterisiert sich durch die Befähigung von Interaktionen inner halb des Wertschöpfungsnetzes für verschiedene Kundengruppen und mehrere Marktseiten [75]. Beispielsweise gibt es bei Uber Fahrer sowie Mit fahrenden und damit mehrere Nutzergruppen [82]. Eine detaillierte Erläu terung und Differenzierung der Wertschöpfungsstrukturen werden in Kapitel 2.2.3 dargelegt.

### **Ertragsmechanik (Wert?)**

Im klassischen Produktgeschäft erzielt der Produktanbieter für die Bereitstellung oder Nutzung von Produkten Einnahmen in Form von einmaligen Verkaufspreisen oder Servicegebühren [17]. Anstatt ein Produkt einem Nutzer gegen Leistung einer Einmalzahlung zu verkaufen, zeigen Platt form-Geschäftsmodelle besondere Ertragsmechaniken, indem die Bepreisung der Nutzergruppen je nach Marktseite unterschiedlich vorgenommen werden kann [46]. Erträge von Nutzergruppen auf einer Marktseite können dabei die kostenfreie Plattformnutzung einer anderen Marktseite subventionieren [17, 82]. Beispielsweise bietet Facebook die Plattformnutzung für Endkunden kostenfrei an, während Unternehmen für die Schaltung von Werbung auf der Plattform Gebühren bezahlen [46]. Die Ertragsmechanik bei einem Plattform-Geschäftsmodell ist von verschiedenen Faktoren wie der Art und Frequenz der Plattforminteraktion sowie der involvierten Akteure und Marktseiten abhängig, wobei typischerweise Einnahmen über Interaktionsgebühren, Nutzungsgebühren oder Zugangsgebühren erzielt werden [75].

## Marktmechanismen

Im Produktgeschäft liegt der Fokus auf der Skalierung der Produktverkäufe, um durch angebotsseitige Skaleneffekte in der Herstellung Kosten einsparungen und Produktivitätssteigerungen zu erzielen [17]. In einem Plattform-Geschäftsmodell fokussieren hingegen Plattformanbieter die verhältnismäßig ausgewogene Steigerung der Nutzerzahlen verschiedener Marktseiten [76]. Entscheidende Marktdynamiken sind in diesem Fall Netzwerkeffekte, die als nachfrageseitige Skaleneffekte zu einem weiteren Wachstum der Nutzerzahlen führen können [17, 83]. Durch wechselseitige Hebelwirkungen bei Plattform-Geschäftsmodellen können enorme Wertsteigerungen erzielt werden, wodurch entscheidende Vorteile gegenüber dem klassischen Pipeline-Geschäft entstehen [22]. Eine detaillierte Beschreibung der Marktmechanismen erfolgt in Kapitel 2.2.5.

Mit dem Übergang von einem Produkt- zu einem Plattform-Geschäftsmodell entstehen für Unternehmen neue Herausforderungen, die ein grundlegendes Plattformverständnis sowie ein Umdenken etablierter Prinzipien erfordern [17]. Während im Produktgeschäft der Fokus auf einer produktorientierten, technischen Innovation liegt, erhalten insbesondere Plattform-Geschäftsmodelle eine hohe Aufmerksamkeit hinsichtlich möglicher disruptiver Änderung und Geschäftsmodellinnovationen (GMI) [18, 84]. Sowohl für Plattformanbieter als auch Plattformanwender können neue Potentiale mittels einer GMI entstehen [63]. Inwieweit verschiedene Plattformangebote einen Einfluss auf eine GMI der Plattformnutzer einnehmen, wird in Kapitel 4 ausführlich dargestellt.

Aufgrund heterogener Plattformnutzer erfordert das Plattformgeschäft die gezielte Steuerung von Abhängigkeiten, Preisen sowie Eintrittsbarrieren durch den Plattformanbieter [85]. Ohne ein Verständnis der Wechselwirkungen bleiben die Potentiale eines Plattform-Geschäftsmodells ungenutzt [34]. Grundsätzliche Regeln und Funktionsweisen aus dem Produktgeschäft können zwar gleichermaßen auch in der Plattformökonomie wirken, allerdings ist festzustellen, dass darüber hinaus weitere Mechanismen und Erkenntnisse nicht übertragbar sind und ein explizites Verständnis der Plattformmechanismen und Plattform-Geschäftsmodelle erforderlich ist [15, 34]. Aus diesen Gründen werden in den folgenden zwei Kapiteln 2.2.3 und 2.2.5 die Wertschöpfungsstrukturen und Marktmechanismen bei Plattformen detailliert dargestellt.

## 2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie

Eine zusammenfassende Gegenüberstellung der Charakteristiken von Produkt- und Plattform-Geschäftsmodellen ist in Tabelle 3 jeweils aus Sicht des Anbieters dargestellt.

Tabelle 3: Vergleich der Charakteristiken zwischen einem Produkt- und einem Plattform-Geschäftsmodell in Anlehnung an [17, 80, 82, 86]

Charakteristik	Produkt-Geschäftsmodell eines Produktanbieters	Plattform-Geschäftsmodell eines Plattformanbieters
Wertschöpfungskette (Wie?)	Fokussierung auf die Prozessoptimierung innerhalb des sequenziellen Prozessablaufs der linearen Wertschöpfungskette	Fokussierung auf die Befähigung und Orchestrierung von Interaktionen innerhalb eines Wertschöpfungsnetzes aus unabhängigen Partnern
Nutzenversprechen (Was?)	Produktorientierte Nutzenversprechen, wie beispielsweise konkrete Produkteigenschaften als Ergebnis interner Wertschöpfung	Befähigung von Interaktionen als Nutzenversprechen für Akteure im Wertschöpfungsnetz mit Externalisierung der Wertschöpfung
Zielkunden (Wer?)	Produktanwender als Kunden in der Wertschöpfungskette innerhalb eines einseitigen Marktes	Verschiedene Nutzergruppen im Wertschöpfungsnetz innerhalb eines zwei- oder mehrseitigen Marktes
Ertragsmechanik (Wert?)	Ertragsmechanik v.a. im physischen Produktgeschäft meist als einmalige Einnahmen für Produktbereitstellung oder -nutzung (weitere Mechaniken möglich)	Differenzierte Ertragsmechanik in Abhängigkeit der Marktseiten typischerweise als transaktions- oder nutzungsabhängige Gebühren
Marktmechanismen	Etablierung angebotsseitiger Skaleneffekte	Etablierung nachfrageseitiger Skaleneffekte (Netzwerkeffekte)

### 2.2.3 Marktseiten eines Plattform-Geschäftsmodells

In der Literatur werden sowohl die Bezeichnungen einseitige Märkte sowie einseitige Plattformen als auch zwei- und mehrseitige Märkte sowie zwei- und mehrseitige Plattformen verwendet [79, 87, 88]. Eine erforderliche Abgrenzung der Definitionen der Begrifflichkeiten erfolgt dementsprechend im Folgenden anhand von Beispielen und dient somit als Grundlage für die Analyse der Plattformklassifizierung in Kapitel 6.

Eine nachweisbare Methode zur Bestimmung und eindeutigen Definition einer Marktseite liegt weder mit qualitativen noch quantitativen Mitteln vor. Allerdings kann anhand der Analyse einiger Kriterien eine Marktseite begründet werden. Eine Marktseite kennzeichnet sich dadurch, dass gegenüber einer homogenen Nutzergruppe, die vergleichbare Leistung nachfragt und erhält, eine einheitliche Preisfestsetzung stattfindet. Beispielsweise erwarten Nutzer der Google Suchmaschine Resultate bezüglich ihrer Anfragen und werden dafür gleichermaßen mit einer kostenlosen Verwendung der Suchmaschine bepreist, die durch ihre Aufmerksamkeit für Werbung und Informationen zu ihrem Suchverhalten kompensiert wird. [89]

Mit Fokus auf dem Wertschöpfungsprozess definieren PARKER ET AL. [17] einen einseitigen Markt als ein Geschäft, bei dem ein Erzeuger über einen schrittweisen Prozess einen Wert direkt an einen Verbraucher überträgt. RYSMAN [90] weist zusätzlich darauf hin, dass in einem einseitigen Markt ein Verkäufer einem Kunden (bzw. einem Zwischenhändler) ein Produkt oder einen Service inklusive deren Kontrolle für einen festgelegten Wertbetrag verkauft und darüber hinaus nicht in weitere Interaktionen eingebunden oder an Erlösen (z. B. durch einen Weiterverkauf) beteiligt ist.

Darauf aufbauend definiert TIWANA [79] eine einseitige Plattform als Plattform, bei der ein Plattformanbieter keine direkten Interaktionsmöglichkeiten zu zwei oder mehreren Nutzergruppen hat, die möglicherweise miteinander agieren wollen. Da der Betrieb einer einseitigen Plattform nicht auf die Vermittlung von mehreren Nutzerseiten abzielt, entspricht diese nicht dem marktorientierten Plattformbegriffsverständnis oder einem Plattform-Geschäftsmodell.

Zur Abgrenzung von einseitigen Märkten werden mit zweiseitigen Märkten [91], mehrseitigen Märkten [87], mehrseitigen Plattformen [88] und plattformbasierten Märkten [92] unterschiedliche Bezeichnungen verwendet. Forschungsarbeiten bezüglich zweiseitiger Märkte erfolgten vorwiegend in Bezug auf Wettbewerbs- und Preisgestaltung anhand von Beispielen aus dem Kreditkartengeschäft, der Fernsehwerbung sowie von Einkaufszentren [30, 91].

Mit Fokus auf die Bepreisung der Marktseiten definieren ROCHE und TIROLE [93] zweiseitige bzw. mehrseitige Märkte als Märkte, bei denen direkte Interaktionen zwischen Nutzern ermöglicht und durch eine gezielte, marktseitenabhängige Preisgestaltung Nutzergruppen akquiriert werden. EISENMANN ET AL. [19] ergänzen, dass in mehrseitigen Märkten Einnahmen von verschiedenen Marktseiten erzielt und aus strategischen Gesichts-

## 2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie

punkten einzelne Marktseiten subventioniert werden können. Als relevantes Kriterium für einen zwei- bzw. mehrseitigen Markt gelten Interdependenzen zwischen Nutzern sowie Netzwerkeffekte zwischen den Marktseiten [90]. Zur Vereinfachung der Begriffsverwendung werden im Folgenden sowohl zwei- als auch mehrseitige Märkte zusammenfassend als mehrseitige Märkte bezeichnet.

Komplementär zur Definition mehrseitiger Märkte beschreibt EVANS [94] mehrseitige Plattformen als Plattformen, bei denen zwei oder mehrere verschiedene Kundengruppen mit unterschiedlichen Interaktionsabsichten involviert sind und Netzwerkeffekte zwischen den Nutzern erzeugt werden. Nach HAGIU und WRIGHT [88] ist bei mehrseitigen Plattformen jede Marktseite mit der Plattform durch eigene Initiativen oder Investitionen verbunden, wie beispielsweise in Form von monetären Aufwänden für Zutrittsgebühren. Außerdem übernimmt bei mehrseitigen Plattformen der Intermediär die Kontrolle über die Schlüsselemente und Bedingungen der Interaktion [88]. Aufgrund der Differenzierung des Plattformbegriffes in Kapitel 2.1.1 entspricht eine mehrseitige Plattform dem marktorientierten Plattformbegriffsverständnis, womit der Plattformanbieter ein Plattform-Geschäftsmodell betreibt.

Anhand der wertschöpfungsorientierten Perspektive werden in Bild 7 konkrete Varianten von ein- und mehrseitigen Märkten differenziert:

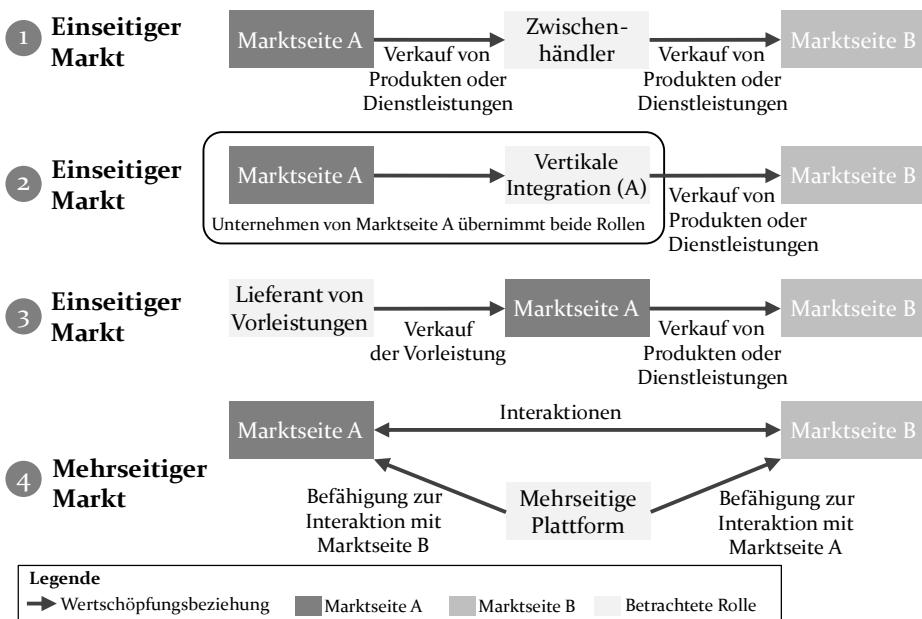


Bild 7: Unterscheidung einseitiger und mehrseitiger Märkte in Anlehnung an [88]

Ein erstes Fallbeispiel für einen einseitigen Markt sind Zwischenhändler, welche die Kontrolle über Produkte und Services für den Weiterverkauf besitzen. Ein zweites Beispiel stellen Unternehmen dar, die externe Prozessschritte in den eigenen Wertschöpfungsprozess integrieren und anschließend ein finales Produkt oder ein Service einem Kunden verkaufen. Im dritten Beispiel für einen einseitigen Markt stellen Unternehmen als Zulieferer in einer Wertschöpfungskette lediglich Inputleistungen bereit. Dem gegenüber grenzt sich ein mehrseitiger Markt mit einem Plattformangebot ab, indem eine direkte Beziehung zu zwei Marktseiten aufgebaut und die beiden Seiten jeweils für eine Interaktion befähigt werden. [88]

Während in einem einseitigen Markt Anbieter ihre Einnahmen nur durch Interaktionen mit einer Kundengruppe erzielen, besitzen mehrseitige Märkte bei Plattform-Geschäftsmodelle die Besonderheit, dass unterschiedliche Preismodelle für verschiedene Anwendergruppen einsetzbar sind [19, 91]. Insbesondere die Auswirkungen der Preisgestaltung auf die Akquisition und das Nutzerwachstum einer mehrseitigen Plattform wurden bereits vielfach erforscht [45, 91, 95].

Als Besonderheit mehrseitiger Märkte sowie von Plattform-Geschäftsmodellen zeigt sich, dass durch verstärkende Mechanismen immer weitere Nutzer einer Plattform beitreten, wodurch Plattformanbieter mit den steigenden Erträgen weitere Nutzergruppen subventionieren können. Daraus resultieren in einigen mehrseitigen Märkten im Endkundenbereich eine dominierende Marktstellung von Plattformanbietern (z. B. im Kreditkartenmarkt) bis hin zu einer monopolistischen Marktmacht (z. B. PC-Betriebssysteme). An dieser Stelle ist anzumerken, dass sich eine Monopolisierung in mehrseitigen Märkten nur unter bestimmten Voraussetzungen und Marktmerkmalen bildet, wie beispielsweise im Falle hoher Wechselkosten für Nutzer [19]. Als eine der entscheidenden Marktmechanismen gelten Netzwerkeffekte, die im Kapitel 2.2.5 detailliert erläutert werden.

#### **2.2.4 Zusammenfassung relevanter Begriffsdefinitionen**

Zusammenfassend werden für den weiteren Verlauf der Dissertation entsprechend der vorausgehenden Erläuterung relevante Begriffe im Kontext digitaler Plattformen wie folgt definiert:

## 2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie

Tabelle 4: Übersicht relevanter Begriffsdefinitionen

Begriff	Definition für die vorliegende Dissertation
Plattform	Zweigeteilte Definition als technische sowie als marktorientierte Plattform erforderlich.
Technische Plattform	Eine technische Architektur, die mit modularem Aufbau die Basis für die Entwicklung von Produkten und Innovationen darstellt.
Markt-orientierte Plattform	Ein Intermediär, der für zwei oder mehrere Marktteilnehmer geschäftliche Interaktionen ermöglicht oder vereinfacht.
Digitale Plattform	Zweigeteilte Definition als digitale technische sowie als digitale marktorientierte Plattform erforderlich.
Digitale technische Plattform	Erweiterbares softwarebasiertes System mit Grundfunktionalitäten sowie darauf aufbauenden modularen Artefakten als Basis für weiterführende Softwareanwendungen.
Digitale markt-orientierte Plattform	Intermediär, der mithilfe digitaler Technologien geschäftliche Interaktionen von zwei oder mehreren Marktteilnehmern ermöglicht oder vereinfacht.
Plattform-Geschäftsmodell	Wertversprechen und -bereitstellung eines Unternehmens für zwei oder mehrere unternehmensexterne Kundengruppen durch das Angebot einer marktorientierten Plattform mit der Zielsetzung eines profitablen Geschäfts.
Plattform-anbieter	Ein Unternehmen, das ein Plattform-Geschäftsmodell am Markt für weitere Unternehmen zur Nutzung anbietet.
Plattform-nutzer	Jegliche Nutzer eines Plattformangebotes unabhängig der Bereitstellung oder Inanspruchnahme einer Leistung.
Mehrseitige Plattform	Plattformangebot für Plattformnutzer, die in zwei oder mehrere Nutzergruppen mit unterschiedlichen Interaktionsabsichten untergliedert werden können, und somit in einem zwei- oder mehrseitigen Markt agieren. Eine mehrseitige Plattform entspricht somit der marktorientierten Plattform.
Aufgrund der fokussierten wertschöpfungsorientierten Perspektive in der vorliegenden Forschungsarbeit sowie für einen flüssigen Lesefluss werden, falls nicht explizit anderweitig spezifiziert, im weiteren Verlauf digitale marktorientierte Plattformen als digitale Plattformen bezeichnet.	

## 2.2.5 Netzwerkeffekte

Als entscheidender Grund für den Erfolg von Plattformen zählt die Skalierung der Plattformnutzer mittels Netzwerkeffekten [96]. Dementsprechend werden nachfolgend die Grundlagen und Arten von Netzwerkeffekten sowie deren Einfluss auf Plattformen zum aktuellen Stand der Forschung dargelegt. Diese dienen als Basis für die Analyse der verschiedenen Arten von Netzwerkeffekten in Kapitel 6.1.

### Grundlagen zu Netzwerkeffekten

In mehreren Branchen konnten Unternehmen im 20. Jahrhundert in linearen Wertschöpfungsprozessen durch Größenvorteile angebotsseitige Skaleneffekte erzeugen, wodurch sie mit Effizienz- und Mengenvorteilen Bereitstellungs- und Produktkosten reduzierten und sich im Wettbewerb durchsetzten (u. a. Unternehmen in der Stahl-, Chemie- und Automobilindustrie) [17, 97]. Bei angebotsseitigen Effekten wird allerdings nicht in Betracht gezogen, dass der Wert eines Produktes oder eines Services auch von der Anzahl weiterer Nutzer sowie kompatibler Produktangebote abhängig sein kann [98]. Dieser Fall wird von SHAPIRO und VARIAN [97] als nachfrageseitiger Skaleneffekt beziehungsweise als Netzwerkeffekt definiert. Während angebotsseitige Skaleneffekte aufgrund der steigenden Komplexität von Organisationen sowie natürlicher Produktionsgrenzen limitiert sind, können nachfrageseitige Skaleneffekte, vorwiegend bei digitalen Angeboten, mit geringen Grenzkosten wachsen und sich zunehmend verstärken [97]. Aus diesem Grund werden Netzwerkeffekte als die entscheidenden Wirkmechanismen für das schnelle Wachstum und den Erfolg von digitalen Plattformen bezeichnet [96]. Netzwerkeffekte etablieren sich, wenn durch den Beitritt eines Nutzers ein Mehrwert für weitere Nutzer geschaffen wird, sodass alternative Produkte nur bedingt einen ähnlichen Wert erzeugen können [99]. Daher entstehen Netzwerkeffekte nur in Märkten, in denen für Nutzer die Teilnahme von weiteren Nutzern von Bedeutung ist (z. B. für persönliche Interaktionen) oder von der Teilnahme anderer Nutzer profitieren können. Neben der reinen Teilnehmeranzahl können weitere Faktoren (z. B. die Identität der Nutzer) einen zusätzlichen Einfluss auf die Wertentstehung einnehmen. [100]

### Positive und negative Netzwerkeffekte

Netzwerkeffekte werden metaphorisch als Schwungrad-Effekte bezeichnet und stehen der Abwärtsspirale gegenüber, bei dem sich durch negative Einflüsse das Ergebnis stetig verschlechtert [101]. Die Idee des positiven

Schwungrad-Effektes lässt sich auf das Beispiel des Marktplatzes von Amazon in Bild 8 übertragen. Hierbei führt eine Steigerung der Verkäuferanzahl zu einer größeren Auswahlmöglichkeit und somit einem besseren Kundenerlebnis für Käufer, wodurch mehr Kauftransaktionen erfolgen und dadurch weitere Verkäufer bei Amazon beitreten. Gleichzeitig führt ein Wachstum der Plattform zu einer niedrigeren Kostenstruktur pro Teilnehmer, wodurch für Käufer niedrige Preise und ein besseres Kundenerlebnis erzeugt wird, welche wiederum in steigende Transaktionen münden und das Schwungrad weiter antreiben [102].

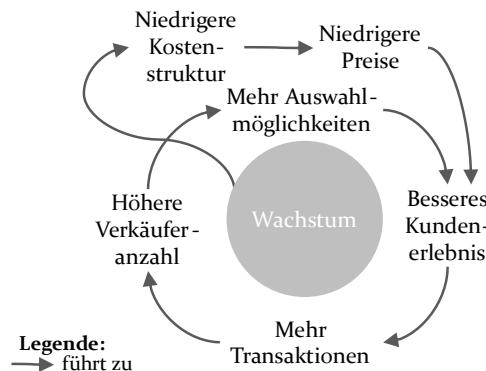


Bild 8: Positiver Schwunradeffekt am Beispiel von Amazon [102]

Netzwerkeffekte werden als Feedbackschleifen angesehen, die durch die Verbindung verschiedener Marktteilnehmer entstehen und sich sowohl positiv als auch negativ ausprägen können [27]. Deren Auftreten ist nicht auf Plattformen beschränkt, sondern kann auch in anderen Geschäftsbereichen oder Märkten beobachtet werden (z. B. positiver Netzwerkeffekt bei der stetigen Ausbreitung eines Kleidungsmodetrends, negativer Netzwerkeffekt bei der Verlangsamung des Verkehrsflusses aufgrund steigender Anzahl an Fahrzeugen im Straßenverkehr) [100].

### Einseitige Netzwerkeffekte

Netzwerkeffekte, bei denen der Wert der Plattform durch die Anzahl der Nutzer aus der gleichen Nutzergruppe erzeugt wird, werden als gruppeninterne Netzwerkeffekte (engl. *within-group external effects* [100]), direkte Netzwerkeffekte [33], gleichseitige oder als einseitige Netzwerkeffekte (eng. *same-side effects* [17, 19]) bezeichnet. In Anlehnung an die einseitige Marktstruktur (siehe Kapitel 2.2.3) wird der Effekt für die vorliegende Forschungsarbeit als einseitiger Netzwerkeffekt bezeichnet und nach EISEN-

MANN ET AL. [19] als Mechanismus definiert, bei dem eine steigende Nutzeranzahl auf einer Seite des Marktes den Wert des Netzwerks für die gleiche Marktseite wachsen oder abnehmen lässt.

Die Besonderheit bei diesem Netzwerkeffekt wird mit dem Metcalfeschen Gesetz (eng. *Metcalf's law*) am Beispiel des Telefonnetzes verdeutlicht, bei dem jeder weitere Netzwerkteilnehmer durch zusätzliche Telefonverbindungen einen nahezu exponentiellen Wertzuwachs für die bereits verbundenen Nutzer erzeugt [27]. Diese Dynamik kann gleichermaßen auf digitale soziale Netzwerke übertragen werden (z. B. Facebook) [79]. Eine Steigerung der Teilnehmerzahlen kann allerdings auch negative Effekte auslösen, sobald zusätzliche Teilnehmer einen negativen Einfluss auf bestehende Nutzer ausüben [19]. Beispielsweise führt eine zunehmende Verkäuferanzahl auf einem Marktplatz zu einer steigenden Konkurrenzsituation und damit zu einer Reduzierung des Wertes für Verkäufer [19].

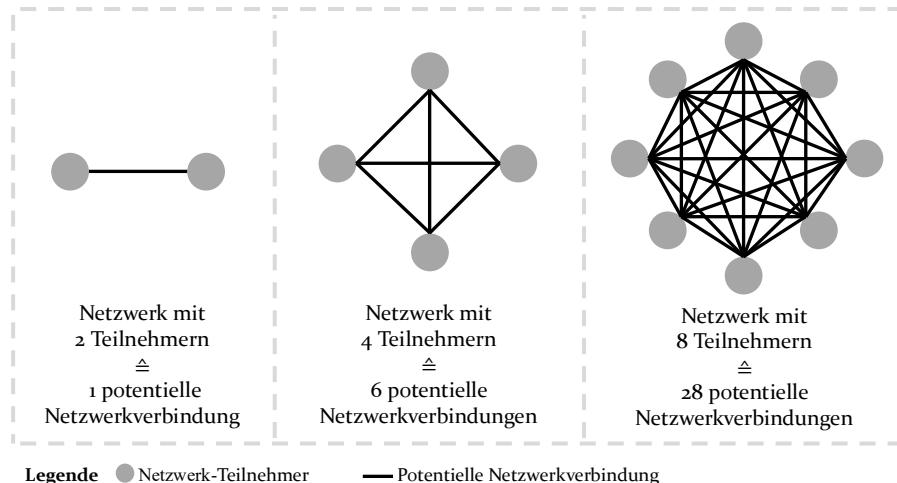


Bild 9: Wachstum eines Netzwerkes entsprechend dem Metcalfeschen Gesetz [103]

### Zweiseitige Netzwerkeffekte

In Abgrenzung zu einseitigen Netzwerkeffekten können marktseitenübergreifende Abhängigkeiten als zweiseitige Netzwerkeffekte (engl. *two-sided* oder *cross-sided network effects* [17, 45]), als indirekte Effekte oder als gruppenübergreifende Effekte (engl. *cross-group externalities* [91] oder *cross-group external effects* [100]) bezeichnet werden. Diese Mechanismen treten in Märkten mit verschiedenen Nutzergruppen bzw. Marktseiten auf [100]. Der zweiseitige Netzwerkeffekt ist als Mechanismus definiert, bei dem durch eine Steigerung der Nutzeranzahl auf einer Marktseite der Wert des

## 2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie

Netzwerke für eine andere Marktseite zu- oder abnimmt sowie auch umgekehrt einen Einfluss nimmt [1, 19]. Marktplätze bilden ein Beispiel für positive zweiseitige Effekte, bei denen der Wert für Verkäufer mit einer zunehmenden Anzahl an potentiellen Käufern steigt und im Umkehrschluss der Wert für Käufer mit einer größeren Auswahl an Verkäufern zunimmt [91, 104]. Negative Dynamiken, die zu einer sinkenden Anzahl der Nutzer führen, treten beispielsweise auf, wenn eine starke Zunahme an Werbetreibenden bei einer Suchplattform den Wert für Nutzer deutlich reduziert [1]. Eine Übersicht zur Differenzierung der Netzwerkeffekte wird in Bild 10 dargestellt.

		Einfluss auf Marktseite	
		Einfluss auf eine Marktseite	Einfluss auf zwei Marktseiten
Auswirkung des Netzwerkeffekts	Positive Dynamik	Positiver einseitiger Netzwerkeffekt (z. B. Telefonnetz, Soziale Netzwerke, ...)	Positiver zweiseitiger Netzwerkeffekt (z. B. Marktplatz zwischen Käufern und Verkäufern, Spielekonsole zwischen Entwicklern und Spielern, ...)
	Negative Dynamik	Negativer einseitiger Netzwerkeffekt (z. B. Konkurrenzsituation zwischen einer zunehmenden Anzahl an Verkäufern auf einem Marktplatz, ...)	Negativer zweiseitiger Netzwerkeffekt (z. B. Übermäßige Anzahl an Werbetreibende für die Anzahl der Nutzer, ...)

Bild 10: Differenzierung anhand der Art und der Auswirkung der Netzwerkeffekte

Zum aktuellen Stand der Technik werden Netzwerkeffekte in den überwiegenden Literaturquellen anhand der in Bild 10 dargestellten vier Ausprägungsformen differenziert [1, 100]. Eine detailliertere Spezifizierung oder eine Klassifizierung nehmen lediglich wenige wissenschaftliche Publikationen vor. Existierende Forschungsansätze werden nachfolgend beschrieben, betrachten allerdings teilweise verschiedene Branchen und nicht explizit ausschließlich digitale Plattformen.

### Physische Netzwerkeffekte

Physische Netzwerkeffekte entstehen als einseitige Effekte, falls in einem physisch verbundenen Netzwerk bei einer Anbindung von zusätzlichen Teilnehmern eine Wertsteigerung für die bisherigen Teilnehmer erzeugt wird. Ein Beispiel stellt das Telefonnetzwerk aus Bild 9 dar [105]. Weitere Beispiele mit dem Einfluss von physischen Netzwerkeffekten bilden Elektrizitäts-, Internet-, Zug- und Straßennetzwerke. Auf Basis einseitiger positiver physischer Netzwerkeffekte ist es Netzwerkbetreibern möglich, aufwändige und kostenintensive physische Netzwerkverbindungen bereitzustellen. Da diese physischen Netzwerke nur bei einer hohen Teilnehmeranzahl rentabel betrieben werden können, nehmen positive Netzwerkeffekte

eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung von Monopolen ein. Aufgrund dieser Position wurden bei den genannten Beispielen bereits einige Netzwerkbetreiber verstaatlicht. [27, 106]

### **Persönliche und soziale Netzwerkeffekte**

Die Prinzipien eines Netzwerkeffektes treten im privaten Umfeld als persönliche und soziale Effekte auf, wenn ein Netzwerkbeitritt von sozialen Faktoren beeinflusst wird. Das Auftreten dieser Netzwerkeffekte ist von der Anzahl sowie Auswahl enger Bezugspersonen abhängig, beispielsweise die Wahl eines Nachrichtendienstes oder bei der gesprochenen Sprache. [99, 100] Bei sozialen Netzwerken, wie Facebook oder LinkedIn, nimmt das persönliche Umfeld Einfluss auf die Beitrittsentscheidung. Charakteristisch für diesen Netzwerkeffekt ist, dass Personen mit ihrer persönlichen Identität auftreten, um Kontakt zu Personen aus ihrem privaten oder beruflichen Leben aufzubauen oder zu pflegen [106]. Darüber hinaus können aufgrund sozialer Einflüsse sogenannte Mitläufereffekte entstehen, da Personen beispielsweise bei der Wahl der Marke ihres Mobiltelefons als Teil einer bestimmten Trendgruppe wahrgenommen werden möchten [106].

### **Technische Standardisierungs-Netzwerkeffekte**

Ein technischer Standardisierungs-Effekt tritt in Netzwerken auf, bei denen sich Kommunikationsprotokolle, wie beispielsweise das Ethernet, als standardisierte Austauschformate verbreiten [106]. Für Nutzer entsteht durch ein wachsendes und kompatibles Netzwerk eine zunehmende Wertsteigerung mit der Nutzung des Kommunikationsprotokolls [100]. Durch steigende Nutzerzahlen kann sich ein technisches System zu einem Standard etablieren, der ab einem gewissen Verbreitungsgrad kaum mehr zu ersetzen ist [106].

### **Datennetzwerkeffekte**

Mit der zunehmenden Digitalisierung und der damit verbundenen Datenverfügbarkeit entwickeln sich zusätzlich Datennetzwerkeffekte. Dieser Netzwerkeffekt ist bisher allerdings noch sehr heterogen und unspezifisch beschrieben. In einer Form tritt diese Ausprägung auf, wenn Anbieter anhand von Nutzerdaten einen Lerneffekt erzielen, der den Wert eines Produktes oder einer Plattform für Nutzer erhöht [107]. Im Idealfall ist mit einer intensiveren Produktnutzung direkt eine Steigerung der Datenverfügbarkeit und somit eine Wertsteigerung verbunden [106]. Wie stark sich der Datennetzwerkeffekt auswirkt, ist allerdings davon abhängig, welchen Einfluss Daten für den Kundennutzen einnehmen [106]. TURCK [108] ver-

weist für diesen Mechanismus darauf, dass insbesondere bei einer Automatisierung der Datenaufnahme und -auswertung sowie mit dem Einsatz maschineller Lernverfahren der Datennetzwerkeffekt schneller wirkt. Aufgrund der Heterogenität sowie Anzahl verfügbarer Daten werden Datennetzwerkeffekte anhand unterschiedlicher Beispiele erläutert. Während Netflix Nutzerdaten und Filmbewertungen für die Optimierung des Vorschlagalgorithmus einsetzt [106], erzielt Google auf Basis der Nutzerdaten individualisierte Suchergebnisse und kann dadurch den Wert der Suchmaschine verbessern [107]. Tesla hingegen steigert den Wert der Fahrzeuge, indem Daten aus eingebauten Sensoren und Kameras für eine Optimierung des autonomen Fahrens verwendet werden [107]. Eine entscheidende Herausforderung im Aufbau des Datennetzwerkeffektes besteht überwiegend darin, die Einwilligung für die Datennutzung von dem Nutzer als Datenerzeuger zu erhalten, da mit Lernprozessen aus den Daten Produkte und Services für alle Kunden verbessert werden [108].

### **Zweiseitige Netzwerkeffekt-Ausprägungen**

Hinsichtlich der zweiseitigen Netzwerkeffekte werden zum Stand der Forschung lediglich mit den Bezeichnungen als indirekte oder gruppenübergreifende Effekte unterschiedliche Begriffe verwendet, beschreiben allerdings jeweils den gleichen Mechanismus [1, 100]. Einzig CURRIER [106] unterscheidet ohne Anwendung einer wissenschaftlichen Methodik auf Basis einzelner Beispiele aus dem B2C-Markt zwischen dem zweiseitigen Marktplatz-Netzwerkeffekt und dem zweiseitigen Plattform-Netzwerkeffekt. Demnach beschreibt der Marktplatz-Netzwerkeffekt die jeweils beidseitige Mehrwertgenerierung bei Vermittlungen oder Online-Marktplätzen. Dem gegenüber adressieren Plattform-Netzwerkeffekte eine gegenseitige Beeinflussung der Marktseiten in Bezug auf technische Funktionen der Plattform, indem beispielsweise beim Kauf eines iPhones neben dem App-Angebot auch das Design oder die Leistungsfähigkeit des Betriebssystems einen Einfluss auf den Kundenwert nimmt. Allerdings fehlt eine detaillierte Beschreibung des Effektes mit weiteren Beispielen und Kriterien. [106]

Die dargestellten Ausprägungen von Netzwerkeffekten basieren zum aktuellen Stand der Forschung nahezu ausschließlich auf Beispielen aus dem Endkundenmarkt und sind nicht spezifisch für industrielle digitale Plattformen ausgerichtet [106]. Welche Ausprägungen in der produzierenden Industrie sowie bei digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie wirken, ist daher aktuell nicht hinreichend erforscht.

### Netzwerkeffekte bei digitalen Plattformen

Sowohl einseitige als auch zweiseitige Netzwerkeffekte stellen relevante Faktoren für das Wachstum und die Wettbewerbsposition digitaler Plattformen dar [109]. PARKER ET AL. [17] verweisen mit Beispielen aus dem Endkonsumentenmarkt darauf, dass Plattformen insbesondere durch positive zweiseitige Netzwerkeffekte einen zunehmenden Wert erzeugen und dadurch gegenüber klassischen Produkt-Geschäftsmodellen entscheidende Vorteile besitzen. Forschungsarbeiten zu Netzwerkeffekten fokussieren bisher vorwiegend die Preis- und Wettbewerbsgestaltungen sowie Dynamiken mit Tendenzen zur Monopolisierung im Sinne eines „*winner-takes-it-all*“-Phänomens durch die Subventionierung von Marktseiten [50, 100]. Allerdings ist die Ausprägung stark von weiteren (Markt-)Faktoren abhängig, wie beispielsweise dem Grad an individuellen Kundenbedürfnissen [19].

Die Forschungsrelevanz resultiert aus der Herausforderung der Plattformanbieter, die zur Entwicklung zweiseitiger Netzwerkeffekte gleichermaßen mehrere Kundengruppen für die Plattformnutzung überzeugen müssen [91]. Aktuelle Forschungsergebnisse zu Netzwerkeffekten bei Plattformen fokussieren allerdings zumeist einzelne Branchen aus dem Endkonsumentenmarkt [50]. Da in diesen Branchen individuelle Personen als eine relativ homogene Marktseite agieren, liegen keine Erkenntnisse zum Einfluss von Netzwerkeffekten bei heterogenen und mehrseitigen Kundengruppen vor [109]. Aufgrund der differenten Marktstrukturen im industriellen B2B-Bereich ist nach PAULI [110] zu erwarten, dass sich Netzwerkeffekte bei industriellen Plattformen im Vergleich zum Endkundenmarkt unterschiedlich ausprägen.

## 2.3 Digitale Plattformen in der produzierenden Industrie

Zur grundlegenden Charakterisierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie wird im nachfolgenden Kapitel zunächst die produzierende Industrie detaillierter erläutert. Darauf aufbauend werden die relevanten Unterschiede von digitalen Plattformen im Endkundenmarkt gegenüber der produzierenden Industrie dargestellt.

### **2.3.1 Definition und Charakteristiken der produzierenden Industrie**

Wirtschaftszweige können in Abhängigkeit der Art der Kunden in einen Geschäftskundenmarkt (Business-to-Business (B2B)-Markt) und einen Endkundenmarkt (Business-to-Consumer (B2C)-Markt) untergliedert werden.

#### **Differenzierung des B2C- und B2B-Marktes**

Ein B2C-Markt beschreibt ein Marktumfeld, bei dem eine Geschäftsbeziehung bzw. eine Vermarktung einer Leistung oder eines Produktes von einem Unternehmen an einen Endabnehmer stattfindet [111]. Im B2C-Markt werden dementsprechend Konsumgüter oder Services gehandelt, die an private Endverbraucher gerichtet sind [112]. Kaufentscheidungen werden durch Privatpersonen getroffen und sind, insbesondere gegenüber dem B2B-Markt, durch einen aufwandsarmen Entscheidungsprozess geprägt. Zudem kennzeichnet sich der B2C-Markt gegenüber dem B2B-Markt durch geringere Transaktionsvolumen, kürzere Verkaufszyklen sowie einer weitaus geringeren Komplexität des Verkaufsprozesses. [113]

Der B2B-Markt adressiert hingegen Verkaufsbeziehungen zwischen zwei oder mehreren Unternehmen, wobei auch staatliche Behörden oder Verbände als Kunden agieren können [114, 115]. Charakteristisch werden Produkte oder Services von Käufern nicht direkt konsumiert, sondern als Investition oder zur Verwertung für die Erzeugung weiterer Leistungen eingesetzt, wodurch die Nachfrage im B2B-Markt von nachgelagerten Abnehmern abhängig ist. Durch komplexe Leistungsangebote im B2B-Markt findet der Verkaufsprozess oftmals formalisiert (z. B. nach Beschaffungsrichtlinien) statt, beinhaltet konkrete vertragliche Vereinbarungen und involviert sowohl auf Verkäufer- als auch auf Käuferseite mehrere Personen aus unterschiedlichen Abteilungen (sog. Multipersonalität). Aufgrund der Einbindung gehandelter Leistungen in unternehmerische Tätigkeiten des Käufers, erfolgt vor der Kaufentscheidung eine ökonomische Leistungsbewertung durch den Kunden (z. B. hinsichtlich Effizienzsteigerungen). [115]

Gegenüber dem B2C-Markt befinden sich im B2B weitaus weniger Marktteilnehmer, sodass potentielle Käufer eine höhere Markttransparenz über verfügbare Angebote besitzen [111]. Die erläuterten Charakteristiken des B2C- und B2B-Marktes werden in Tabelle 5 vergleichend gegenübergestellt und besitzen entscheidenden Einfluss auf die Ausprägung digitaler Plattformen in den jeweiligen Märkten.

Tabelle 5: Differenzierung B2C- zu B2B-Markt in Anlehnung an [111, 113, 116]

Kriterium	B2C-Markt	B2B-Markt
Geschäftsbeziehung	Geschäftsbeziehung zwischen Unternehmen und privaten Endverbrauchern (Kunde als Konsument)	Geschäftsbeziehung zwischen zwei oder mehreren Unternehmen (Kunde als Anwender für die weitere Erzeugung von Leistungen)
Transaktionsvolumen	Geringes Transaktionsvolumen pro Kunde	Teilweise sehr hohes Transaktionsvolumen pro Kunde
Markttransparenz	Geringe Markttransparenz durch viele Anbieter und Nachfrager (private Konsumenten)	Markttransparenz durch teilweise geringe Anzahl potentieller Lieferanten und Käufer innerhalb einer Branche
Einkaufsentscheidung	Kurzer, teils emotional getriebener Entscheidungsprozess des privaten Endkonsumenten	Zeitintensiver, rationaler Entscheidungsprozess mit Einbindung mehrerer Mitarbeiter aus verschiedenen Abteilungen

## Charakterisierung der produzierenden Industrie

Die produzierende Industrie ist durch eine stark heterogene Zusammensetzung geprägt und umfasst verschiedenste Branchen und wertschöpfende Tätigkeiten. Die Abteilung für wirtschaftliche und soziale Angelegenheiten der Vereinten Nationen klassifiziert in einem internationalen Standard produktive Tätigkeiten in Wirtschaftszweige. Entsprechend dieser Klassifizierung beinhaltet die produzierende Industrie alle physischen und chemischen Umwandlungen von Materialien, Stoffen oder Komponenten zur Erzeugung neuer Produkte. Charakteristisch wird der Herstellungsprozess in Fabriken mit entsprechender maschineller Unterstützung durchgeführt. Als Resultate können sowohl Halbfabrikate zur anschließenden Weiterverarbeitung als auch einsatzbereite Produkte zur Anwendung entstehen. Charakteristische Industriezweige sind neben der Lebensmittel-, Textil- sowie Bekleidungsproduktion insbesondere die Elektronikproduktion, der Maschinen- sowie der Motoren- und Fahrzeugbau. [117]

Die produzierende Industrie konnte 2022 mit 7,5 Millionen Beschäftigten einen Gesamtumsatz von 2,1 Billionen Euro erwirtschaften und stellt einen elementaren Wirtschaftszweig für den Wirtschaftsstandort Deutschland

## 2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie

dar. Aus diesem Grund fokussiert die vorliegende Forschungsarbeit explizit diesen Industriezweig. Als wichtiger Industriezweig gilt zudem der Maschinenbau als Branche mit den meisten Arbeitnehmern und dem zweitgrößten Umsatz innerhalb der produzierenden Industrie in Deutschland. [7]

Charakteristische Wertschöpfungsprozesse eines produzierenden Unternehmens lassen sich nach der VDI/VDE GESELLSCHAFT FÜR MESS- UND AUTOMATISIERUNGSTECHNIK [118] in vier unternehmensinterne Wertschöpfungsströme untergliedern. Die verschiedenen Wertschöpfungsprozesse werden im Bild 11 visualisiert und am konkreten Beispiel der Maschinenbaubranche in [P2] konkretisiert. Entsprechend der viergliedrigen Unterteilung der Wertschöpfungsprozesse sind in Kapitel 6.3 Ansätze zur Nutzung von digitalen Plattformangeboten jeweils aus Anwendersicht eines Maschinenbau-Unternehmens dargestellt.

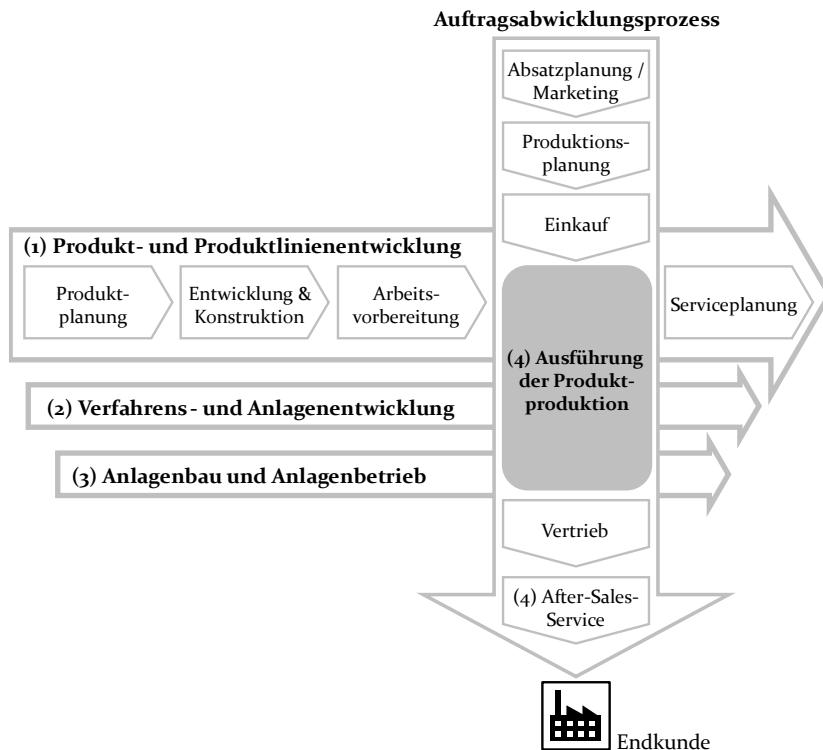


Bild 11: Wertschöpfungsprozesse eines Maschinenlieferanten [118, 119]

In der Produkt- und Produktlinienentwicklung (1) werden von der Entwicklung und dem Engineering neuer Produkte bis zum Produktlinienmanagement Pläne und Produktionsvorschriften entwickelt und anhand von Demonstratoren und Prototypen physisch erprobt. Die Verfahrens- und

Anlagenentwicklung (2) adressiert die Planung und Entwicklung der Produktionsanlagen zur Herstellung der zu verkaufenden Maschinen, beispielsweise in Form von Versuchsanlagen. Im Anlagenbau und Anlagenbetrieb (3) werden die Produktionsanlagen schließlich für die Fertigung aufgebaut, in Betrieb genommen sowie auch rückgebaut. Die industrielle Fertigung der Maschine als Endprodukt erfolgt in der Wertschöpfungskette der Produktproduktion und des After-Sales-Services (4). Hierbei wird sowohl die Herstellung der teilweise nach Kundenwünschen angepassten Produkte durchgeführt als auch weitere After-Sales-Services angeboten. Aus Nutzersicht kann ein produzierendes Unternehmen für seine Produktionsanlagen selbst After-Sales-Services in Anspruch nehmen. [18]

Durch den stetig wachsenden globalen Wettbewerb steht die deutsche produzierende Industrie aktuell vor diversen Herausforderungen. Neben kontinuierlich wachsenden Anforderungen bezüglich einer Steigerung der Produktqualität sowie einer Reduzierung der Produktionskosten sind zusätzlich eine stärkere Kundenorientierung mit kundenindividuellen Produkten in kürzeren Entwicklungszyklen und somit kürzeren Markteintrittszeiten zu erfüllen. [8] Diese Herausforderungen werden in der produzierenden Industrie einerseits durch neue technologische Entwicklungen im Zuge technischer Innovationen in der Industrie 4.0 adressiert. Andererseits steigt die Bedeutung der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle mit veränderten Organisations-, Partner- und Wertschöpfungsstrukturen. In diesem Themengebiet werden digitale Plattformen als ein vielversprechender Ansatz eingeordnet, bei dem produzierende Unternehmen in den entstehenden Wertschöpfungsstrukturen entscheidende Rollen einnehmen, ihre Innovationsfähigkeit ausbauen sowie globale Marktanforderungen erfüllen können. [65]

Aus diesen Gründen adressiert die vorliegende Arbeit explizit digitale Plattformen für die produzierende Industrie, die durch B2B-Geschäftsbeziehungen geprägt sind. In der Literatur zur Forschung über Plattformen erfolgt dabei nicht immer eine präzise branchenspezifische Differenzierung, sodass generell zwischen dem B2C- und dem B2B-Markt unterschieden wird [84]. Durch den gewählten Fokus auf die produzierende Industrie innerhalb des B2B-Marktes fließen in der vorliegenden Forschungsarbeit sowohl die spezifischen Charakteristiken aus dem produzierenden Umfeld als auch die Charakteristiken einer B2B-Geschäftsbeziehungen mit ein. Die Abgrenzung des betrachteten Forschungsbereichs wird durch Bild 12 grafisch visualisiert.

## 2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie

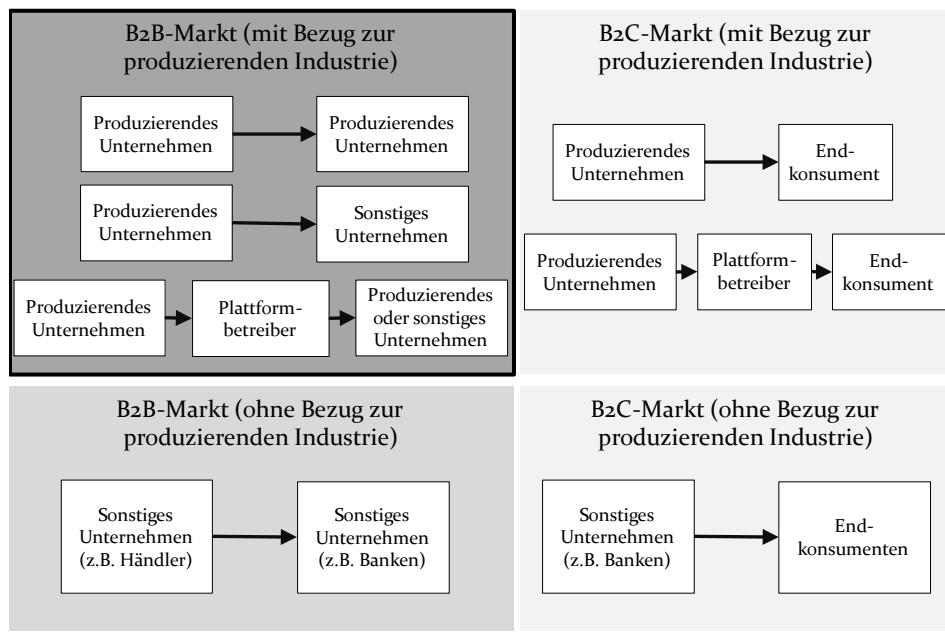


Bild 12: Differenzierung des B2B- und B2C-Marktes anhand skizzierter Geschäftsbeziehungen und Bezug zur produzierenden Industrie in Anlehnung an [114]

### 2.3.2 Besonderheiten digitaler Plattformen im Endkundenmarkt

Unternehmen, wie Amazon, Alibaba oder Facebook, konnten sich im Endkundenmarkt mit Plattformangeboten etablieren und mit einem enormen Wachstum eine hohe Marktkapitalisierung erreichen [2]. Aufgrund des zentralen Plattformgeschäftes werden diese Unternehmen nach SCHMIDT [3] als Plattform-Unternehmen bezeichnet. Die insbesondere in Amerika ansässigen Unternehmen gelten als Treiber der Plattformökonomie, wohingegen europäische sowie deutsche Unternehmen bisher nicht an deren Erfolg anschließen konnten [120]. Auffallend ist hierbei, dass die wertvollsten Plattform-Unternehmen jeweils den Endkundenmarkt fokussieren [3].

Die Entstehung und Ausprägung digitaler Plattformen im Endkundenmarkt ist mit der technischen Entwicklung und Ausbreitung des Internets sowie den Möglichkeiten zur automatisierten Datenspeicherung und -verarbeitung eng verbunden [121]. Neben technischen Treibern trugen zudem neue Wertversprechen zum Plattformerfolg bei, indem Kundenanforderungen hinsichtlich einer stärkeren Serviceorientierung, einer Individualisierung des Angebots sowie einer kollaborativen Nutzung von Produkten

und Services erfüllt werden konnten [122]. Als weitere Gründe für die Etablierung der Plattformen im Endkundenbereich gelten die Reduzierung von Transaktionskosten und von Bürokratie sowie die globale Verbreitung und damit verbundene hohe Nutzerzahlen [84, 123]. Bild 13 stellt einige renommierte Plattform-Unternehmen aus dem Endkundenmarkt im Zeitverlauf ihrer Gründung dar.

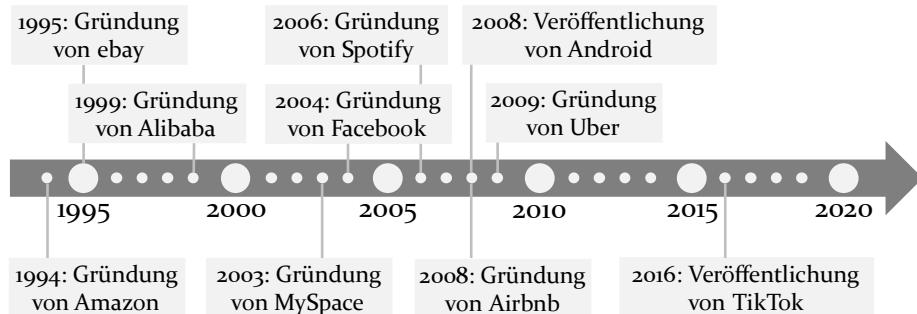


Bild 13: Gründung von Plattform-Unternehmen im Endkundenmarkt im Zeitverlauf in Anlehnung an [124]

Die vielfach zitierte Aussage von GODWIN [125], dass Uber als größtes Taxi-Unternehmen der Welt keine Fahrzeuge besitze oder Airbnb als weltweit größter Übernachtungsanbieter keine Hotels besitze, verdeutlicht die Art neuer Wertversprechen der Plattform-Geschäftsmodelle. Eine hohe Aufmerksamkeit erhalten im B2C-Bereich Plattformangebote, die sich auf das Vermitteln von Produkten oder Services zwischen Anbietern und Nachfragern (im englischen sog. *Matchmakers*) konzentrierten [123, 126].

Insgesamt zeigt sich für den Endkundenbereich ein umfangreiches Marktumfeld an Plattformangeboten. Forschungsergebnisse sind aus diesem Grund nicht zwingend auf weitere Plattformausprägungen übertragbar, weswegen sich Analysen häufig auf einzelne Branchen oder explizite Plattformbeispiele fokussieren (z. B. E-Commerce-Plattformen [127, 128]). Zudem zeigen sich fundamentale Differenzen zwischen Plattformen im Konsumenbereich gegenüber der produzierenden Industrie, die im Folgenden erläutert werden.

### 2.3.3 Besonderheiten digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie

Insbesondere praxisnahe Publikationen von Industrieverbänden betrachten digitale Plattformen mit explizitem Fokus auf das produzierende

## 2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie

Gewerbe, wie die Veröffentlichungen der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften e.V. (acatech) [15], des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) [38], des Zentralverbands Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI) [129], der Plattform Industrie 4.0 [16] sowie des Bundesverbands der Deutschen Industrie e.V. (BDI) [11] in zeitlich aufsteigender Reihenfolge zeigen. Gegenüber den etablierten Plattformbeispielen aus dem B2C-Markt befindet sich die Plattformökonomie in der produzierenden Industrie noch in einem Anfangsstadium. Für das produzierende Gewerbe wird deswegen zukünftig eine hohe Bedeutung der Plattformökonomie prognostiziert, wonach sich in den Industriezweigen noch neue Marktteilnehmer sowie veränderte Wertschöpfungsstrukturen etablieren könnten. [15]

In Publikationen zu Plattformen im industriellen Kontext finden vorwiegend zwei verschiedene Richtungen Beachtung [11]:

Einerseits werden Plattformkonzepte dargestellt, die aus dem Endkundenmarkt direkt auf die Industrie übertragen wurden, wie beispielsweise Amazon for Business, Alibaba B2B Marketplace oder Mercateo Online-Marktplatz. Diese Plattformangebote versprechen eine hohe Markttransparenz sowie geringe Transaktionskosten, um in der Industrie Einkaufs- und Vertriebsprozesse von standardisierten Produkten zu optimieren. [84]

Andererseits werden in der Literatur mit der Verbreitung und Weiterentwicklung des Internets der Dinge (engl. *Internet of Things (IoT)*) sowie der Industrie 4.0-Konzepte zunehmend Plattformen im Produktionsumfeld adressiert [84, 130]. Für diese Plattformen existieren unterschiedlichste Bezeichnungen (u. a. IoT-Plattformen, Industrial IoT (IIoT)-Plattformen, Industrielle Plattformen [25]), wobei teilweise eine differente Begriffssemantik zugrunde liegt. Grundsätzlich adressieren diese Plattformausprägungen ein heterogenes Partner- und Wertschöpfungsnetz mit verschiedenen Unternehmen aus den Bereichen Software, Hardware, Systemintegration, Datenanalyse oder Kommunikationstechnik [131].

Aktuell sind neben IT-Konzernen, wie Amazon und Microsoft, sowie etablierten Industrieunternehmen, wie Siemens und Bosch, zusätzlich Start-ups, wie XOM Materials und Chemondis, bestrebt, Plattformlösungen im industriellen B2B-Markt zu positionieren [84]. Zum aktuellen Zeitpunkt ist festzustellen, dass die Wertschöpfung in den klassischen Industriezweigen der produzierenden Industrie noch nicht durch Plattformlösungen dominiert wird [84]. Inwieweit Potentiale und Mechanismen der Plattformökonomie aus dem Endkundenbereich auch im industriellen Umfeld wirken,

ist zum jetzigen Stand noch nicht beantwortet [23]. Die Erstveröffentlichung bzw. Gründung der genannten Plattformbeispiele im industriellen Gewerbe sind in Bild 14 im Zeitverlauf eingezzeichnet. Hierbei zeigt sich, dass die aus dem B2C-Markt übertragenen Plattformangebote bereits länger am Markt sind (z. B. Alibaba B2B Marketplace) als Plattformen aus dem IoT-Kontext (z. B. Siemens MindSphere).

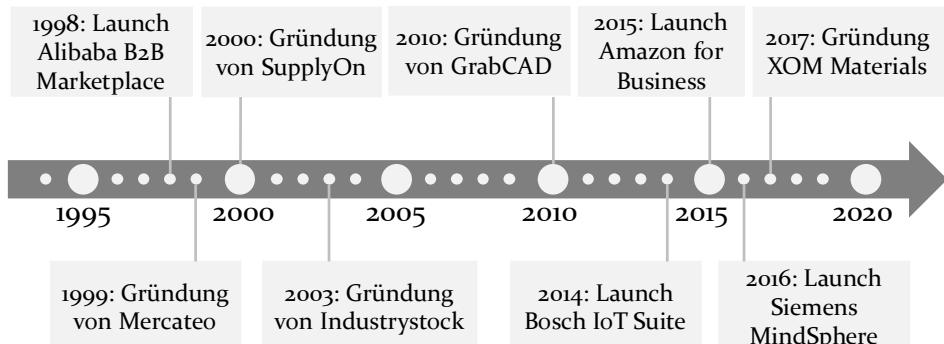


Bild 14: Gründung von Plattform-Unternehmen sowie Launch von Plattformangeboten im B2B-Markt bzw. in der produzierenden Industrie im Zeitverlauf

Bei der Diskussion und Erforschung von Plattformen im industriellen Umfeld ist darauf hinzuweisen, dass Plattformangebote häufig mit einem technischen Begriffsverständnis betrachtet werden [9]. Insbesondere durch den heterogenen Anbietermarkt folgt eine Intransparenz in Bezug auf den Plattformbegriff sowie Plattformfunktionen, sodass Unternehmen Softwarelösungen als Plattformen bezeichnen und vertreiben, die mit unternehmensinternen Softwarewerkzeugen vergleichbar sind [132]. Während Plattformen hinsichtlich der Entwicklung als Produktinnovation hinreichend adressiert werden, existieren nur marginale Analysen bezüglich potentieller Geschäftsmodellinnovationen sowie der Etablierung neuer Plattform-Geschäftsmodelle [120]. Im Bericht der ACATECH [63] wird darauf hingewiesen, dass für eine erfolgreiche Ausrichtung der Plattformökonomie in der Industrie keine Prozessoptimierungen, sondern die Neugestaltung von flexiblen Wertschöpfungsnetzen mit relevanten Wertversprechen und rentablen Erlösmodellen entscheidend sind. Wie skalier- und monetarisierbare Plattform-Geschäftsmodelle in der produzierenden Industrie aussehen können, ist allerdings noch unklar [14]. Aufgrund der plattform- und industriespezifischen Herausforderungen stellt das Verständnis der Wirkmechanismen und Dynamiken der Wertschöpfungsteilnehmer hierfür einen entscheidenden Faktor dar [133].

### **2.3.4 Vergleich digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie und im Endkundenmarkt**

Im Gegensatz zum Endkundenmarkt besitzt die produzierende Industrie veränderte Voraussetzungen und Marktgegebenheiten, die Einfluss auf die Ausprägung digitaler Plattformen nehmen. Im Folgenden werden die plattformrelevanten Unterschiede zwischen dem Endkundenmarkt und der produzierenden Industrie beziehungsweise dem übergreifenden B2B-Markt anhand folgender fünf Kriterien erläutert: (1) marktorientierte Faktoren, (2) technische Faktoren, (3) Wertschöpfungsakteure, (4) rechtliche Faktoren und (5) strategische Faktoren beim Plattformbeitritt.

Hinsichtlich marktorientierter Faktoren (1) bestehen deutliche Differenzen in der Komplexität der Geschäftsbeziehungen und Marktstrukturen. Endkundenmärkte adressieren in der Regel eine hohe Nutzerzahl, die als homogene Kundengruppe vergleichbare Bedürfnisse besitzt, sodass bei niedrigen Markteintrittsbarrieren leichter Skalierungs- und Netzwerkeffekte entstehen können [130, 134]. Der industrielle B2B-Markt ist hingegen weit aus spezialisierter und erfordert durch die heterogenen Kundengruppen individuelle und dadurch schwieriger zu skalierende Lösungen [14, 134]. Aufgrund dieser differenten Marktstrukturen in der Industrie zeigt sich, dass u. a. der Online-Handel von komplexen und spezifischen Produkten im industriellen Kontext bisher keinen vergleichbaren Einfluss wie B2C-Marktplätze erreichen konnte [84]. Darüber hinaus wird deutlich, dass Vermittlungsleistungen über Plattformen im B2C-Markt einen umfassenden Mehrwert für Kunden erzielen, da mit der Anzahl potentieller Akteure und Endkunden eine weitaus größere Markttransparenz herrscht als in industriellen Branchen, bei denen Unternehmen in der Regel bereits bestehende Geschäftsbeziehungen besitzen [22].

Als weiteren Differenzierungsfaktor bestimmen technische Faktoren (2) die Komplexität des Plattformeinsatzes. Während im Endkundenmarkt wenige, standardisierte Hardware und Kundenschnittstellen etabliert sind (z. B. Anbieter von Spielekonsolen oder Smartphone-Betriebssystemen), existiert in der Industrie eine heterogene Systemlandschaft mit komplexen und unternehmensabhängigen Prozessen sowie eine Vielzahl an Hardware- und Softwareanbietern [134, 135]. Für einen industriellen Plattformanbieter wird es somit erforderlich, eine umfassende Kompatibilität zu Hardwarekomponenten (z. B. Sensoren, Maschinen) und branchenspezifischer Software (z. B. Kommunikationsstandards, Produktionssoftware) aufzubauen [136]. Im Hinblick auf die beteiligten Wertschöpfungsakteure

(3) resultiert aufgrund der heterogenen Industriekunden sowie der komplexen Systemlandschaft der Bedarf, verschiedene Akteure mit explizitem Domänen- und Branchenwissen zu involvieren [137, 138]. Während am Beispiel der Smartphone-Betriebssysteme im B2C-Bereich eine weltweit hohe Anzahl an potentiellen Entwicklern verfügbar ist (u. a. über 30 Millionen registrierte Entwickler bei Apple iOS [139]), erfordert die Heterogenität und Komplexität der Zielmärkte in der Industrie ein Wertschöpfungsnetzwerk aus unterschiedlichen, spezialisierten Unternehmenstypen [140]. Daraus resultieren weitaus komplexere Mechanismen in der Werterzeugung, der Orchestration sowie in der Wertverteilung zwischen den heterogenen Akteuren mit jeweils eigenen geschäftlichen Vorstellungen [25].

Als rechtliche Differenzierungsfaktoren (4) zeigen sich Unterschiede zwischen den Interaktionen mit Privatpersonen gegenüber Interaktionen mit geschäftsorientierten Organisationen. Aufgrund der niedrigeren Transaktionsvolumen und -kosten sowie dem damit verbundenen geringeren finanziellem Risiko erfolgt der Plattformbeitritt im B2C-Markt auf Basis individueller Entscheidungen und oftmals ohne weitere rechtliche Prüfung [134]. Demgegenüber findet im B2B-Markt durch die geschäftsrelevanten Prozesse, die mit einer Plattformnutzung verbunden sind, eine detaillierte Prüfung der Vertragsbestandteile mit einer Evaluation der Auswirkungen statt [51, 140]. Mit den weitaus höheren Plattformbeitrittskosten sowie Transaktionsvolumen bestehen weitreichendere finanzielle Risiken bei Investitionen für Unternehmen. Daher erfolgt in der Regel im B2B-Markt mit der Angebotserstellung, Verhandlung sowie weiteren persönlichen Interaktionen ein deutlich zeitintensiverer Entscheidungsprozess, der bevorzugt mit vertrauten Geschäftspartnern vollzogen wird. [22, 120, 134]

Aus strategischen Gesichtspunkten zum Plattformbeitritt (5) zeigen sich Unterschiede bei der Entscheidungsabwägung im B2C- gegenüber dem B2B-Markt. Unternehmen wägen einen Beitritt hinsichtlich ihrer Interessen, einem möglichen Verlust der Marktmacht, ihrer Wettbewerbsposition und den Auswirkungen auf ihren Kundenkontakt ab. Unternehmen sind aus diesen Gründen weitaus zurückhaltender, sich für eine Plattformnutzung zu entscheiden. [22] Darüber hinaus zeigen Kunden im B2B-Bereich deutlich stärkere Bedenken bezüglich dem Freigeben und Teilen von ihren Daten für weitere Plattformzwecke [141]. Zusammenfassend werden die dargelegten Differenzierungsmerkmale in Tabelle 6 vergleichend gegenübergestellt.

## 2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie

Tabelle 6: Differenzierung digitaler Plattformen im B2C-Markt und im B2B-Markt

Differenzierungs faktoren	Digitale Plattformen im B2C-Markt	Digitale Plattformen im B2B-Markt (insb. in der produzierenden Industrie)
(1) Markt-orientierte Faktoren	Homogene Marktstrukturen mit vergleichbaren Kundenbedürfnissen	Heterogene Marktstrukturen mit individuellen Kundenbedürfnissen
(2) Technische Faktoren	Wenige, etablierte Hardware und Kundenschnittstellen mit geringer Komplexität und Integrationsaufwänden	Heterogene Systemlandschaft im Produktions- und Unternehmensumfeld mit hoher technischer Komplexität für Integrationsaufwände
(3) Wertschöpfungsakteure	Hohe Anzahl an Akteuren als potentielle Leistungsbereitsteller oder -nutzer	Verschiedene Akteure mit explizitem Domänen- und Branchenwissen
(4) Rechtliche Faktoren	Schneller, individueller Entscheidungsprozess zur Plattformnutzung von Privatpersonen, i. d. R. ohne rechtlichen Prüfprozess	Zeitintensiver rechtlicher Prüf- und Entscheidungsprozess in Unternehmen vor der Plattformnutzung
(5) Strategische Faktoren Plattformbeitritt	Plattformnutzung als individuelle Entscheidung ohne geschäftliche Absichten	Plattformnutzung als geschäftsrelevante Unternehmensentscheidung mit strategischer Abwägung

Zum aktuellen Zeitpunkt fallen die Akzeptanz sowie die ökonomischen Auswirkungen von Plattformen im B2B-Markt bzw. in der produzierenden Industrie noch deutlich geringer als im privatem Endkundenmarkt aus [51, 23]. Die vielen Differenzierungsfaktoren zeigen, dass erfolgreiche Plattformansätze aus dem Konsumentenbereich nicht direkt für die produzierende Industrie übertragbar sind [14]. Nach einer ersten Analyse von PAULI ET AL. [25] prägen sich zudem Geschäftsbeziehungen und grundlegende Wirkmechanismen in der Industrie im Vergleich zu anderen Domänen unterschiedlich aus, weswegen Erkenntnisse aus dem B2C nicht direkt übernommen werden können.

## 2.4 Klassifizierungsansätze für Plattformen

Aufgrund der Heterogenität von Plattformen werden in der Forschung erste Klassifizierungsansätze definiert, um eine differenzierte Betrachtung von verschiedenen Plattformarten zu ermöglichen. Diese existierenden Klassifizierungsansätze werden im folgenden Kapitel erläutert sowie strukturiert bewertet, um bestehende Lücken für den weiteren Forschungsbedarf aufzuzeigen.

### 2.4.1 Begriffsabgrenzung einer Klassifikation

Mit der Verbreitung von Plattformausprägungen steigt der Bedarf zur Strukturierung und Klassifizierung von Plattformen. Forschungsarbeiten nehmen zur Klassifizierung allerdings unterschiedliche Begriffsbezeichnungen, Perspektiven sowie Einschlusskriterien an, wodurch in der Literatur eine Vielzahl differenter Ansätze existieren.

Zur Strukturierung eines Themenfeldes werden in der Wissenschaft Taxonomien, Typologien sowie Klassifizierungen verwendet. Als übergreifende Begriffsbezeichnung zählen Klassifizierungen, die dadurch definiert werden, dass bei ihnen Entitäten basierend auf ähnlichen Eigenschaften in Gruppen gegliedert werden. Unterschiede zwischen den Entitäten sollten dabei innerhalb einer Gruppe minimiert und zwischen den Gruppen maximiert werden [142]. Unter Taxonomien sind Strukturierungen zu verstehen, die aufgrund einzelner Merkmale die Konzeptualisierung eines Phänomens unterstützen, zumeist einen empirischen Ausgangspunkt besitzen und ursprünglich durch die Biologie geprägt sind [143, 144]. Eine Typologie verfolgt hingegen das Ziel, zahlreiche Beispiele aufgrund gemeinsamer Merkmale auf eine geringe Anzahl an Klassen zu reduzieren, dient als heuristisches Mittel mit einem konzeptionellen Ausgangspunkt und ist von den Sozialwissenschaften geprägt [145]. Insgesamt ist festzustellen, dass die Begriffe Taxonomie, Typologie sowie Klassifizierung von Autoren häufig gleichwertig verwendet werden [144, 146].

Anhand einer Literaturrecherche zu Taxonomien, Typologien sowie Klassifizierungen für digitale Plattformen konnten bestehende Ansätze aus der Forschung sowie der Praxis identifiziert werden. In den folgenden Kapiteln 2.4.2 und 2.4.3 werden diese hinsichtlich eines vorhandenen Industriefokus untergliedert. Die Auflistung soll einen Überblick existierender Plattformklassifizierungen sowie gewählter Perspektiven und Unterscheidungsmerkmale aus praxisnahen sowie wissenschaftlichen Publikationen dar-

## **2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie**

stellen. Aufgrund der wertschöpfungsorientierten Perspektive der vorliegenden Dissertation wird der Fokus auf Klassifizierungen gelegt, die Plattformen anhand marktorientierter und nicht auf Basis technischer Kriterien einordnen.

### **2.4.2 Plattformklassifizierungen ohne Fokussierung auf die produzierende Industrie**

Die folgenden Klassifizierungsansätze von Plattformen basieren größtenteils auf Beispielen aus dem Konsumentenmarkt und sind daher nicht auf spezifische Ausprägungen des industriellen Marktes ausgerichtet.

#### **Austausch- und Innovationsplattformen**

STAUB ET AL. [147] untergliedern digitale Plattformen aus einer Geschäftsmodellperspektive in vier Plattformarchetypen. Die ersten zwei Archetypen werden als Innovationsplattformen definiert, die nach einem *Software-as-a-Service (SaaS)*-Prinzip mit einem Abonnement-Bezahlmodell abgerechnet werden und zur Kollaboration zwischen verschiedenen Nutzergruppen beitragen sollen. Während der erste Archetyp auf Unternehmen ausgerichtet ist und am Beispiel von Sablono als Software in der Baubranche die Aktivitäten verschiedener Akteure im Bauprozess transparent abstimmt, adressiert der zweite Archetyp private Endkunden (z. B. Allthing mit einer Softwarelösung zur besseren Abstimmung von Immobilieneigentümern, -verwaltern, und -mietern). Die zwei weiteren Formen stellen Austauschplattformen dar, die als Marktplätze eine Vermittlungsleistung anbieten und Einnahmen über Provisionsgebühren erzielen. Diese werden wiederum zwischen der Ausrichtung auf Unternehmen (z. B. Wunderflats zur Vermittlung von Wohnungen für Mitarbeitende) und Privatkunden (z. B. Houzz zur Vermittlung von Wohnungseinrichtungsideen) differenziert. Insgesamt erfolgt in der Klassifizierung lediglich eine Differenzierung zwischen zwei generischen Formen der Austausch- und Innovationsplattformen, die sich zusätzlich anhand der Orientierung für den B2C- oder B2B-Markt untergliedern.

#### **Handels-, informations- und finanzvermittelnde Plattformen**

Die Klassifizierung nach EVANS [87] differenziert zwischen *Market-Maker* als Befähiger von Interaktionen zwischen Akteuren (z. B. Einkaufszentren, Ebay), *Audience-Maker* als Vermittler von Unterhaltungsangeboten (z. B. Zeitungen) sowie *Demand-Coordinator* als Anbieter spezifischer Produkte, bei denen der Anbieter nicht weiter in die Transaktionsvermittlung involviert ist (z. B. Microsoft Windows). Der Autor weist allerdings bereits in

Bezug auf den Demand-Coordinator darauf hin, dass innerhalb der Kategorie heterogene Beispiele vorliegen, die nicht eindeutig zueinander differenziert sind. Eine vergleichbare Klassifizierung nimmt PEITZ [148] mit folgenden vier Plattformklassen vor: Handelsplätze zur Vermittlung zwischen Verkäufern und Käufern für Produkte und Services (z. B. Markthallen, Amazon Marketplace), Medienplattformen zur Bereitstellung von Informationen und Werbung (z. B. Zeitungen), Partnervermittlungen zur Koordination von Personen auf Partnersuche, sowie Softwareplattformen, die sowohl zur Vermittlung zwischen Softwarenutzern und -entwicklern als auch zur Bereitstellung von integrierten Softwarefunktionen dienen (z. B. Microsoft Windows). PEITZ [148] nennt allerdings selbst bereits weitere, nicht zugeordnete Beispiele und verdeutlicht die Unvollständigkeit dieser Klassifizierung.

### **Transaktions-, Innovations-, integrierte u. Investmentplattformen**

In der vielfach zitierten Plattformtypisierung von EVANS und GAWER [149] wird in einer Analyse von 176 Plattformunternehmen, die größtenteils aus dem Konsumentenmarkt stammen, zwischen vier grundlegenden Ausprägungen differenziert. Als Transaktionsplattform werden Intermediäre definiert, die den Austausch zwischen verschiedenen Nutzern, Käufern oder Lieferanten erleichtern. Als Beispiele werden u. a. Uber, eBay, Netflix oder LinkedIn zugeordnet und repräsentieren ca. 90 % der analysierten Unternehmen. Als zweiter Plattformtyp werden Innovationsplattformen abgegrenzt, die für Unternehmen als Basis für weiterführende, komplementäre Technologien, Produkte oder Services dienen (z. B. Microsoft, Intel, Salesforce). Externe Innovatoren werden mit diesem Plattformtyp befähigt, komplementäre Lösungen zu entwickeln und dienen als Magnete für weitere Produkte oder Services. Der dritte Plattformtyp der integrierten Plattformen kombiniert die Transaktions- und Innovationsplattformen, indem sowohl eine Vermittlung von Transaktionen zwischen Akteuren (z. B. Apple App Store) als auch eine Befähigung von Innovation auf der Plattform ermöglicht werden (z. B. Apple iOS). Als vierter Plattformtyp werden Investmentplattformen definiert, bei denen Investoren als Holdinggesellschaft in einem Portfolio für verschiedene Unternehmen standardisierte Geschäftsprozesse und einheitliche IT-Infrastrukturen verwenden und eine übergreifende Plattformstrategie entwickeln (z. B. Rocket Internet). Vergleichbare Plattformklassen definieren auch CUSUMANO ET AL. [27], die gleichermaßen zwischen Transaktions- und Innovationsplattform differenzieren sowie auf die Kombination der beiden Plattformtypen hinweisen.

Insgesamt bildet diese Plattformklassifizierung sehr generische Beschreibungen der Plattformtypen, die bisher auf einer Datenbasis aus Beispielen aus dem Endkundenmarkt basieren.

### **Spezifische Plattformklassifikationen ohne B2B-/Industriefokus**

Aufgrund der Vielzahl der heterogenen Plattformausprägungen im Endkundenmarkt definieren einige Autoren sehr spezifische Themenfelder als Plattformklassen. KENNEY [5] verweist hinsichtlich der Bereitstellung von Online-Softwarewerkzeugen (z. B. Github) sowie Finanz- oder Crowdfunding-Plattformen (z. B. Kickstarter) auf weitere Plattformklassen. HERDA ET AL. [77] klassifizieren darüber hinaus digitale Plattformen in fünf verschiedene Ausprägungen: Werbeplattformen für den Verkauf von Daten an Werbetreibende (z. B. Facebook), Cloud-Plattformen für die Vermietung von IT-Infrastrukturen (z. B. Amazon Web Services (AWS)), Produktplattformen für den Vertrieb von Gütern (z. B. eBay) sowie schlanke Plattformen für die Vermittlung von Services (z. B. mytaxi). Zusätzlich werden übergeordnet Industrieplattformen aufgenommen, die Maschinen mit dem Internet und der Produktions-IT verbinden (z. B. Siemens MindSphere).

Die notwendige, detailliertere Betrachtung spezifischer Plattformklassifizierungen für die produzierende Industrie wird im folgenden Kapitel beschrieben.

#### **2.4.3 Plattformklassifizierungen mit Fokus auf die produzierende Industrie**

Aufgrund der zunehmenden Relevanz von Plattformen in der produzierenden Industrie werden in der Literatur erste Ansätze zur Plattformklassifizierung mit einem Industrie- bzw. Unternehmensfokus definiert.

#### **Branchenspezifische und -übergreifende Plattformen**

Eine Klassifizierungsform von industriellen Plattformen differenziert danach, ob das Plattformangebot für eine spezifische Branche oder branchenübergreifend generisch aufgebaut ist. PIRVAN ET AL. [150] gliedern Plattformen nach branchenspezifischen und -übergreifenden Zielmärkten sowie nach technologiezentrierter und technologiebreiter Abdeckung. RAUEN ET AL. [38] wählen als Differenzierungskriterien neben den Branchenspezifika die Art des gehandelten Gutes (digitales vs. physisches Gut) sowie den Plattformzugang (offener vs. geschlossener Zugang) und identifiziert dafür acht Kombinationsmöglichkeiten für Plattformklassen. Bei den Plattformklassifizierungen anhand der Branchenspezifizierung ist anzumerken, dass

dadurch keine detaillierten Aussagen bezüglich grundsätzlicher Wirkmechanismen von Plattformen mit verschiedenen Wertversprechen abzuleiten sind und sich heterogene Plattformangebote nur bedingt trennscharf einordnen lassen.

### **Transaktionszentrierte und datenzentrierte Plattformen**

Mit Fokus auf industriellen Beispielen sowie grundlegenden Funktionsweisen von Plattformen unterscheiden VON ENGELHARDT ET AL. [83] transaktionszentrierte und datenzentrierte Plattformen. Eine transaktionsorientierte digitale Plattform bietet eine Vermittlung von Angebot und Nachfrage, ermöglicht die Durchführung von Transaktionen und unterstützt die Reduktion von Transaktionskosten. Eine datenzentrierte digitale Plattform hingegen fokussiert die Vernetzung, Kompatibilität und Interoperabilität zwischen Systemen und Daten, sodass ein datenbasiertes Gesamtsystem mit komplementären Produkten entsteht. Die zwei beschriebenen Plattformausprägungen sind vergleichbar mit den Plattformtypen Transaktions- sowie Innovationsplattform von EVANS und GAWER [149].

Der BDI [11] greift die Differenzierung in transaktions- und datenzentrierten Plattformen auf und gliedert diese zusätzlich in fünf Subtypen. Die transaktionszentrierten Plattformen werden hierbei in drei Subtypen gegliedert: Marktplätze, Retail- und Fertigungsplattformen für die Vermittlung von Geschäftstransaktionen, Supply-Chain-/Logistikplattformen für die Koordination von Logistikprozessen sowie Vernetzungsplattformen für eine digitale, unternehmensübergreifende Zusammenarbeit. Die datenzentrierten Plattformen sind einerseits in IIoT-Plattformen für die Vernetzung der Produktionsprozesse, Produkte und Maschinen, sowie andererseits in Daten(transaktions-)plattformen für einen Datenaustausch unabhängig von Produktionsprozessen (z. B. Wetterdaten) untergliedert. Bei dieser Klassifizierung erfolgt allerdings keine Erläuterung anhand welcher Kriterien eine trennscharfe Abgrenzung zwischen den Ausprägungen vorgenommen wird.

### **Marktplatz- und industrielle IoT-Plattformen**

Vergleichbar mit der transaktions- und datenzentrierten Klassifizierung nehmen RAUEN ET AL. [38] für Beispiele aus dem Maschinen- und Anlagenbau eine zweigeteilte Plattformklassifizierung vor. Während digitale Marktplätze den Handel physischer Güter oder Services adressieren, ermöglichen industrielle IoT-Plattformen die Vernetzung von Maschinen und Anlagen mittels einer digitalen, cloudbasierten Infrastruktur zur Verwendung eigener oder fremder Services. Weitere Autoren, wie SEITER und

AUTENRIETH [151] oder LERCH und JÄGER [152], differenzieren gleichermaßen Plattformen in der produzierenden Industrie zwischen Marktplätzen und industriellen IoT-Plattformen. Darüber hinaus werden in der Literatur für einzelne Plattformtypen weitere Subtypen untergliedert. Beispielsweise unterscheiden TÄUSCHER und LAUDIEN [74] sechs spezifische Marktplatztypen und OBERMAIER und MOSCH [103] vier verschiedene IoT-Plattformtypen.

### **Detaillierung der Marktplatz- und IoT-Plattformen**

In einer Clusteranalyse digitaler B2B-Plattformen ergeben sich nach WORTMANN ET AL. [153] fünf verschiedene Plattformtypen, die sich grundsätzlich in Intermediärs- und technische Plattformen untergliedern. Innerhalb der Intermediärsplattformen finden sich zwei- bzw. mehrseitige Märkte, die eine Interaktion zwischen verschiedenen Akteuren ermöglichen (z. B. Airbnb), Service-Plattformen, die einen spezifischen Service für eine gezielte Kollaboration anbieten (z. B. Dropbox), sowie IoT-basierte Intermediäre, die aufbauend auf der Nutzung einer IoT-Plattform eine Vermittlung durchführen (z. B. Tatio). Innerhalb der Klasse der technischen Plattformen wird differenziert zwischen IoT-Plattformen, die von Unternehmen für Smart Services in einem Pipeline-Geschäftsmodell erworben werden, sowie smarte IoT-Plattformen, bei denen Anbieter neben der IoT-Plattform zusätzlich eigene Smart Services, beispielsweise über einen App-Store, bereitstellen.

Mit Fokus auf IoT-Plattformen formulieren HODAPP ET AL. [154] acht verschiedene Archetypen von Geschäftsmodellen. Zwar werden die Wertversprechen und Einkommensmechanik adressiert, allerdings basieren die Differenzierungen insbesondere auf technischen Unterscheidungskriterien, wie beispielsweise dem Gerätemanagement, der Konnektivität oder der Datenauswertung. Insgesamt ist festzustellen, dass eine Vielzahl von Klassifizierungen im Umfeld der IoT-Plattformen technische Differenzierungskriterien fokussieren. Beispielsweise greifen LEMPERT und PFLAUM [155] die Charakteristiken der Datenmodellierung, der Informationssicherheit und der Gerätekonnektivität als Klassifikationskriterien auf. Darüber hinaus fokussieren ARNOLD ET AL. [156] sowie BLASCHKE ET AL. [157] die technischen Architekturen der Plattforminfrastrukturen zur Abgrenzung der IoT-Plattformen. Die umfassende Anzahl Klassifizierungen mit technischen Differenzierungsmerkmalen tragen jedoch keine Erkenntnisse zur wertschöpfungsorientierten Gestaltung von Plattformangeboten bei, weshalb in dieser Forschungsarbeit keine Klassifizierung anhand technischer Faktoren erfolgt.

#### 2.4.4 Fazit der existierenden Plattformklassifizierungen

Die Vielzahl der Plattformklassifizierungen zeigt den heterogenen Markt an Plattformen sowie das differente Plattformverständnis. Die Mehrheit der Ansätze orientieren sich am Endkundenmarkt (siehe Kapitel 2.4.2), wodurch Plattformklassen ohne Bezug zum industriellen Umfeld definiert werden (z. B. Medienplattformen oder Partnervermittlungen [148]). Des Weiteren ist festzustellen, dass innerhalb der Plattformklassifikationen teilweise sowohl ein technisches als auch marktorientiertes Plattformbegriffsverständnis vorliegt und somit keine einheitliche Begriffsverwendung als Basis dient (siehe GAWER u. CUSUMANO [85]).

Die existierenden Plattformklassifizierungen werden entsprechend der Ausrichtung der vorliegenden Dissertation gegenübergestellt. Anhand der folgenden acht Kriterien wird jeweils ein Klassifizierungsansatz aus den Abschnitten in den Kapiteln 2.4.2 und 2.4.3 bewertet (siehe Tabelle 7):

- Fokus B2C- bzw. B2B-Markt: Die Klassifizierung basiert auf einer überwiegenden Anzahl an Plattformbeispielen und Charakteristiken aus dem B2C- oder dem B2B-Markt.
- Umfassende Datenbasis: Die Entwicklung der Klassifizierung erfolgt mindestens anhand von 20 Praxisbeispielen, die jeweils auch in die einzelnen Klassen eingesortiert werden können.
- Übergeordnete Klassifizierung: Die Klassifizierung besitzt den Anspruch, alle verfügbaren Plattformenangebote einzubeziehen und ist nicht auf eine spezifische Ausprägung spezialisiert.
- Spezifische Klassifizierung: Die Klassifizierung besitzt die Einschränkung lediglich eine bestimmte Art einer Plattform zu betrachten und zu kategorisieren (z. B. Marktplätze).
- Geschäftsmodell-Charakteristiken: Die Abgrenzung der Plattformklassen erfolgt anhand der Elemente des Geschäftsmodells (siehe Kapitel 2.2.1).
- Technische Architekturkriterien: Die Differenzierung der Plattformklassen erfolgt anhand technischer Architekturbestandteile (z. B. Art der Datenmodellierung, -analyse und -visualisierung, Gerätekonnektivität, Maßnahmen zur Informationssicherheit, ...).
- Aufbereitung der Wertschöpfungsnetze: Zur Differenzierung der Plattformklassen werden unterschiedliche Wertschöpfungsnetze definiert, in denen Rollen von Plattformnutzern differenzierbare Wertversprechen erhalten sowie bereitstellen.

## 2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie

Tabelle 7: Übersicht der Bewertung existierender Klassifizierungsansätze

Autoren	Bewertungs-kriterien							
	Fokus B2C-Markt	Fokus B2B-Markt	* Praxisbeispiele als Datenbasis (>20)	* Übergeordnete Klassifizierung	Spezifische Klassifizierung	Geschäftsmodell - Charakteristiken	Technische Architekturkriterien	* Aufbereitung der Wertschöpfungsnetze
STAUB ET AL. [147]	X	X		X		X		
EVANS [87]	X			X		X		
EVANS & GAWER [149]	X		X	X		X		
KENNEY [5]	X			X				
HERDA ET AL. [77]	X			X		X		
PÎRVAN ET AL. [150]		X		X		X		
ENGELHARDT ET AL. [83]	X	X		X		X		
BDI [11]		X	X	X		X		
WORTMANN ET AL. [153]		X	X	X		X	X	
HODAPP ET AL. [154]		X	X		X	X		
LEMPERT & PFLAUM [155]		X			X		X	
ARNOLD ET AL. [156]		X	X		X		X	

Legende: X = Kriterium zutreffend

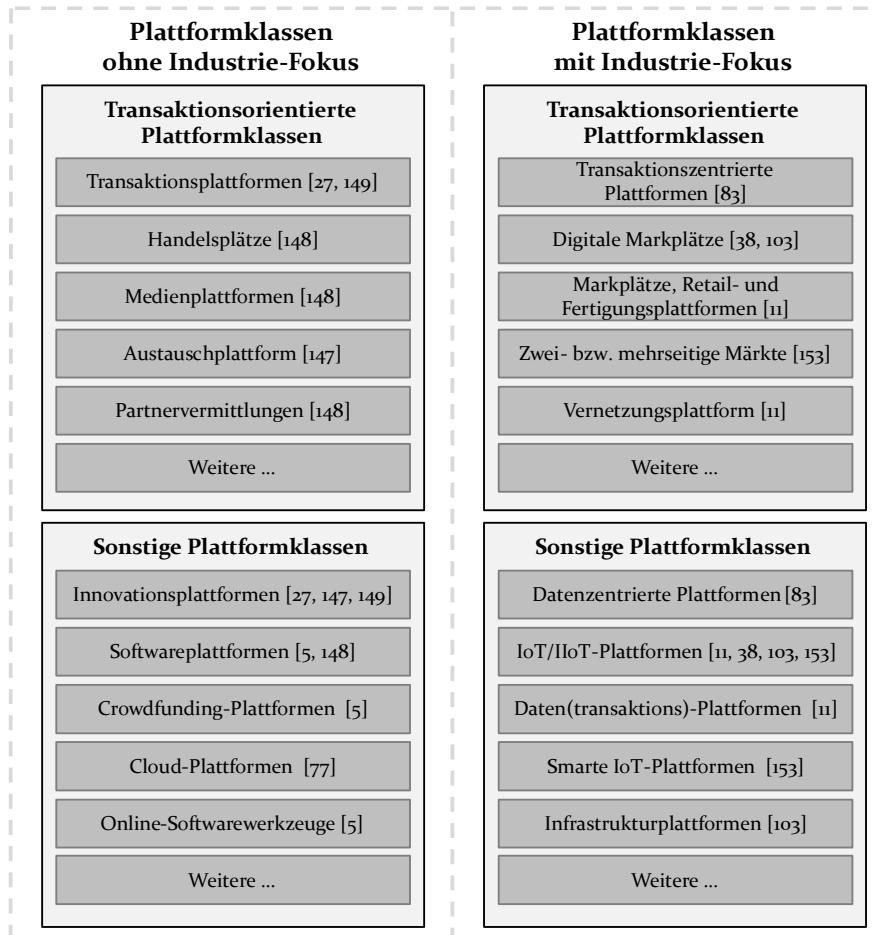
\* In der vorliegenden Forschungsarbeit fokussierte Kriterien

Eine Auswahl verwendeter Begrifflichkeiten in den existierenden Plattformklassifikationen wird in Bild 15 dargestellt und in Bezug auf einen vorhandenen Fokus auf die Industrie differenziert.

Die Bewertungsübersicht der existierenden Plattformklassifizierungen zeigt, dass keine Klassifizierung eine übergeordnete Strukturierung für den B2B-Markt bietet, die eine ausreichende Datenbasis, einen reinen Fokus auf Geschäftsmodell-Elemente sowie eine Aufbereitung der Wertschöpfungsnetze mit einbezieht. Darüber hinaus ist festzuhalten, dass eine Vielzahl an Klassifizierungsansätzen keine transparente und robuste Differenzierung zwischen den Plattformklassen definiert und nur wenige eine

umfassende Anzahl an Praxisbeispielen als Basis der Strukturierung verwenden. Zusätzlich dient keine der betrachteten Plattformklassifizierungen als Basis einer weiterführenden Differenzierung von Marktdynamiken und plattformbasierten Wirkmechanismen.

In Bild 15 wird die Ähnlichkeit der transaktionsorientierten Plattformklassen gegenüber einer Vielzahl heterogener Beschreibungen der sonstigen Plattformausprägungen deutlich.



Legende: [Zahl] zeigt Literaturquellen, welche die Plattformklasse zur Differenzierung verwenden

Bild 15: Übersicht und Gliederung von ausgewählten existierenden Plattformklassen

Der Großteil der existierenden Klassifizierungsansätze unterscheidet insbesondere Plattformen mit einem Transaktionscharakter, die sowohl nicht-digitale Handelsplätze, wie z. B. Einkaufszentren [148], als auch digitale Markt- und Vermittlungsplätze, wie z. B. Ebay [158], beschreiben.

## *2 Stand der Technik und Forschung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie*

Marktplatz- und Vermittlungsplattformen werden hierbei in einigen Publikationen abstrahiert als transaktionszentrierte Plattformen zusammengefasst (siehe ENGELHARDT ET AL. [83] sowie EVANS und GAVER [149]). Gleichermaßen wird besonders im industriellen Kontext auf Plattformausprägungen aus dem IoT-Kontext verwiesen, die sich allerdings in den Klassifizierungen anhand verschiedener Kriterien unterschiedlich abgrenzen und kein homogenes Verständnis darstellen (siehe OBERMAIER und MOSCH [103] sowie WORTMANN ET AL. [153]).

Insgesamt liegt eine Vielzahl an Ansätzen zur Klassifizierung von Plattformen vor, die in Abhängigkeit von den einbezogenen Plattformbeispielen, dem gewählten Abstraktionsgrad, dem Plattformbegriffsverständnis sowie der Differenzierungskriterien unterschiedliche Resultate liefern. Insbesondere mit Fokus auf digitale Plattformen aus der produzierenden Industrie zeigt die Analyse der existierenden Klassifikationen, dass eine trennscharfe Differenzierung der Plattformausprägungen anhand einer wertschöpfungsorientierten Perspektive bislang fehlt und keine fundierte Beschreibung einer etablierten Klassifizierung vorhanden ist. Dementsprechend können hinsichtlich der Ausprägung von Wertschöpfungsstrukturen sowie der geschäftlichen Wirkmechanismen keine fundierten Ableitungen stattfinden und damit für Unternehmen und die wissenschaftliche Forschung kein differenzierbares Plattformverständnis geschaffen werden. Der daraus resultierende Forschungsbedarf sowie die gewählte Forschungsmethodik werden im nachfolgenden Kapitel erläutert.

# **3 Forschungsbedarf und -methodik**

Auf Grundlage des zuvor dargestellten Standes der Technik und Forschung wird nachfolgend der Forschungsbedarf abgeleitet und die Forschungsthese formuliert. Daran anschließend erfolgt die Erläuterung der gewählten wissenschaftlichen Methodik zur Schließung der Forschungslücke.

## **3.1 Forschungsbedarf**

Digitale Plattformen stellen aufgrund domänenübergreifender Einflussfaktoren sowie geschäftlicher Entwicklungspotentiale ein umfassendes und dadurch komplexes Forschungsgebiet dar [1]. Entsprechend dem in Kapitel 2 beschriebenen Stand der Forschung und Technik können einzelne Aspekte des Forschungsbedarfs für die vorliegende Dissertation abgeleitet werden.

### **Forschungsbedarf hinsichtlich plattformspezifischer Erkenntnisse**

Die in Kapitel 2.2.2 erläuterten unterschiedlichen Charakteristiken der linearen Produkt-Geschäftsmodelle gegenüber den Plattform-Geschäftsmodellen zeigen deutliche Differenzen in Bezug auf die Wertschöpfungskette, Wertversprechen, Zielkunden, Ertragsmechanik sowie Marktmechanismen auf. Hinsichtlich einer potentieller Veränderung etablierter wissenschaftlicher Grundsätze in Bezug auf geschäftliche Strategien oder ökonomische Wirkzusammenhänge bedarf es daher weiterer Grundlagenforschung explizit für digitale Plattform-Geschäftsmodelle [1]. Darüber hinaus verweisen EISENMANN ET AL. [19] auf die fehlende Übertragbarkeit erfolgreicher Strategien aus einseitigen Märkten auf die weitaus komplexeren mehrseitigen Märkte und verdeutlichen dadurch die Notwendigkeit einer fundierten Plattformerforschung. Fehlende Erkenntnisse in Bezug auf die geschäftliche Funktionsweise von Plattformen erfordern zudem die Analyse grundlegender digitaler plattformspezifischer Charakteristiken [1].

### **Forschungsbedarf mit Fokussierung auf die produzierende Industrie**

Zum aktuellen Stand der Forschung liegen zahlreiche Forschungserkenntnisse vor, die ohne weitere Spezifizierung generell auf Plattformen bezogen sind (z. B. Auftreten des „Winner-take-all“ Effektes [100]) oder explizit für den Endkonsumentenmarkt adressiert sind (z. B. Netzwerkeffektausprägungen [106]). Da Plattformangebote allerdings in den unterschiedlichsten Branchen auftreten (u. a. im Finanz-, Transport- und Gesundheitssektor),

sind branchenunspezifische Erkenntnisse nur bedingt auf die produzierende Industrie übertragbar [1]. Im Gegensatz zu sehr erfolgreichen Plattform-Geschäftsmodellen im B2C-Markt [3] bestehen für die produzierende Industrie spezifische Herausforderungen im Aufbau, der Orchestration sowie Monetarisierung der Plattform-Geschäftsmodelle [14]. Im Hinblick auf industrielle Branchen adressieren allerdings bislang einige Forschungsansätze technische Plattformaspekte [155, 156], wohingegen Erkenntnisse in Bezug auf ökonomische Mechanismen fehlen [65].

Die Gegenüberstellung von Plattformen im B2C-Markt und der produzierenden Industrie in Kapitel 2.3.4 zeigt deutliche Unterschiede hinsichtlich marktorientierter, technischer und rechtlicher Einflussfaktoren. Deshalb können existierende Plattformansätze, -strategien und -klassifizierungen aus dem B2C-Markt nicht direkt auf die produzierende Industrie übertragen werden [14, 141].

Während für einzelne Branchen bereits spezifische Forschungserkenntnisse vorliegen (z. B. dem Mobiltelefonanbietermarkt), bedarf es für jede weitere Branche die spezifischen Strukturen, Dynamiken und Strategien im Kontext digitaler Plattformen mit einzubeziehen. Aus diesem Grund resultiert der Forschungsbedarf, Erkenntnisse hinsichtlich der Wirkungsprinzipien und -mechanismen der Plattformökonomie in der produzierenden Industrie für Unternehmen aus industriellen Branchen aufzuzeigen [15].

### **Forschungsbedarf zur Erläuterung verschiedener Plattformausprägungen innerhalb der produzierenden Industrie**

Die übermäßige Verwendung des Plattformbegriffs führt zu einem heterogenen Plattformverständnis mit unterschiedlichsten Plattformausprägungen [24]. Da allerdings in Abhängigkeit von der Ausprägung der Plattform differenzierte Geschäftsmodelle sowie Maßnahmen im Aufbau und dem Management der Plattform durchzuführen sind, sollten die grundlegenden strukturellen Unterschiede zwischen den Plattformarten berücksichtigt werden [76, 159]. Aufgrund der hohen Bandbreite verschiedener Plattformausprägungen leitet LERCH ET AL. [23] den Bedarf zur Strukturierung und Clusterung verschiedener Plattformtypen im Bereich der Industrie ab. Zwar existieren erste Ansätze zur Plattformklassifizierung, allerdings konnte sich noch keine umfangliche Differenzierung etablieren [122]. Entsprechend der Analyse existierender Plattformklassen in Kapitel 2.4 konnte zum aktuellen Zeitpunkt keine Klassifizierung Plattformausprägungen innerhalb der produzierenden Industrie aus einer wertschöpfungsorientierten Perspektive trennscharf differenzieren. Dementsprechend verweisen PETRIK und HERZWURM [160] auf die Forschungslücke konkreter Muster in

Bezug auf Plattformen und Plattform-Geschäftsmodelle mit industriellen Charakteristiken. Die dadurch fehlende Grundlage zur Erläuterung differenter Plattformausprägungen, Wirkmechanismen und Wertangeboten führt zu einem unklaren Plattformverständnis in der produzierenden Industrie und verdeutlicht den erforderlichen Bedarf der weiteren Erforschung.

### Forschungsbedarf zur Differenzierung der Marktmechanismen

Um für Unternehmen, insbesondere im produzierenden Mittelstand, ein besseres Verständnis der grundlegenden ökonomischen Plattformmechanismen zu schaffen, formulieren ENGELS ET AL. [15] sowie LERCH ET AL. [23] den Bedarf einer detaillierten Analyse und Klassifizierung betrieblicher Effekte. Hierbei führen pauschalisierte Plattformerkenntnisse zu Missverständnissen und Fehlinterpretationen über die Funktionsweise und Marktmechanismen von Plattform-Geschäftsmodellen [15, 18]. Dementsprechend sollte eine umfassende Übersicht auftretender Marktmechanismen erstellt werden [161]. In existierenden Ansätzen werden zwar gezielte Entscheidungen und Investitionen zur Bepreisung der einzelnen Marktseite erforscht (siehe Kapitel 2.2.3) [27], allerdings erfolgen hinsichtlich der Netzwerkeffekte keine differenten Ausprägungen spezifisch für den industriellen Markt. MCINTTYRE und SRINIVASAN [109] verweisen bei der Erforschung von Netzwerkeffekten auf die komplexen Strukturen, sodass neben pauschalen Aussagen zur Existenz von Netzwerkeffekten eine weitaus detailliertere Strukturierung für einen Erkenntnisgewinn erforderlich ist. Um ein Verständnis dieser Plattformmechanismen für die produzierende Industrie zu erlangen, sind daher tiefgreifende Untersuchungen erforderlich. Der dringende Forschungsbedarf entsteht nach TIWANA ET AL. [34] vorwiegend dadurch, dass ohne ein Verständnis der Wechselwirkungen die Potentiale eines Plattform-Geschäftsmodells nicht adressiert werden und der geschäftliche Erfolg ausbleibt.

Aufgrund der Relevanz eines übergreifenden, grundsätzlichen Verständnisses digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie sowie der aktuellen Forschungslücke leitet sich der Forschungsbedarf nach einer Klassifizierung von Plattformausprägungen und Wirkmechanismen für die vorliegende Dissertation ab. Um dies aus einer einheitlichen Perspektive zu erfüllen, wird für die vorliegende Forschungsarbeit die wertschöpfungsorientierte Perspektive gewählt (siehe Kapitel 2.2.1). Dem Forschungsbedarf steht die Herausforderung gegenüber, dass trotz der Heterogenität sowie hohen Anzahl existierender Plattformausprägungen trennscharfe Plattformklassen entwickelt und ein verbessertes Plattformverständnis bei der

Zielgruppe geschaffen werden muss. Zusammenfassend leitet sich für die vorliegende Dissertation folgende Forschungsthese ab:

*Digitale Plattformen können in der produzierenden Industrie anhand einer wertschöpfungsorientierten Perspektive in verschiedene, trennscharfe Plattform-Muster klassifiziert werden.* Die Überprüfung der These beinhaltet zusätzlich die Evaluierung, ob die Plattform-Muster eine Differenzierung von Wertschöpfungsstrukturen sowie Wirkmechanismen ermöglichen.

## 3.2 Forschungsanforderungen und -vorgehen

Zur Untersuchung der definierten Forschungsthese werden im folgenden Kapitel zunächst die Forschungsanforderungen definiert, das Forschungsvorgehen strukturiert und die gewählte Forschungsmethodik erläutert. Anhand der Integration wissenschaftlich anerkannter Methoden wird sichergestellt, dass die Forschungsanforderungen erfüllt und damit sowohl relevante Erkenntnisse für die Forschung als auch nutzenorientierte Ergebnisse für Unternehmen erzielt werden.

### Forschungsanforderungen

Entsprechend der Zielsetzung der vorliegenden Dissertation sowie des aufgezeigten Forschungsbedarfs können konkrete Forschungsanforderungen abgeleitet werden. Als grundsätzliche Anforderung ergibt sich, dass anhand der Forschungsergebnisse die geschäftlichen Funktionsweisen von Plattformangeboten in Wertschöpfungsnetzen in der produzierenden Industrie sowie darin auftretende Wirkmechanismen systematisch für die Zielgruppe erklärbar sein sollen. Als weitere Anforderung gilt es, die Analyse und Erläuterung aus einer einheitlichen Perspektive durchzuführen, bei der keine technischen und geschäftlichen Merkmale undifferenziert vermischt werden. Weiterhin soll die Erforschung das aktuelle Verständnis der produzierenden Industrie berücksichtigen und dementsprechend eine umfassende Bandbreite digitaler Plattformen integrieren. Darüber hinaus besteht die Anforderung, dass die Plattformklassifizierung widerspruchsfrei formuliert sowie visualisiert erläutert ist. Anwender aus der Industrie sollen dadurch eine Übersicht an Kriterien zur Analyse digitaler Plattformangebote erhalten, die es ermöglicht, Differenzierungen sowie daraus resultierende Auswirkungen auf das Plattform-Geschäftsmodell einzurichten. Weitere konkrete Anforderungen werden als Schluss- und Evaluierungskriterien der Klassifikation in Kapitel 4.2 definiert.

## Forschungsvorgehen

Bei der Erforschung digitaler Plattformen besteht grundsätzlich die Herausforderung, dass Informationen und Daten von Plattformanbietern hinsichtlich des Plattform-Designs und -Managements für Forschende nicht direkt zugänglich sind [1]. Aus diesem Grund weisen REUVER ET AL. [1] darauf hin, dass Forschungen basierend auf öffentlich zugänglichen Daten sowie Wertschöpfungsnetzanalysen realisierbare Ansätze darstellen. Für die Systematisierung eines Themengebietes empfehlen CHASIN ET AL. [162] einen empirischen Ansatz, bei dem Objekte ähnlicher Eigenschaften mittels eines induktiven Vorgehens gruppiert werden. Verschiedene Forschungsdomänen verwenden zur Systematisierung und Charakterisierung eines Themengebietes Klassifizierungen bzw. konkrete Taxonomien. Nach NICKERSON ET AL. [146] stellen diese einen wichtigen Ansatz sowohl in der Forschung als auch im Management von Unternehmen dar, um komplexe Themengebiete zu analysieren und Verständnis zu schaffen. WAND ET AL. [163] verweisen zudem darauf, dass ohne einen strukturierenden Rahmen in Forschung und Praxis, die Abstrahierung, Kommunikation und Anwendung von Erkenntnissen problematisch ist.

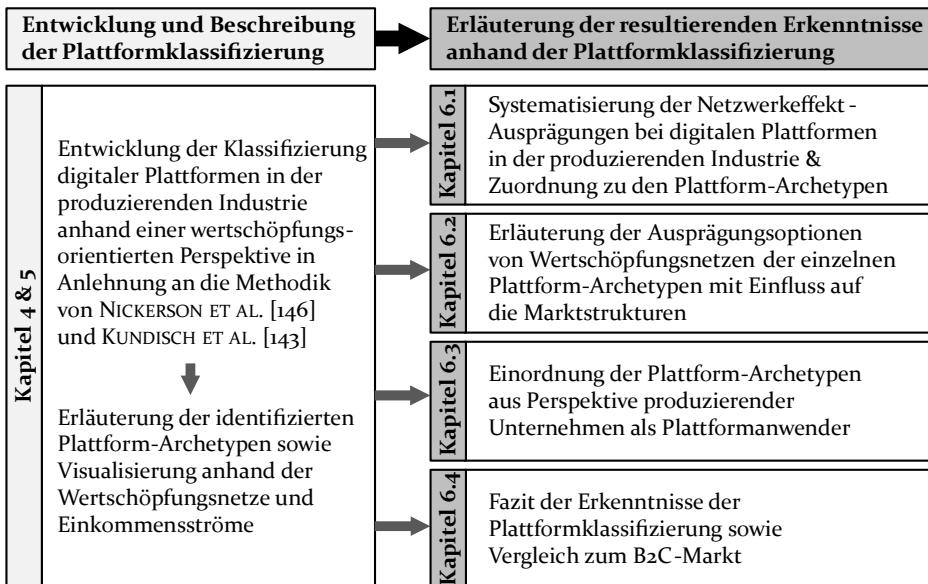


Bild 16: Gewähltes Forschungsvorgehen

Wie in Bild 16 dargestellt, gliedert sich das Forschungsvorgehen in die zwei übergeordneten Handlungsstränge der Entwicklung und Beschreibung der Plattformklassifizierung (Kapitel 4 und 5) sowie der Erläuterung der daraus

resultierenden Erkenntnisse insbesondere hinsichtlich der Wirkmechanismen und Wertschöpfungsstrukturen (Kapitel 6). Entsprechend der entwickelten Klassifikation werden im Anschluss identifizierte Plattformarchetypen detailliert beschrieben und anhand der Wertschöpfungsnetze und Einkommensströme visualisiert. Im zweiten Handlungsstrang erfolgt aufbauend auf der Plattformklassifizierung die differenzierte Ableitung, Zuordnung und Erläuterung der Erkenntnisse der Marktmechanismen sowie Wertschöpfungsstrukturen. Zusätzlich werden die Plattformarchetypen aus der Sichtweise eines produzierenden Unternehmens als Plattformanwender kombiniert und daraus Potentiale abgeleitet. Eine abschließende Gegenüberstellung der auf die produzierende Industrie fokussierten Erkenntnisse mit dem Endkundenmarkt schließt das Forschungsvorgehen ab.

### **3.3 Vorgehensweise zur Klassifizierung digitaler Plattformen**

Zur Erforschung und Einordnung digitaler Plattformen sowie zur Überprüfung der Forschungsthese erfolgt in Kapitel 4 die Entwicklung einer Klassifizierung zu digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie. Die Vorgehensweise wird an die Entwicklung einer Taxonomie nach NICKERSON ET AL. [146] sowie deren Weiterentwicklung durch KUNDISCH ET AL. [143] angelehnt und in die fünf Phasen Problemidentifizierung und Motivation (1), Definition der Zielsetzung (2), Design und Entwicklung (3), Demonstration und Evaluation (4) sowie Kommunikation (5) gegliedert.

#### **Phase 1: Problemidentifizierung und Motivation**

In der ersten Phase wird zunächst die grundlegende Problemstellung und Motivation für die Klassifizierung identifiziert und formuliert. Hierzu erfolgt die Spezifizierung des Forschungsgegenstandes sowie die Ausrichtung der Klassifizierung anhand potentieller Anwender. Zusätzlich wird die Zielgruppe identifiziert und charakteristisch beschrieben. [143]

#### **Phase 2: Definition der Zielsetzung**

Mit dem Beginn der zweiten Phase zur Definition der Zielsetzung werden Meta-Charakteristiken formuliert, die als generische Merkmalsausprägungen eine Orientierung für die zu entwickelnden Charakteristiken vorgeben (Schritt 2.1). Meta-Charakteristiken sind direkt mit der Zielsetzung und der Zielgruppe verbunden und beugen einer überhöhten Anzahl sowie unnötigen Breite der Charakteristiken vor. Im Anschluss werden die Abschlusskriterien und Evaluierungsziele festgelegt, die erreicht werden sollen

(Schritt 2.2). Die Abschlusskriterien enthalten sowohl objektive Kriterien, die eindeutig und unabhängig bewertbar sind (z. B. mindestens ein zugeordnetes Objekt zu jeder Charakteristik), als auch subjektive Kriterien, die eine entsprechende subjektive Einschätzung erfordern (z. B. Erklärbarkeit) [146]. Den Abschluss der Phase bildet die Definition der Evaluierungsziele, welche die anvisierten Ergebnisse bei einer Evaluierung der Klassifizierung beschreiben [143].

### Phase 3: Design und Entwicklung

In der dritten Phase erfolgen das Design und die Entwicklung der Klassifizierung. Grundsätzlich existieren von induktiv-statistischen, induktiv-informellen, über deduktive bis zu simplen intuitiven Ansätzen verschiedene Vorgehensweisen zur Entwicklung einer Klassifizierung. Die Methodik von NICKERSON ET AL. [146] beinhaltet mit einem iterativen Ansatz sowohl die Möglichkeit für ein induktiv-empirisches Vorgehen mit der Analyse konkreter Objekte als auch ein deduktives-konzeptionelles Vorgehen basierend auf Literaturquellen oder Erfahrungen der Forschenden. Sollte für das betrachtete Phänomen eine umfangreiche Datenbasis vorhanden sein, wird durch NICKERSON ET AL. [146] zunächst der induktiv-empirische Ansatz empfohlen. Aufgrund der hohen Anzahl digitaler Plattformen und somit verfügbarer Analyseobjekten wird für den Beginn des Vorgehens der induktiv-empirische Ansatz ausgewählt. Bei diesem Ansatz werden nach der Identifizierung und Modellierung der Objekte (3.1) differenzierende Charakteristiken identifiziert (3.2), in übergeordnete Dimensionen zusammengefasst (3.3) und die Klassifikation anschließend anhand expliziter Archetypen formuliert und visualisiert (3.4). Die Gruppierung erfolgt aufgrund des qualitativen Charakters der Wertschöpfungselemente und den damit fehlenden quantitativen Bewertungsmerkmalen nicht anhand von quantitativen, statistischen Methoden (z. B. statistische Clusteranalyse), sondern auf Basis eines Entscheidungs- und Gruppierungsprozesses der Forschenden. Die Schritte (3.1) bis (3.4) können iterativ mehrere empirische Wiederholungen durchlaufen, um die Klassifizierung durch weitere Objekte und zusätzliche Charakteristiken zu schärfen. Zur Integration der Forschungserkenntnisse und Literaturinhalten werden in Schritt 3.5 entsprechend des konzeptionellen Vorgehens Charakteristiken ergänzt und anschließend in einem iterativen Vorgehen nochmals überprüft.

### Phase 4: Demonstration und Evaluation

Zur Evaluation der Klassifizierung erfolgt in der vierten Phase die Überprüfung der in Phase 2 definierten objektiven und subjektiven Abschlusskrite-

rien sowie der Evaluierungsziele. Insbesondere für die subjektiven Kriterien wird die Einschätzung der mitwirkenden Forschenden sowie Rückmeldungen von Experten oder Anwendern einbezogen. Die Evaluation wird jeweils anhand von Objekten durchgeführt, die in der Entwicklungsphase noch nicht einbezogen wurden. Falls in der Überprüfung Kriterien oder Ziele unzureichend erfüllt sein sollten, wird die vollständige Design- und Entwicklungsphase wiederholt. [143]

### Phase 5: Kommunikation

In der abschließenden fünften Phase der Kommunikation werden die Ergebnisse der Klassifizierung für die Zielgruppe entsprechend visuell aufbereitet und textuell beschrieben, sodass der vorgesehene Zweck erfüllt werden kann. [143]

Das methodische Vorgehen der fünf Phasen wird in Bild 17 dargestellt.

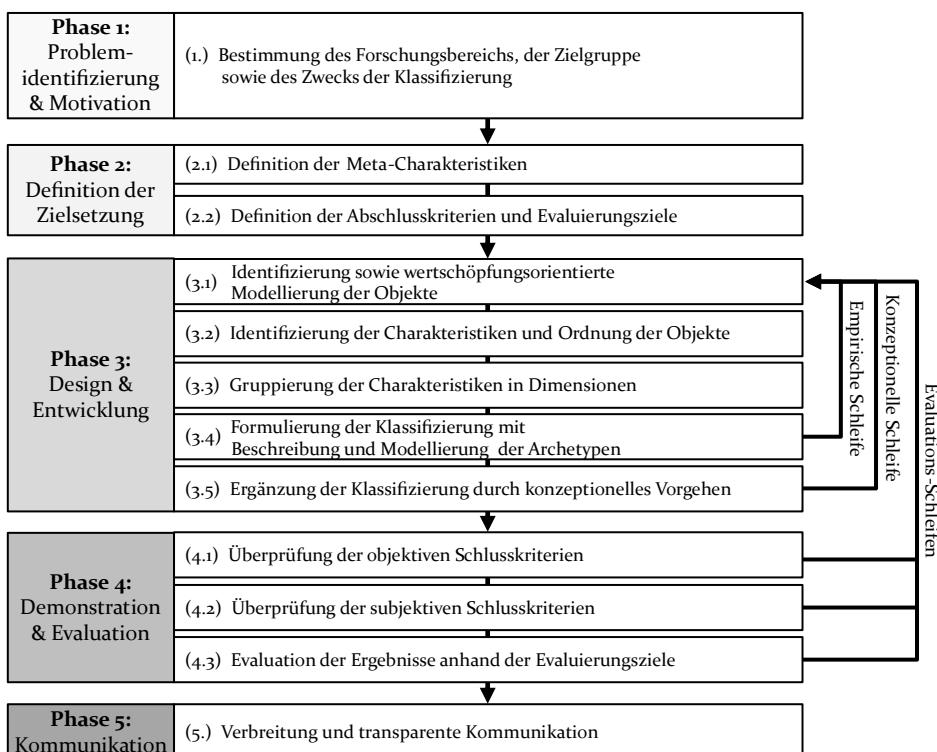


Bild 17: Vorgehen zur Entwicklung der Klassifizierung in Anlehnung an [143, 146]

## **3.4 Modellierungsmethode anhand der wertschöpfungsorientierten Perspektive**

Nach der Identifikation der Plattformbeispiele als Objekte in Phase 3 der Klassifikationsentwicklung werden diese entsprechend den wertschöpfungsorientierten Perspektiven aufbereitet, modelliert und anschließend analysiert. Im folgenden Kapitel werden daher die Auswahl sowie die Bestandteile der Modellierungsmethode zur Analyse der Wertschöpfungsnetze begründet.

### **Anforderungen an die Modellierung der Objekte**

Die Plattformmodellierung und -analyse sollten die definierten Anforderungen an das Forschungsvorgehen (Kapitel 3.2) sowie die Schluss- und Evaluierungskriterien der Klassifizierung (siehe Kapitel 4.2) unterstützen. Entsprechend der Forschungsanforderung einer eindeutigen Plattformperspektive wird für die Modellierung eine durchgehend wertschöpfungsorientierte Perspektive verwendet. Darüber hinaus sollte aufgrund der Anforderung der Erklärbarkeit der Forschungsergebnisse die Modellierung eine verständliche, vereinfachte Form mit visuell intuitiv eingängigen Formen und Elementen beinhalten. Mit dem Hinweis von SAARIKKO [164] auf die verschiedenen Wertversprechen für unterschiedliche Rollen bei Plattform-Geschäftsmodellen ist für eine Modellierung zudem entscheidend, differente Wertversprechen abzubilden. Zusammenfassend besteht für die Modellierung die Anforderung, dass Wertschöpfungsbeziehungen zwischen beteiligten Akteuren differenziert aufgezeigt sowie explizite Wertangebote und Finanzströme gekennzeichnet werden. Aufgrund der Zielgruppe der Unternehmen sollten die Modellierungselemente idealerweise bereits bei diesen durch praxisnahe Publikationen der produzierenden Industrie bekannt und für die Analyse digitaler Plattformangebote bewährt sein.

### **Existierende Modellierungsmethoden**

Zur Identifikation potentieller Modellierungs- und Analysemethoden für digitale Plattformen aus einer wertschöpfungsorientierten Perspektive erfolgte sowohl eine wissenschaftliche Literaturrecherche als auch die Analyse praxisnaher Publikation, um existierende Modellierungen zu evaluieren. Im Folgenden werden die Ergebnisse erläutert, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, sondern einen Überblick über verbreitete Modellierungsmethoden verschaffen sollen.

Grundsätzlich existieren zahlreiche Methoden zur Darstellung von Wertschöpfungsketten, die insbesondere im Produktionskontext den physischen Wertstrom fokussieren (siehe produktions- und logistikorientierte

Wertstromanalysen [165, 166]). Darüber hinaus zeigt ALLEE [61] die Modellierung materieller als auch immaterieller Wertschöpfung in Netzwerken anhand der Verknüpfung von Rollen auf. Zusätzlich beschreiben weitere Modellierungen domänen spezifische Aspekte, wie beispielsweise die *Software Supply Network Diagrams* (SSN), die explizit das Netzwerk aus unterschiedlichen Akteuren zur Bereitstellung und Ausführung von Softwareprodukten visualisiert [167].

Eine in der Wissenschaft weit verbreitete Modellierungsmethode stellt die E<sup>3</sup>-Value Methode nach GORDIJN UND AKKERMANS [168] dar, die mittels definierter Ontologie E-Business-Geschäftsmodelle sowohl mit einer IT- als auch einer Wertschöpfungsperspektive konzeptionell visualisiert. Weitere Konzepte, wie das Allee's Modellierungs-Framework [169], das SimulValor [170] oder das Wertstrom-Modell nach OUDEN [171] adressieren jeweils die Modellierung von Zusammenhängen in Wertschöpfungsnetzen, ohne allerdings eine breite Anwendung in der Industrie oder im spezifischen Anwendungsfall der Modellierung plattform basierter Wertschöpfung zu finden. Eine explizite Modellierungsmethode für Wertschöpfungs netze mit digitalen Plattformen umfasst hingegen die Platform Ecosystem Modeling Language (PEML) von PAULI ET AL. [172]. Darstellungen mit plattform spezifischen Ansätzen, wie bei PAULI ET AL. [172], bilden hierbei die wertschöpfungsorientierte Perspektive mit verschiedensten Auswahlmöglichkeiten detailliert ab. Insgesamt zeigt sich allerdings bei einem Großteil der Modellierungsmethoden aufgrund zahlreicher Modellierungs-, Verbindungs- und Beschreibungselemente eine steigende Komplexität für Anwender, wodurch bislang keine Verbreitung und Anerkennung bei der Zielgruppe der produzierenden Unternehmen stattfand.

Hinsichtlich industrienaher Publikationen ist festzustellen, dass die visuelle Aufbereitung und Erläuterung der wertschöpfungsorientierten Perspektive zumeist anhand vereinfachter, intuitiver Darstellungsformen durchgeführt wird [173, 174]. Hierbei konnte sich insbesondere bei der Darstellung von Wertschöpfungsnetzen von digitalen Geschäftsmodellen die Modellierung der Arbeitsgruppe „Digitale Geschäftsmodelle“ der Plattform Industrie 4.0 etablieren [16], die sich durch eine übersichtliche Darstellungsweise mit intuitiven Grafikdarstellungen auszeichnet und bereits Anerkennung in nationalen und internationalen Unternehmensgremien und -publikationen verzeichnet [175–177]. Diese Modellierung erfüllt die zuvor beschriebenen Anforderungen einer einheitlichen Wertschöpfungsperspektive, übersichtlichen Erklärbarkeit sowie einer Differenzierung von Wertversprechen für unterschiedliche Rollen. Aufgrund der bereits erfolg-

ten Etablierung bei der industriellen Zielgruppe wird die Modellierungsmethode der Plattform Industrie 4.0 für die vorliegende Forschungsarbeit verwendet.

### Erläuterung der ausgewählten Modellierungsmethode

In Anlehnung an die Arbeitsgruppe der Plattform Industrie 4.0 [16] ist das Vorgehen zur Modellierung und Aufbereitung der Plattformbeispiele folgendermaßen aufgebaut:

Zur Modellierung des Wertschöpfungsnetzes eines Plattformangebotes werden Knoten als Grafiken und Kanten als gerichtete Pfeile visuell dargestellt und miteinander verbunden. Die Grafiken symbolisieren dabei Geschäftsrollen, die ein einzelnes oder mehrere Unternehmen für geschäftliche Zwecke übernehmen können. Sollte ein Unternehmen mehrere Rollen gleichzeitig einnehmen, kann dies durch eine gleiche farbliche Hinterlegung gekennzeichnet werden. Gerichtete Pfeile symbolisieren in der Modellierung Wertschöpfungsbeziehungen, die Wertversprechen einerseits in physische Wertschöpfung sowie andererseits in Services, Daten und Software untergliedern. In einer zusätzlichen Ansicht dienen gerichtete Pfeile zur Darstellung der Bezahlströme. Aufgrund der stark reduzierten Anzahl an Modellierungselementen bleibt die Darstellung übersichtlich und für die Zielgruppe leichter verständlich (siehe Bild 18).

Die Modellierung dient als visuelle Unterstützung der Plattformanalyse und wird jeweils durch eine ausformulierte Beschreibung ergänzt. Hierfür erfolgt die Definition der Wertversprechen des Plattformanbieters gegenüber den involvierten Geschäftsrollen sowie die Beschreibung der anfallenden Einkommensströme. Um abschließend den Einfluss des Plattformangebotes hinsichtlich der Geschäftsmodellveränderung der einzelnen Rollen zu beurteilen, erfolgt darüber hinaus eine Analyse und Beschreibung hinsichtlich der vier Aspekte der Geschäftsmodellinnovation anhand des St. Galler Business Model Navigators [73]. Die Fragestellungen bewerten jeweils, ob hinsichtlich der Kunden (Wer sind Zielkunden?), dem Nutzenversprechen (Was bietet das Unternehmen dem Nutzer?), der Wertschöpfungskette (Wie setzen sich die Wertströme zusammen?) sowie der Ertragsmechanik (Wie werden Einnahmen erzielt?) signifikante Veränderungen durch das Plattformangebot resultieren [73]. Die Einordnung einer potentiellen Veränderung erfolgt jeweils anhand subjektiver Bewertungskriterien. Zur Erstellung der Modellierung findet entweder eine direkte persönliche Kontaktaufnahme zu den Plattformanbietern statt, um mit Ansprechpartnern in einem zyklischen Vorgehen das Wertschöpfungsnetz zu modellieren, zu diskutieren und abzustimmen. Alternativ werden für die

Modellierung öffentlich zugängliche Informationen gesammelt und ausgewertet (z. B. über Whitepapers, Unternehmenswebseiten, Presseartikel, Interviews).

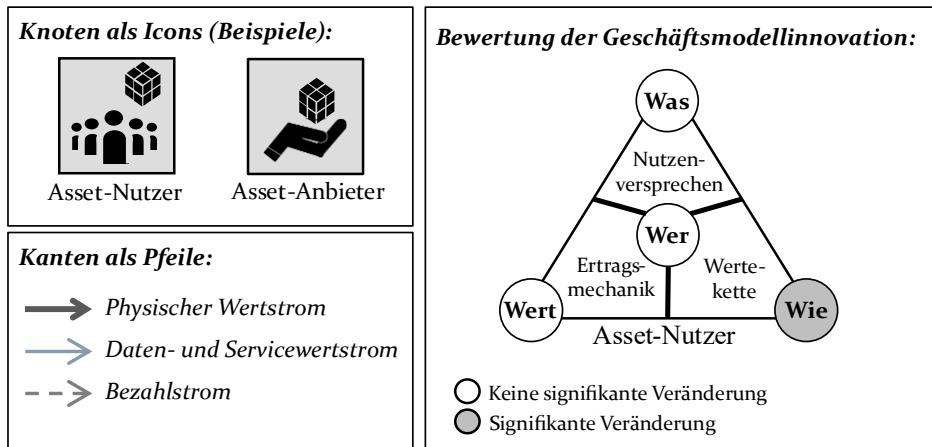


Bild 18: Modellierungselemente zur Darstellung digitaler Plattformen mit einer wertschöpfungsorientierten Perspektive in Anlehnung an [16]

## **4 Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie**

Entsprechend der in Kapitel 3.3 erläuterten Vorgehensweise zur Klassifizierung werden im nachfolgenden Kapitel die erzielten Ergebnisse entsprechend des Anwendungsfalls der digitalen Plattform in der produzierenden Industrie erläutert. Außerdem erfolgt die entsprechende Aufbereitung und Darstellung der identifizierten Plattformarchetypen anhand der in Kapitel 3.4 beschriebenen Modellierungsmethodik.

### **4.1 Problemidentifizierung und Motivation**

In der ersten Entwicklungsphase gilt es, die Problemstellung sowie Motivation für die Klassifikation darzulegen und den Forschungsgegenstand sowie die Zielgruppe einzugrenzen. Die Motivation für die Erarbeitung der Klassifikation resultiert aus dem bereits aufgezeigten Problem des heterogenen Verständnisses digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie sowie daraus folgenden undifferenzierten Erkenntnissen zu geschäftlichen Wirkmechanismen (siehe ausführliche Darlegung in Kapitel 2 und 3).

Der Forschungsgegenstand wird auf die Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie festgelegt. Primäre Zielsetzung der Entwicklung der Klassifizierung ist dabei die Überprüfung der Forschungsthese aus Kapitel 3.1. Demzufolge wird mit einer wertschöpfungsorientierten Perspektive eine trennscharfe Differenzierung aktueller Ausprägungsformen von digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie anvisiert. Die Zielgruppe der Anwender umfasst auf der einen Seite wissenschaftliche Forscher im Kontext der Plattformökonomie, die mit den Ergebnissen eine fundierte Basis für weiterführende Analysen, Auswertungen und Prognosen erhalten. Auf der anderen Seite werden vorwiegend Unternehmen adressiert, denen anhand der systematisch strukturierten und differenzierten Klassifizierung die grundsätzlichen Plattformausprägungen aufgezeigt werden sollen, sodass für Unternehmen die besonderen Zusammenhänge bei Plattform-Geschäftsmodellen ersichtlich werden. Anhand dieser Ausrichtung sollen die Forschungsergebnisse sowohl wissenschaftliche Erkenntnisse für die Differenzierung der Plattformforschung liefern als auch das Plattformverständnis in der Industrie steigern. Die Zielgruppen sind aufgrund unterschiedlicher Vorerfahrung und Hintergrundwissen für technische und geschäftliche Plattformaspekte sehr heterogen. Aus diesem Grund soll insbesondere das Plattformbegriffsverständnis der Anwender

aus der produzierenden Industrie aufgegriffen und davon ausgehend mit Hilfe der Klassifizierung transparent und systematisch strukturiert aufbereitet werden.

## 4.2 Definition der Zielsetzung

In der zweiten Phase der Definition der Zielsetzung werden die Meta-Charakteristiken, Abschlusskriterien sowie Evaluierungsziele formuliert.

### Definition der Meta-Charakteristiken (Phase 2.1)

Aufgrund der wertschöpfungsorientierten Perspektive der vorliegenden Forschungsarbeit werden als Meta-Charakteristiken die Bestandteile des Wertschöpfungsnetzes sowie des Geschäftsmodells des Plattformanbieters festgelegt (Wertbeziehungen, Finanzströme usw. - siehe Kapitel 3.4). Diese Meta-Charakteristiken dienen als Orientierung bei der Analyse der spezifischen Charakteristiken der Plattformbeispiele und somit als Basis für den Entwicklungsprozess der Klassifikation.

### Definition der Abschlusskriterien und Evaluierungsziele (Phase 2.2)

Aufgrund der Vielzahl an potentiellen Vorgehensweisen und Möglichkeiten zur Ad-hoc-Klassifizierung eines Themengebiets, definieren NICKERSON ET AL. [146] relevante objektive und subjektive Kriterien zur Sicherstellung qualitativer Klassifizierungen. Gleichermaßen können diese Aspekte auch auf die Plattformklassifizierung übertragen werden.

In Bezug auf objektive Kriterien einer Klassifikation werden entsprechend NICKERSON ET AL. [146] folgende vier Abschlusskriterien definiert (siehe Tabelle 8): In der Klassifizierung sollten alle identifizierten Plattformbeispiele analysiert sein (Objektives Kriterium (OK<sub>1</sub>)), jede Dimension mindestens einer Charakteristik mit jeweils mindestens einem Plattformbeispiel zugeordnet sein (OK<sub>2</sub>), in der letzten Iterationsschleife keine Änderungen mehr auftreten (OK<sub>3</sub>) sowie jede Dimension nur einmal existieren (OK<sub>4</sub>).

Zusätzlich kommt als mögliches objektives Abschlusskriterium in Betracht, die Exklusivität von Charakteristiken festzulegen, sodass sich die charakteristischen Merkmale gegenseitig ausschließen müssen. Da allerdings im betrachteten Anwendungsfall in den Wertschöpfungsnetzen digitaler Plattformen innerhalb einer Dimension verschiedene Charakteristiken gleichzeitig auftreten (z. B. Abonnementsmodelle sowie nutzungsabhängige Modelle für Kunden bei der Ertragsmechanik parallel zur Auswahl stehen), werden bei der Definition der Charakteristiken im Einklang zu weiteren Autoren [178–180] auch nicht-exklusive Charakteristiken zugelassen.

Tabelle 8: Objektive Erfüllungskriterien der Plattformklassifizierung in Anlehnung an [146]

Nr.	Kriterium	Fragestellung	Bewertung
<b>OK1</b>	Vollständigkeit der Analyse	Sind alle identifizierten Plattformbeispiele analysiert und bewertet?	Objektiv anhand der Anzahl der nicht analysierten identifizierten Plattformbeispiele
<b>OK2</b>	Mindestanzahl der Charakteristiken und Zuordnungen	Ist für jede Dimension mindestens eine Charakteristik mit jeweils mindestens einem Plattformbeispiel zugeordnet?	Objektiv anhand der Anzahl der Charakteristiken pro Dimension sowie Anzahl der Plattformbeispiele pro Charakteristik
<b>OK3</b>	Konstanz	Sind in der letzten Iterationsschleife keine weiteren Dimensionen oder Charakteristiken hinzugekommen oder wurden verändert?	Objektiv anhand der Anzahl der Veränderungen in der letzten Iterationsschleife
<b>OK4</b>	Exklusivität der Dimensionen	Existiert jede Dimension nur ein einziges Mal?	Objektiv anhand der Anzahl der Dopplungen der Dimensionen

Hinsichtlich subjektiver Bewertungskriterien definieren NICKERSON ET AL. [146] fünf verschiedene Aspekte, die gleichermaßen auf die entwickelte Plattformklassifizierung übertragen werden. Die Klassifizierung sollte eine limitierende und prägnante Anzahl an Dimensionen und Charakteristiken verwenden, jedoch eine ausreichende Anzahl mit eindeutigen Differenzierungen beinhalten. An dieser Stelle verweist BAILEY [142] auf die Maximierung der Unterschiede zwischen verschiedenen Klassen sowie auf die Minimierung innerhalb einer Klasse (Subjektives Kriterium (SK): Prägnanz und SK2: Robustheit). Als weitere Anforderung wird die Vollständigkeit der Zuordnung bezüglich aller bekannter Objekte im Themengebiet definiert (SK3: Zuordnung). Zudem sollte die Klassifizierung erweiterbar sein und einen erklärenden Charakter besitzen (SK4: Erweiterbarkeit; SK5: Erklärbarkeit). [146]

Als ergänzendes Kriterium wird zusätzlich festgelegt, dass alle Charakteristiken und Plattformarchetypen einheitlich anhand einer eindeutig definierten Perspektive zu betrachten sind (SK6: Eindeutigkeit der Plattformperspektive). Darüber hinaus sollte aufgrund der Komplexität des Themengebietes eine erklärende Visualisierung der Klassifizierung eingesetzt

werden, anhand derer die Differenzierungen erkennbar sind (SK7: Visualisierung).

Für die abschließende Evaluierung einer Klassifizierung verweisen NICKERSON ET AL. [146] auf fehlende Möglichkeiten zur Bewertung als zutreffendste oder beste Klassifizierung anhand nachvollziehbarer und messbarer Kriterien. Als Evaluierungsziel wird dementsprechend definiert, dass die Klassifizierung in Diskussionen mit Experten aus Industrie und Wissenschaft in Bezug auf digitale Plattformen und deren geschäftliche Wirkmechanismen zur klaren Strukturierung dient und das grundlegende Verständnis verbessert (Evaluierungsziel (EZ)<sub>1</sub>). Zudem soll in Anlehnung an KUNDISCH ET AL. [143] evaluiert werden, inwieweit die Klassifikation als Hilfestellung bei der Einordnung und Analyse eines spezifischen Plattformbeispiels dient (EZ<sub>2</sub>). Die definierten objektiven und subjektiven Abschlusskriterien sowie Evaluierungsziele für die Plattformklassifizierung sind abschließend in Tabelle 9 aufgelistet.

Tabelle 9: Subjektive Erfüllungskriterien sowie Evaluierungsziele der Plattformklassifizierung in Anlehnung an [146]

Nr.	Kriterium	Fragestellung	Bewertung
<b>SK1</b>	Prägnanz	Ist die Klassifizierung präsent formuliert, sodass die Anzahl der Dimensionen und Charakteristiken aussagekräftig, aber nicht unübersichtlich ist?	Subjektiv anhand persönlicher Einschätzung einer ausreichenden Differenzierung und Erklärbarkeit
<b>SK2</b>	Robustheit	Bietet die Klassifizierung eine ausreichende Differenzierung zwischen den Objekten?	Subjektiv anhand Rückmeldungen zur Einordnung und Erklärbarkeit der Differenzen aus Expertenrunden
<b>SK3</b>	Zuordnung	Können die identifizierten Plattformausprägungen sowie neue Plattformbeispiele alle innerhalb der Klassifizierung eingeordnet werden?	Subjektiv anhand einer möglichst vollständigen Datenbasis sowie Einordnung aller identifizierten Plattformbeispiele
<b>SK4</b>	Erweiterbarkeit	Kann eine neue Dimension oder Charakteristik oder ein neuer Plattformarchetyp mit geringem Aufwand hinzugefügt werden?	Subjektiv anhand der Überprüfung potentieller zukünftiger Plattformausprägungen

Nr.	Kriterium	Fragestellung	Bewertung
<b>SK5</b>	Erklärbarkeit	Erläutern die gewählten Dimensionen und Charakteristiken die Plattformbeispiele ausreichend?	Subjektiv anhand Rückmeldungen aus wissenschaftlichen und praxisnahen Gremien
<b>SK6</b>	Eindeutige Plattformperspektive	Sind alle Charakteristiken sowie Plattformarchetypen innerhalb einer eindeutigen Perspektive formuliert?	Subjektiv anhand der Überprüfung der Perspektiven der Industrial Internet of Things Reference Architecture
<b>SK7</b>	Visualisierte Aufbereitung	Werden die Differenzen in der Klassifizierung anhand einer visualisierten Darstellung ersichtlich?	Subjektiv anhand der Rückmeldungen aus wissenschaftlichen und praxisnahen Gremien
<b>EZ1</b>	Strukturierung und Verständnis	Trägt die Klassifizierung zur Strukturierung und zum Verständnis der Ausprägungsformen und Wirkmechanismen digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie bei?	Subjektiv anhand der Rückmeldungen aus wissenschaftlichen und praxisnahen Gremien
<b>EZ2</b>	Erläuterung der Plattformbeispiele	Können einzelne Plattformbeispiele anhand der Klassifizierung eingeordnet und erläutert werden?	Subjektiv anhand der Einordnung und Erklärung einzelner Plattformbeispiele

## 4.3 Design und Entwicklung der Klassifizierung

In der Design- und Entwicklungsphase wird zu Beginn ein induktiv-empirisches Vorgehen gewählt, um die Klassifizierung auf Basis konkreter Praxisbeispiele aufzubauen und nicht frühzeitig Einfluss durch die Perspektive der Forscher oder der Literatur zu nehmen. Entsprechend dem empirischen Vorgehen werden im Entwicklungsprozess Praxisbeispiele identifiziert und anhand der ausgewählten Modellierungsmethode (siehe Kapitel 3.4) aufbereitet.

### Identifizierung und Auswahl der Objekte (Phase 3.1)

Die Eingrenzung und Definition der Objekte als Forschungsdatenbasis finden kongruent mit der erläuterten Zielsetzung statt. Für die Klassifizierung werden entsprechend dem aktuellen Verständnis der produzierenden Industrie jegliche digitalen Plattformen adressiert, die als digitale Plattformen mit Bezug zu den Branchen der produzierenden Industrie auf dem

Markt angeboten werden. Eine Eingrenzung erfolgt in Bezug auf den digitalen Aspekt von Plattformen, indem nicht digitale Plattformen (siehe Definition in Kapitel 2.1.2) ausgeschlossen werden. Als weitere Eingrenzung werden nur Plattformen der produzierenden Industrie ausgewählt, bei denen die Akteure einen Bezug zur produzierenden Industrie entsprechend der Branchendefinition nach ISIC (siehe Kapitel 2.3.1) besitzen. Als Anforderung wird hierzu definiert, dass im Wertschöpfungsnetz mindestens eine direkte Geschäftsbeziehung zwischen dem Plattformanbieter und einem produzierenden Unternehmen bestehen muss. Zusätzlich werden nur Plattformangebote ausgewählt, die bereits am Markt erwerbar sind, womit Plattformen im Forschungsstadium exkludiert werden, da diese noch kein Geschäftsmodell am Markt etablieren mussten. Entsprechend den Hinweisen von BELLEFLAMME und PEITZ [100] sollen wertstiftende Analysen der Plattformmechanismen eine möglichst breite Plattformdefinition umfassen, sodass aufgrund der teilweise unklaren Einordnung der Marktstrukturen zunächst keine frühzeitige Bewertung oder Ausgrenzung einseitiger Märkte stattfindet.

Zur Identifikation der Plattformbeispiele wurden in der ersten Iteration Publikationen von Industrieverbänden sowie praxisnahe Literatur bezüglich der Nennung von Plattformbeispielen aufgenommen (u. a. [11, 181, 38]). Erweitert wurde die Datenbasis mit der Recherche wissenschaftlicher Publikationen mit den Suchbegriffen „Digitale Plattformen Produzierende Industrie“, „Beispiele digitale Plattform“, „Plattformökonomie Industrie“, „Industrielle Plattform“, „B2B-Plattform“ sowie „Plattformklassifizierung“ jeweils auf Deutsch und Englisch. Verwendete Datenbanken und Suchmaschinen waren Google Scholar, Scopus, IEEE Xplore und Springer Link. In weiteren Iterationen wurden im Zeitraum von 2019 bis 2022 digitale Plattformangebote bei Vorstellungen auf Industriemessen (z. B. Hannover Messe, Smart Production Solutions (SPS)-Messe) berücksichtigt. Regelmäßig ergänzt wurde die Datenbasis mit in nationalen und internationalen Expertengremien diskutierten Beispielen, wodurch kontinuierlich die Bedarfe und aktuelle Themen aus der Industrie integriert wurden. Weiterhin erfolgten in diesem Zeitraum regelmäßige Anfragen in Internetsuchmaschinen auf Englisch und Deutsch mit den oben genannten Suchbegriffen.

Um Plattformen entsprechend dem Verständnis der Anwender und Anbieter aus der produzierenden Industrie zu klassifizieren und zu erläutern, werden in den Iterationsschleifen jeweils Plattformbeispiele in die Datenbasis aufgenommen, die vom Plattformanbieter bzw. dem jeweiligen Autor der Publikation als digitale Plattform bezeichnet werden.

Durch dieses iterative Vorgehen konnten abzüglich der Doppelnennungen 270 Beispiele für digitale Plattformangebote in der produzierenden Industrie identifiziert werden. Aufgrund zwischenzeitlicher Plattformübernahmen und -verkäufe (3), Einstellungen des Plattformbetriebes (2), unzureichender Informationslage (10) sowie der Nicht-Erfüllung der genannten Einschlusskriterien (10) reduziert sich die Datenbasis auf 245 analysierte Plattformangebote. Die Datenbasis erhebt dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit, entspricht allerdings aufgrund der umfassenden Anzahl an Plattformangeboten, dem langen Betrachtungszeitraum sowie gegenüber existierenden Klassifizierungsansätzen einer sehr fundierten Datenbasis.

### **Identifizierung der Charakteristiken (Phasen 3.2) und Gruppierung in Dimensionen (Phase 3.3)**

Anhand der Analyse der Plattformbeispiele aus der Praxis (Objekte) konnten differenzierbare Charakteristiken identifiziert und anschließend in elf abstrahierte Dimensionen zusammengefasst werden. Diese orientieren sich an den Elementen der in der zweiten Entwicklungsphase definierten Meta-Charakteristiken der Kategorien des St. Galler Business Modell Navigators [73] (Wertschöpfungsnetz, Kunde, Nutzenversprechen und Ertragsmechanik) sowie der übergeordneten GMI.

Die Charakteristiken sind anhand der recherchierten Objekte abgeleitet sowie in Dimensionen gruppiert und den Kategorien zugeordnet. Im Entwicklungsprozess wurden mehrere empirische Schleifen wiederholt sowie mit einer konzeptionellen Schleife durch einen Abgleich mit Erkenntnissen aus der Literatur ergänzt. Sollten Charakteristiken aufgrund von Schwierigkeiten bei der Erhebung oder dem Zugriff auf entsprechende Daten nicht bewertbar sein, wurde die entsprechende Dimension bzw. das Kriterium nicht weiter mit einbezogen.

Die Kategorie Wertschöpfungsnetz beinhaltet folgende Dimensionen:

- Wertschöpfungsnetzstruktur (exklusiv): Differenzierung zwischen einem linearen sowie zwei- und dreigeteilten Aufbau der Wertschöpfungsnetze als Beziehungen zwischen den Hauptrollen. Zudem werden die zweigeteilten Wertschöpfungsnetze hinsichtlich der Transaktionsbeteiligung des Plattformanbieters differenziert.
- Involvierte Rollen (nicht-exklusiv): Differenzierung relevanter Rollen in den Wertschöpfungsnetzen (siehe Kapitel 4.4)

- Operativer Plattformbetreiber (exklusiv): Differenzierung hinsichtlich des Auftretens eines operativen Plattformbetreibers als unabhängige Rolle gegenüber dem Plattformeigentümer (siehe Differenzierung in Kapitel 4.4)
- Systemintegration (exklusiv): Differenzierung hinsichtlich der Notwendigkeit verschiedener Systemintegriertionen

Die Kategorie Kunden beinhaltet folgende Dimensionen:

- Geschäftsbeziehungen (nicht-exklusiv): Differenzierung hinsichtlich des Einflusses der Plattformnutzung auf neue oder bestehende Geschäftsbeziehungen zwischen den Wertschöpfungsrollen
- Marktseiten (exklusiv): Differenzierung zwischen der adressierten Anzahl an Marktseiten der Plattformnutzer aus der Perspektive des Plattformanbieters (siehe Kapitel 2.2.3)
- Netzwerkeffekte (exklusiv): Differenzierung hinsichtlich potentiell auftretender ein- und mehrseitigen Netzwerkeffekte (siehe Kapitel 2.2.5)

Die Kategorie Nutzenversprechen beinhaltet folgende Dimensionen:

- Plattformfokus (exklusiv): Differenzierung hinsichtlich der fokussierten Zielstellung des Plattformanbieters zur Generierung eines Mehrwertes
- Wertversprechen an Nutzerrollen (nicht-exklusiv): Differenzierung zwischen wertstiftenden Versprechen des Plattformanbieters an die Nutzerrollen im Wertschöpfungsnetz
- Kernaktivitäten des Plattformanbieters (nicht-exklusiv): Differenzierung hinsichtlich der (Kern)-Aktivitäten des Plattformanbieters

In Bezug auf den Plattformfokus wird in der vorliegenden Dissertation grundsätzlich zwischen Transaktion, Innovation sowie Service-Bereitstellung differenziert und dieses wie folgt definiert: Der Begriff Transaktion umfasst in diesem Fall eine Interaktion zwischen zwei unabhängigen Wertschöpfungsteilnehmern, die einen Austausch an Produkten oder Services beinhaltet. Eine Transaktion besteht in der Regel aus einer Transaktionsanbahnung, einer unter vertragliche Rahmenbedingung stattfindenden Übereinkunft, der Lieferung einer Leistung sowie einer monetären Bezahlung der Leistung.

Der Begriff Innovation beinhaltet hingegen die Zielsetzung, dass ein Wertschöpfungspartner aufbauend auf dem Angebot eines Plattformbetreibers

ein neues bzw. verändertes Produkt oder Service erzeugt. Dies kann beispielsweise eine Erweiterung von Produktfunktionen oder die Bereitstellung eines zusätzlichen Services beinhalten.

Der Begriff Service-Bereitstellung bezeichnet eine direkte Beziehung zwischen zwei Wertschöpfungspartnern, bei der ein konkretes Leistungsversprechen, beispielsweise in Form einer Softwarelizenz, mit festgelegten Nutzungsrechten einem Anwender in einer direkten Kundenbeziehung angeboten wird.

Die vierte Kategorie Ertragsmechanik differenziert charakteristische Einnahmequellen der jeweiligen Plattformanbieter unter der Dimension Ertragsmechanik für den Plattformanbieter (nicht-exklusiv).

Die abschließende fünfte Kategorie GMI betrachtet die Dimension GMI der Rollen (exklusiv), die anhand der Anzahl der Rollen differenziert, bei denen durch das Plattformangebot eine signifikante Veränderung der Geschäftsmodelle entsteht. Dabei liegt der Fokus darauf, wie sich das Plattformangebot auf alle Plattformanwender im Wertschöpfungsnetz auswirkt. Da die GMI des Plattformanbieters jeweils sehr individuell vom zuvor verfolgten Geschäftsmodell des Unternehmens abhängig ist, wird dies nicht mit betrachtet. Für die Einordnung der GMI wird die Definition von GASSMANN ET AL. [73] verwendet, bei der eine GMI bei einer signifikanten Veränderung von mindestens zwei der vier Kategorien des Business Modells St. Gallen vorliegt.

Zusammenfassend werden in Bild 19 die definierten Kategorien mit den zugeordneten Dimensionen sowie den jeweiligen möglichen Charakteristiken dargestellt.

Zum Ende der Design- und Entwicklungsphase können entsprechend der definierten Dimensionen und Charakteristiken Archetypen mit vergleichbaren Charakteristiken identifiziert und formuliert werden (Phase 3.4). In den folgenden Kapiteln werden zunächst die relevanten Rollen in den Wertschöpfungsnetzen definiert (Kapitel 4.4) und anschließend die acht definierten Plattformarchetypen anhand der Kategorien Nutzenversprechen, Wertschöpfungsnetz, Kunden, Ertragsmechanik sowie GMI detailliert beschrieben (Kapitel 4.5 - 4.8).

	Dimensionen	Charakteristiken									
Wertschöpfungsnetz	Involvierte Rollen*	Plattform-anbieter	Asset-Anbieter	Digitaler Asset-Anbieter	Asset-Nutzer	Digitaler Asset-Nutzer	Systemintegrator	Plattform-eigentümer	Operativer Plattform-betreiber		
	Systemintegration*	Plattform-Onboarding-Systemintegration		(Digitale) Asset-Systemintegration			Keine Rolle eines Systemintegrators				
	Operativer Plattformbetreiber	Operativer Plattformbetreiber als unabhängige Rolle zu Plattformeigentümer				Operativer Plattformbetreiber als Rolle des Plattformeigentümers					
	Wertschöpfungs-netzstruktur	Lineares Wertschöpfungsnetz	Zweigeteiltes Wertschöpfungsnetz mit Transaktionsbeteiligung		Zweigeteiltes Wertschöpfungsnetz ohne Transaktionsbeteiligung		Dreigeteiltes Wertschöpfungsnetz				
Kunden	Geschäfts-beziehungen*	Anbahnung neuer Geschäftsbeziehungen			Unterstützung bestehender Geschäftsbeziehungen		Keinen Einfluss auf Geschäftsbeziehungen				
	Marktseiten	Einseitiger Markt			Zweiseitiger Markt		Markt mit >2 Seiten				
	Netzwerkeffekte	Einseitige Netzwerkeffekte				Zweiseitige Netzwerkeffekte					
Nutzenversprechen	Plattformfokus	Transaktionen		Innovationen			Service-Bereitstellung				
	Wertversprechen an Nutzerrollen*	Transaktions-vermittlung	Optimierte Ein- und Verkaufs-aktionen	Zusätzlicher Vertriebs-kanal	Bündelung Informations-vermittlung	Innovations-erzeugung und -nutzung	Befähigung zur optimierten Datenbereit-stellung	Kollaborative Zusammen-arbeit	Optimierte SCM-Infor-mations-verteilung		
	Kernaktivität des Plattformanbieters*	Orchestration von Vermittlungsprozessen		Abwicklung von Ein- und Verkaufsprozessen		Befähigung zur Erzeugung und Nutzung externer Innovationen		Softwarebereitstellung und -wartung			
EM	Ertragsmechanik (EM) Plattformanbieter*	Transaktionsabhängige Gebühren		Nutzungsabhängige Gebühren		Abonnement		Einmalzahlung			
GMI	Geschäftsmodell-innovation (GMI) der Plattformnutzer	GMI einer Rolle im Wertschöpfungsnetz		GMI zweier Rollen im Wertschöpfungsnetz		GMI dreier Rollen im Wertschöpfungsnetz		GMI keiner Rolle im Wertschöpfungsnetz			

\*nicht-exklusives Kriterium

Bild 19: Dimensionen und Charakteristiken zur Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie

## 4.4 Rollen in den Wertschöpfungsnetzen der Plattformarchetypen

Zur Formulierung und Modellierung der Wertschöpfungsnetze der Plattformarchetypen wird zwischen geschäftlichen Rollen differenziert. Diese Rollen übernehmen zentrale Aspekte in der Werterzeugung in den Wertschöpfungsnetzen, können von einem oder von mehreren Unternehmen übernommen werden und sind abstrahiert formuliert. In mehreren Iterationsschleifen wurde die Anzahl der Rollen reduziert, sodass über die verschiedenen Plattformangebote hinweg eine abstrahierte Beschreibung möglich ist. Um die vielen spezifischen Rollenausprägungen in der Industrie abzudecken, sind die Rollenbezeichnungen abstrakt gewählt.

Der verwendete Begriff eines Assets beschreibt hierbei neben physischen Gegenständen auch Services und ist somit, beispielsweise gegenüber der Definition eines physischen Assets im Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0) [182], weiter gefasst. Ein Asset kann dabei jegliche Produkte und Services umfassen, die nicht nur rein aus digitalen Informationen und Daten bestehen. Demgegenüber grenzen sich digitale Assets ab, die als Informationen oder Daten in einer digitalen, computerlesbaren Form vorliegen. Die in Tabelle 10 erläuterten Rollen werden in den Plattformarchetypen ab Kapitel 4.5 in den Wertschöpfungsnetzwerken verwendet und charakterisieren sich dort zusätzlich anhand der zugeordneten Wertschöpfungsbeziehungen und Wertversprechen.

Tabelle 10: Beschreibung der geschäftlichen Rollen der Plattformarchetypen

Rolle	Beschreibung der Rolle
 Asset-Nutzer	<p>Der <b>Asset-Nutzer</b> besitzt ein geschäftliches Interesse an dem Erwerb bzw. der Nutzung eines Assets. Charakteristisch verwendet der Asset-Nutzer die Assets zur (Weiter)-Verarbeitung innerhalb des Produktangebotes, zur Optimierung interner Prozesse oder zur Erweiterung des Produktportfolios. Das Asset kann abhängig vom Anwendungsfall einen Integrationsaufwand erfordern. Für das Asset entrichtet der Asset-Nutzer i.d.R. monetäre Gebühren. Asset-Nutzer sind beispielsweise Automobilhersteller, die sowohl Automobilkomponenten als auch Maschinen- und Anlagen von Zulieferern einkaufen und in ihrer Produktion einsetzen.</p>

Rolle	Beschreibung der Rolle
 Asset-Anbieter	<p>Der <b>Asset-Anbieter</b> stellt ein Asset zum Erwerb beziehungsweise zur Nutzung bereit. Das Angebot wird dabei entweder komplett durch die eigene Wertschöpfungsleistung des Asset-Anbieters erzeugt, mit einer Vorleistung eines Wertschöpfungspartners kombiniert oder entspricht vollständig der Vorleistung eines Lieferanten. Für das Angebot erhält der Asset-Anbieter i.d.R. eine monetäre Bezahlung. Ein Asset-Anbieter ist beispielsweise ein Unternehmen aus dem Maschinenbau, welches seine Maschinen als Assets zum Verkauf anbietet.</p>
 Digitaler Asset-Nutzer	<p>Der <b>digitale Asset-Nutzer</b> besitzt Interesse an dem Erwerb oder der Nutzung von Informationen und Daten, die in einer digitalen, computerlesbaren Form vorliegen. Beispiele für digitale Assets sind Produkt-CAD-Daten oder auch Software-Applikationen. Teilweise müssen zur Nutzung spezifische technische Anforderungen erfüllt werden. Charakteristisch verfolgt der digitale Asset-Nutzer das geschäftliche Ziel, interne Prozesse zu optimieren oder eine bessere Positionierung am Markt durch eine Erweiterung des Produktportfolios zu erreichen. Ein Beispiel für die Rolle des digitalen Asset-Nutzers ist beispielsweise ein Unternehmen, welches zum Betrieb und der Optimierung seiner Maschine eine Software-Applikationen kauft, die Energiedaten aufzeichnet und darstellt.</p>
 Digitaler Asset-Anbieter	<p>Der <b>digitale Asset-Anbieter</b> bietet den Erwerb oder die Nutzung digitaler computerlesbarer Informationen und Daten an. Für die technische Erstellung sowie Bereitstellung der digitalen Assets entstehen für einen Plattformanbieter zusätzliche Anforderungen, beispielsweise hinsichtlich der Datenspeicherung oder dem Datenmanagement. Teilweise erfordern die angebotenen digitalen Assets einen Integrationsaufwand für die Anwender. Der Anbieter erhält für die Bereitstellung der digitalen Assets eine Gegenleistung oder eine monetäre Bezahlung. Als Beispiel können Unternehmen aus dem Maschinenbau diese Rolle einnehmen, Software-Applikationen zur Überwachung von Maschinenfunktionen selbst entwickelte und diese anbieten (z. B. <i>Condition Monitoring Apps</i>).</p>

Rolle	Beschreibung der Rolle
 System-integrator	<p>Der <b>Systemintegrator</b> stellt einen Serviceanbieter dar, der im Auftrag von anderen Rollen die Integration von Assets bzw. von digitalen Assets nach spezifischen Anforderungen vornimmt. Der Systemintegrator kann je nach Anwendungsfall im Wertschöpfungsnetz entweder die Integration zwischen mehreren Softwarelösungen oder auch die Integrationen zwischen Software- und Hardwarelösungen vornehmen. Zudem kann der Systemintegrator auch das Onboarding eines Nutzers an eine Plattform übernehmen. Die monetäre Bezahlung erfolgt entsprechend dem Umfang der Dienstleistung. Beispielsweise nehmen diese Rolle spezialisierte Unternehmen für Lösungs- und Systemintegration ein.</p>
 Plattform-eigentümer	<p>Der <b>Plattformeigentümer</b> besitzt das geistige Eigentum sowie die vollständige Kontrolle über grundsätzliche Veränderungen, Updates oder Wartungen der Plattform. In Abhängigkeit des Nutzerwunsches stellt diese Rolle die Plattform als Service zur weiteren Verwendung in einem Lizenzmodell bereit, beispielsweise für einen Download und Betrieb in einem lokalen Rechenzentrum vor Ort (z. B. Microsoft für Microsoft Office Software).</p>
 Operativer Plattform-betreiber	<p>Der <b>operative Plattformbetreiber</b> verfolgt das geschäftliche Interesse, Lizenzen bei einem Plattform-Eigentümer zu beschaffen und die Lösung operativ zu betreiben. Für einen lokalen Betrieb können dafür eigene Rechenzentren eingesetzt werden. Der Fokus dieser Rolle liegt dabei auf einem unternehmensinternen Betrieb sowie der Plattformbereitstellung und nicht auf dem Aufbau eines eigenständigen Geschäftsmodells für externe Partner. Beispielsweise nehmen bei großen Unternehmen zentrale interne IT-Abteilungen diese Rolle ein.</p>
 (x)-Plattform-anbieter	<p>Die Rollen der <b>(x)-Plattformanbieter</b> (Anbieter der Vermittlungs-, E-Shop-, Content-, SCM-, Innovations- sowie Integrierten Plattform) adressieren jeweils das Ziel, durch den Aufbau und gleichzeitigem Betrieb der digitalen Plattform ein eigenständiges Geschäftsmodell zu etablieren. Die Rolle des Plattformanbieters vereint die Rollen des Plattformeigentümers und -betreibers, die in bestimmten Plattformarchetypen immer zusammenhängend vereint und daher nicht unterschieden wird. Eine Aufgabe der Rolle ist die technisch skalierbare Bereitstellung der Plattform, die Orchestration aller Rollen im Wertschöpfungsnetz sowie die Ausrichtung der Plattformstrategie.</p>

Die identifizierten Rollen finden sich in den Wertschöpfungsnetzen der im weiteren Verlauf beschriebenen Plattformarchetypen wieder. In den folgenden Kapiteln werden die acht entwickelten Plattformarchetypen ausführlich jeweils im gleichen Aufbau mit den definierten Kategorien Nutzenversprechen, Wertschöpfungsnetz, Kunde, Ertragsmechanik sowie GMI beschrieben. Die eindeutige Benennung und Trennung der Rollen ermöglichen eine differenzierte Zuordnung der Plattformcharakteristiken. Die Beschreibungen sind in der Wortwahl an die in Bild 19 definierten Dimensionen und Charakteristiken angelehnt. Die folgenden Kapitel sind entsprechend der Gliederung der Archetypen aufgebaut (siehe Bild 20).

Plattformarchetypen im Bereich Transaktionsplattformen	Kapitel 4.5
Archetyp 1: Vermittlungsplattform	
Archetyp 2: E-Shop Plattform	
Archetyp 3: Content-Plattform	
Plattformarchetyp Innovationsplattform	Kapitel 4.6
Archetyp 4: Innovationsplattform	
Plattformarchetyp Integrierte Plattform	Kapitel 4.7
Archetyp 5: Integrierte Plattform	
Plattformarchetypen als Service-Bereitstellung	Kapitel 4.8
Archetyp 6: Datenaustauschplattform	
Archetyp 7: Supply-Chain-Management Plattform	
Archetyp 8: Kollaborationsplattform	

Bild 20: Übersicht der Beschreibung der Plattformarchetypen nach Kapiteln

## 4.5 Beschreibung der Plattformarchetypen im Bereich der Transaktionsplattformen

Der Plattformanbieter in den nachfolgenden drei Plattformarchetypen verfolgt jeweils das übergeordnete Wertversprechen, zwei voneinander unabhängige Plattformnutzer zu einer Transaktion zu befähigen sowie diese abzuwickeln. Dabei wird die tatsächlich gehandelte Wertschöpfungsleistung in der Regel nicht durch den Plattformanbieter erzeugt. Übergeordnet können diese Plattformarchetypen als Transaktionsplattformen zusammenge-

fasst werden, unterscheiden sich allerdings in einzelnen Merkmalen, so dass nachfolgend zwischen einer Vermittlungsplattform, einem E-Shop sowie einer Content-Plattform differenziert wird.

Es ist darauf hinzuweisen, dass in den folgenden Plattformarchetypen charakteristische Wert- und Bezahlströme aufgezeigt werden, die sich allerdings in spezifischen Praxisbeispielen unterschiedlich ausprägen können.

#### **4.5.1 Plattformarchetyp Vermittlungsplattform**

Eine Vermittlungsplattform besitzt den Zweck, zwischen den Bedürfnissen zweier Akteure aktiv zu vermitteln und dadurch eine Interaktion zu ermöglichen, die ohne einen unabhängigen Vermittler nicht oder nicht in dieser Form stattfinden würde.

##### Kategorie Nutzenversprechen:

Als wertschöpfende Kernaktivitäten nimmt der Anbieter der Vermittlungsplattform sowohl die Anforderungen eines Asset-Nutzers als auch die Fähigkeiten und Angebote eines Asset-Anbieters auf (Orchestration von Vermittlungsprozessen). In der Anfangsphase sind konkrete Leistungen, Preisgestaltungen sowie verfügbare Mengen noch nicht endgültig festgelegt. Für den erforderlichen Koordinations-, Vermittlungs- und Auswahlprozess bei der Anfrageerstellung, Angebotsübermittlung sowie der Auftragsvergabe zwischen den Nachfragern und Anbietern unterstützt der Plattformanbieter oder übernimmt dies komplett. Um das Angebot für eine hohe Anzahl von Plattformnutzern bereitzustellen, ist eine weitgehende softwarebasierte Automatisierung entscheidend. Somit wird eine unabhängige Transaktionsvermittlung angeboten und vereinfacht für die Plattformnutzer im Wertschöpfungsnetz zeitaufwändige Abstimmungsprozesse vom Angebot bis zum Auftrag. Der Plattformanbieter bietet den Akteuren im Wertschöpfungsnetz folgende Nutzenversprechen:

- Transaktionsvermittlung: Der Asset-Nutzer erhält das Nutzenversprechen, Aufwände in der Anbietersuche sowie in der anschließenden Geschäftsauswicklung zu reduzieren. Aufgrund der neutralen Vermittlungsfunktion des Plattformanbieters profitiert der Asset-Nutzer durch eine vertrauensvolle Absicherung der Transaktionen.
- Zusätzlicher Vertriebskanal: Der Asset-Anbieter erhält das Nutzenversprechen, über die Vermittlungsplattform einen Zugang zu einem zusätzlichen Vertriebskanal zu erhalten. Die Kundenakquise wird durch die Vermittlung des Plattformanbieters unterstützt oder teilweise vollständig durchgeführt.

### Kategorie Wertschöpfungsnetz (siehe Bild 21):

Im Wertschöpfungsnetz agiert der Plattformanbieter gleichzeitig als operativer Plattformbetreiber, sodass kein separater Betreiber notwendig wird. Zudem wird keine aufwändige Systemintegration durch eine extra Rolle benötigt, da sowohl Anbieter als auch Nutzer durch einen einfachen Onboarding-Prozess in kurzer Zeit der Plattform beitreten können.

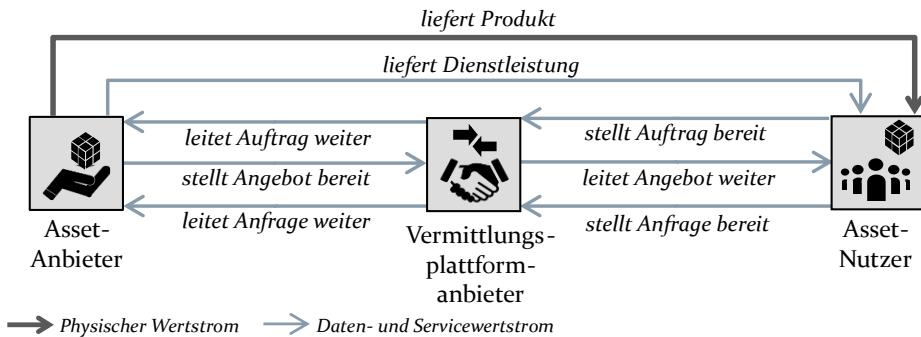


Bild 21: Wertschöpfungsnetz Plattformarchetyp Vermittlungsplattform

Dem Wertschöpfungsnetz für den Plattformarchetyp kann beispielsweise das Praxisbeispiele V-Industry zugeordnet werden. V-Industry bietet anhand der Analyse von Auslastungen von Dreh- und Fräsmaschinen der Asset-Anbieter eine schnelle und einfache Kontaktvermittlung zu nachfragenden Asset-Nutzern. Der Asset-Nutzer lädt hierzu ein 3D-Modell seines gewünschten Produktes auf V-Industry mit dem benötigten Herstellungsprozess und weiteren Anforderungen hoch. Der Plattformanbieter nutzt anschließend Algorithmen, um potentielle Asset-Anbieter auszuwählen, die derzeit über die erforderlichen Fertigungskapazitäten und -fähigkeiten verfügen (engl. *matching*). [P1] Weitere Praxisbeispiele für diesen Plattformarchetyp sind Protiq und Spanflug. Es ist darauf hinzuweisen, dass genannte Praxisbeispiele jeweils zum Zeitpunkt der Erstellung der Dissertation eingeordnet sind, teilweise auch mehrere Plattformarchetypen adressieren und sich stetig weiterentwickeln oder verändern können.

### Kategorie Kunden:

Der Plattformarchetyp Vermittlungsplattform dient zur Anbahnung von Geschäftsbeziehungen für die Plattformnutzer im Wertschöpfungsnetz und stellt einen zweiseitigen Markt dar, bei dem mit dem Asset-Anbieter und Asset-Nutzer zwei verschiedene Rollen mit jeweils unterschiedlichen Geschäftsinteressen involviert sind. Dabei können ein- und zweiseitige Netzwerkeffekte entstehen (siehe Kapitel 6).

Kategorie Ertragsmechanik (siehe Bild 22):

- Der Anbieter der Vermittlungsplattform erzielt bei erfolgreicher Vermittlungsleistung eine Vermittlungsgebühr, die in der Regel vom Wert der zu vermittelnden Leistung abhängt (transaktionsabhängige Gebühren). Hinsichtlich der Vertragsgestaltung befindet sich der Vermittlungsplattformanbieter entweder gegenüber den Asset-Nutzern in einer vertraglichen Verantwortung der gelieferten Leistungen oder vermittelt lediglich die Anfragen ohne weitere inhaltliche Gewähr.
- Der Asset-Anbieter erzielt seine Einnahmen auf Basis der verkauften Produkte bzw. Services, welche entweder durch den Asset-Nutzer direkt oder über den Plattformbetreiber indirekt übermittelt werden.

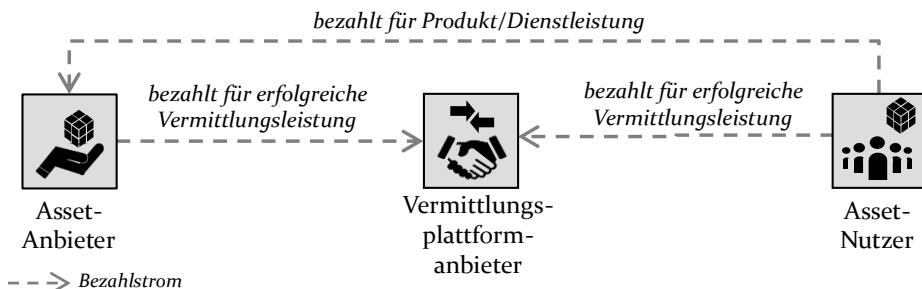


Bild 22: Einkommensströme Plattformarchetyp Vermittlungsplattform

Kategorie Geschäftsmodellinnovation (siehe Bild 23):

Für die verschiedenen Plattformnutzer werden im Folgenden Annahmen für Veränderungen in den jeweiligen Geschäftsmodellen aufgrund der Plattformnutzung getroffen. Da der Plattformanbieter i.d.R. eine neue Rolle in dem Wertschöpfungsnetz einnimmt und sich die bisherigen Geschäftsmodelle stark unterscheiden können, wird keine Beurteilung einer GMI für die Rolle des Plattformanbieters vorgenommen. Entsprechend der Definition von GASSMANN ET AL. [73] handelt es sich nur um eine GMI, wenn bei mindestens zwei der vier Kategorien des Business Modells St. Gallen eine signifikante Veränderung vorliegt:

- Der Asset-Nutzer verfolgt weiterhin das bisherige Geschäftsmodell und verändert mit dem Einsatz der Vermittlungsplattform lediglich seine Wertschöpfungskette. Somit liegt von den vier Kategorien mit der Veränderung der Wertekette nur bei einer eine Umgestaltung vor, wodurch insgesamt keine GMI für den Asset-Nutzer vorliegt.
- Der Asset-Anbieter kann mithilfe der Vermittlungsplattform neue Kunden adressieren und integriert den Vermittlungsplattformanbieter

als einen neuen Akteur in die Wertschöpfungskette. Durch die signifikante Veränderung von zwei Kategorien entspricht dies einer GMI.

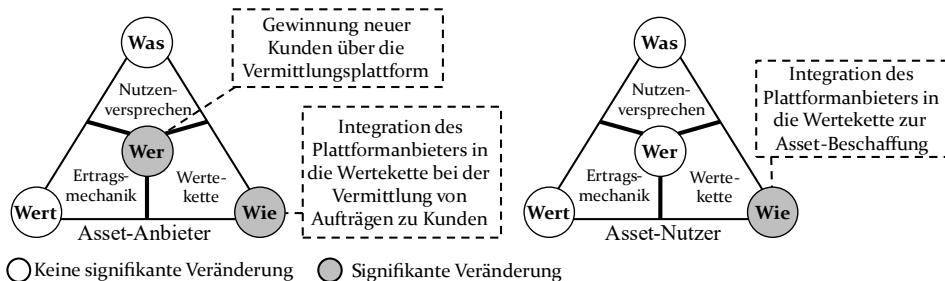


Bild 23: Analyse der GMI im Plattformarchetyp Vermittlungsplattform

#### 4.5.2 Plattformarchetyp E-Shop-Plattform

Der Zweck einer E-Shop-Plattform beinhaltet einen schnellen, unkomplizierten Kauf bzw. Verkauf von eindeutig vorab definierten Produkten oder Services sowie eine Bündelung und Koordination einer Vielzahl an Plattformnutzern über einen digitalen Marktplatz. Als Differenzierung zum Plattformarchetyp Vermittlungsplattform sind bei einer E-Shop-Plattform die Services und Produkte bereits mit Preisdefinition, Verfügbarkeit sowie Leistungsumfang definiert und vorab bekannt. Somit steht lediglich der Einkaufs- bzw. Verkaufsprozess für ein Asset aus, welches bei physischen Produkten bereits produziert im Lager zur Auslieferung verfügbar ist. Physische Produkte können somit vom Plattformanbieter auf Vorrat gehalten und die Lagerhaltung sowie der Versand optimiert werden. Der Anbieter einer Vermittlungsplattform muss hingegen flexibel auf vorab nicht definierte Kundenanforderungen eingehen und dementsprechend ein weitaus flexibleres und kurzfristig erzeugbares Angebot bereithalten. Deshalb liegt bei der Vermittlungsplattform ein differenzierbares Nutzenversprechen vor, welches die automatisierte Aufnahme sowie der Abgleich der Produktanforderungen in den Vordergrund stellt, wohingegen bei der E-Shop-Plattform lediglich der Verkaufsprozess von vorab definierten Leistungen und Lieferzeiten adressiert werden.

##### Kategorie Nutzenversprechen:

Da jegliche Verhandlungsprozesse und Vermittlungsaktivitäten des Plattformanbieters entfallen, liegt die Kernaktivität des Plattformanbieters in der Abwicklung direkter Transaktionen. Der E-Shop-Plattformanbieter bietet hierzu einen digitalen Marktplatz an, über den der Ein- und Verkauf von Produkten oder Services von Anbietern und Käufern zentral über die

Plattform abgewickelt wird. Der Plattformanbieter verspricht den Akteuren im Wertschöpfungsnetz folgende Nutzen:

- Optimierte Ein- und Verkaufstransaktionen für den Asset-Anbieter: Der Asset-Anbieter profitiert von der E-Shop-Plattform durch reduzierte Aufwände beim Verkauf von Produkten und Services. Hierzu zählen i.d.R. Auftragsabwicklungsaufwände (z. B. Rechnungserstellung), die durch den Plattformanbieter übernommen werden.
- Zusätzlicher Vertriebskanal für den Asset-Anbieter: Mit der E-Shop-Plattform steht dem Asset-Anbieter ein neuer Vertriebskanal offen, um Angebote zusätzlichen Kunden zu präsentieren und zu verkaufen. Allerdings werden die Preise und Leistungen des Asset-Anbieters mit der Nutzung der E-Shop-Plattform transparent und vergleichbar im Wettbewerb.
- Effiziente Ein- und Verkaufstransaktionen für Asset-Nutzer: Der Asset-Nutzer profitiert durch eine vergleichbare Übersicht der Leistungen verschiedener Anbieter, die zentral aufbereitet und direkt zu erwerben sind.

#### Kategorie Wertschöpfungsnetz (siehe Bild 24):

Im Wertschöpfungsnetz agiert der Plattformanbieter gleichzeitig als operativer Plattformbetreiber, sodass kein separater operativer Betreiber notwendig wird. Da beim E-Shop-Plattformarchetyp charakteristisch ein schneller Onboarding-Prozess entscheidend ist, wird keine aufwändige Systemintegration durch eine extra Rolle benötigt.

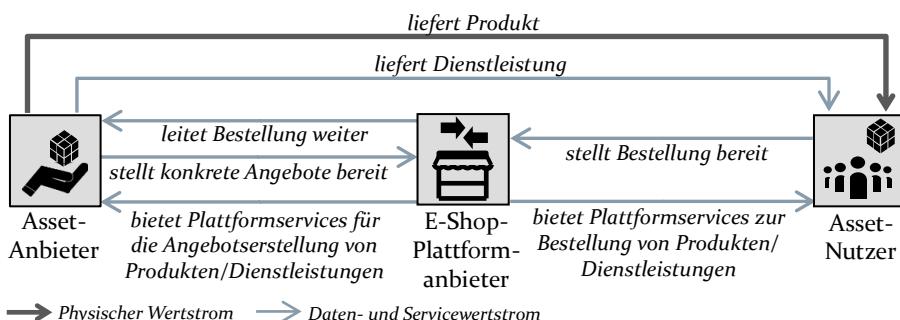


Bild 24: Wertschöpfungsnetz Plattformarchetyp E-Shop-Plattform

Dem Wertschöpfungsnetz für den Plattformarchetyp E-Shop kann beispielsweise das Plattformangebot von Wucato zugeordnet werden. Wucato bietet mit über 11.000 Produktkategorien (u.a. Hydraulik und Pneumatik, Werkzeugmaschinen und Verbindungstechnik) eine umfassende Auswahl an Angeboten von verschiedenen Asset-Anbietern für den B2B-Handel

an. Der Plattformanbieter stellt eine Übersicht sowie Vergleich der angebotenen Assets inklusive Preise und Verfügbarkeiten bereit, sodass die Asset-Nutzer für einen einfachen Einkaufsprozess über die E-Shop-Plattform unterstützt werden. [183] Weitere Beispiele für diesen Platformarchetyp sind Amazon for Business und Mercateo.

## Kategorie Kunden:

Der Plattformarchetyp E-Shop-Plattform dient zur Anbahnung von Geschäftsbeziehungen und stellt einen zweiseitigen Markt dar, bei dem zwei verschiedene Nutzerrollen mit jeweils unterschiedlichen Geschäftsinteressen involviert sind. Dabei können ein- und zweiseitige Netzwerkeffekte entstehen (siehe Kapitel 6).

### Kategorie Ertragsmechanik (siehe Bild 25):

- Der E-Shop-Plattformanbieter erhebt anteilig am Warenwert eine Transaktionsgebühr für die Abwicklung der Transaktionen (transaktionsabhängige Gebühren). Zusätzlich können über optionale Services Einnahmen generiert werden (z. B. Produktplatzierungen).
  - Der Asset-Anbieter erzielt Einnahmen durch den Verkauf von Produkten bzw. Services, die in der Regel vom Asset-Nutzer über den Plattformbetreiber weitergeleitet werden.

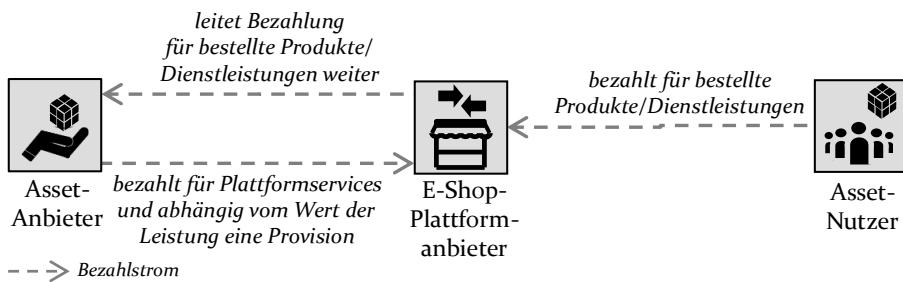


Bild 25: Ertragsmechanik Plattformmarchetyp E-Shop-Plattform

#### Kategorie Geschäftsmodellinnovation (Annahmen siehe Bild 26):

- Der Asset-Nutzer besitzt weiterhin das bestehende Geschäftsmodell und optimiert durch den Einsatz der E-Shop-Plattform lediglich seine Einkaufsprozesse (keine GMI).
  - Der Asset-Anbieter kann mithilfe der E-Shop-Plattform neue Kunden adressieren und integriert mit dem Plattformbetreiber einen neuen Akteur in seiner Wertschöpfungskette (entspricht einer GMI).

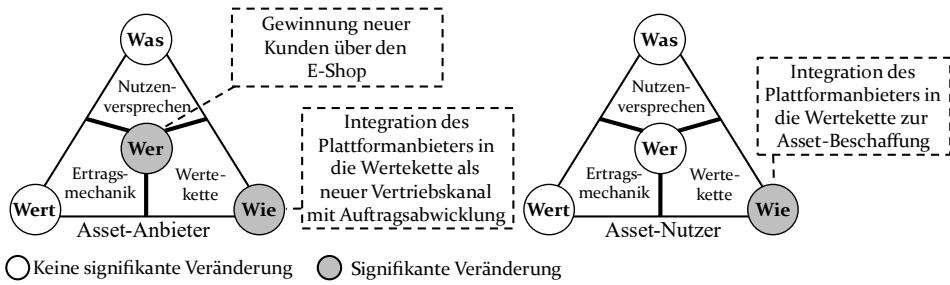


Bild 26: Analyse der GMI im Plattformarchetyp E-Shop-Plattform

### 4.5.3 Plattformarchetyp Content-Plattform

Der Zweck einer Content-Plattform besteht in der zentralen, einheitlichen Bereitstellung und Übermittlung digitaler Assets (z. B. Bild-, Text-, Ton-, Video-, CAD- oder Preisinformationen) zwischen zwei Akteuren mit geschäftlich unterschiedlichen Interessen. Typischerweise werden Funktionen zur Analyse, Suche oder Sortierung der digitalen Assets zur Verfügung gestellt. Der Aspekt der digitalen Assets bringt bei diesem Plattformarchetyp eine besondere Charakteristik mit, indem der Plattformanbieter Funktionalitäten zur Speicherung, Formatierung sowie zum Management der digitalen Assets bereitstellt. Im Gegensatz zur reinen Interaktionsvermittlung physischer Güter, die teilweise im Wertstrom ohne Einwirken des Plattformanbieters direkt zum Nutzer geliefert werden, besitzt der Plattformanbieter somit einen zusätzlichen Kontrollpunkt und Differenzierungsmöglichkeiten gegenüber Wettbewerbern.

#### Kategorie Nutzenversprechen:

Der Content-Plattformanbieter bietet mit einer Infrastruktur zur einheitlichen Informationsbereitstellung den Akteuren im Wertschöpfungsnetz folgende Nutzenversprechen:

- Bündelung der Informationsvermittlung für den digitalen Asset-Anbieter: Der digitale Asset-Anbieter erhält das Nutzenversprechen, über einen zentralen Zugang zur Plattform digitale Assets (z. B. CAD-Modelle, Produktdaten) potentiellen Nutzern strukturiert zur Verfügung zu stellen. Bei öffentlich zugänglichen digitalen Assets wirkt allerdings entgegen, dass aufgrund der standardisierten Aufbereitung eine Vergleichbarkeit zwischen den Anbietern ermöglicht wird.
- Bündelung der Informationsvermittlung für den digitalen Asset-Nutzer: Der digitale Asset-Nutzer profitiert von der Content-Plattform durch einen zentralen Zugriff auf standardisiert aufbereitete digitale

Assets von verschiedenen Anbietern. Dadurch reduzieren sich Aufwände in der Informationssuche, -beschaffung sowie -analyse. Gegenüber dem Asset-Nutzer der E-Shop-Plattform besitzt dieser in dem Fall keine reine Kaufabsicht für ein Produkt über den Plattformanbieter, sondern möchte lediglich auf den Content zugreifen, diesen lokal in seine Systeme einbinden oder direkt verwenden. Da beispielsweise für die Zusammenstellung und Bereitstellung von Produktdatenblättern keine direkte Zahlungsbereitschaft vorliegt, muss der Content-Plattformanbieter andere Ertragsmechaniken etablieren (siehe Kategorie Ertragsmechanik).

#### Kategorie Wertschöpfungsnetz (siehe Bild 27):

Im Wertschöpfungsnetz des Plattformarchetyps Content-Plattform agiert der Plattformanbieter gleichzeitig auch als operativer Plattformbetreiber, sodass kein separater operativer Betreiber notwendig ist. Mit der Zielsetzung durch das Plattformangebot die Informationsbereitstellung zu vereinfachen, wird somit keine zusätzliche aufwändige Systemintegration durch Drittanbieter benötigt.

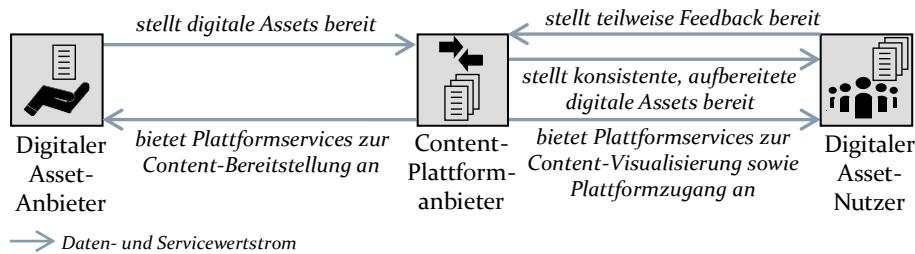


Bild 27: Wertschöpfungsnetz Plattformarchetyp Content-Plattform

Dem Plattformarchetyp kann beispielsweise das Plattformangebot von TraceParts zugeordnet werden. TraceParts bietet eine 3D-Bauteilbibliothek an, bei dem für über 120 Tausend Artikelnummern unterschiedliche Komponentenhersteller und -händler digitale Produktdaten in verschiedenen Formaten (z. B. als CAD-Datei) als digitaler Asset-Anbieter bereitstellen. Gleichzeitig nutzen über fünf Millionen registrierte Ingenieure und Konstrukteure als digitale Asset-Nutzer TraceParts, um die Informationen zentral und konsistent abzurufen. [184] Weitere Praxisbeispiele dieses Plattformarchetyps sind Europages oder das E-Plan Data Portal.

### Kategorie Kunden:

Der Plattformarchetyp Content-Plattform dient zur Anbahnung und Unterstützung von Geschäftsbeziehungen zwischen den Akteuren im Wertschöpfungsnetz und stellt einen zweiseitigen Markt dar, bei dem zwei Nutzerrollen mit jeweils unterschiedlichen Geschäftsinteressen involviert sind sowie ein- und zweiseitige Netzwerkeffekte entstehen können.

### Kategorie Ertragsmechanik (siehe Bild 28):

Der Content-Plattformanbieter erzielt Einnahmen durch Gebühren für die Plattformdienste, die abhängig vom Umfang der Transaktionen sind. Damit grenzt sich die Content-Plattform deutlich gegenüber einer E-Shop-Plattform ab, indem nicht zwangsläufig ein monetärer Wertefluss pro digitalem Asset stattfindet und der Fokus nicht auf dem Kauf bzw. Verkauf des Contents liegt. Dementsprechend können auch alternative Ertragsmechanismen verwendet werden. In einigen Fällen werden Erträge lediglich für eine priorisierte Kennzeichnung bzw. Platzierung der digitalen Assets erzielt. In Einzelfällen sind Erträge durch Abonnements für den Plattformzugang und die Nutzung der Plattforminfrastruktur etabliert. Der digitale Asset-Anbieter erhofft sich durch seine Aufwände und Bereitstellung der digitalen Assets bei Bestandskunden eine höhere Kundenzufriedenheit und Servicequalität sowie die Überzeugung von Neukunden durch eine positiven Darstellung auf der Content-Plattform.

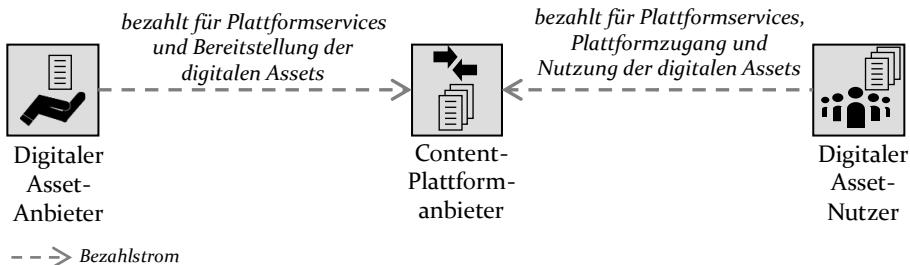


Bild 28: Ertragsmechanik Plattformarchetyp Content-Plattform

### Kategorie Geschäftsmodellinnovation (Annahmen siehe Bild 29):

- Der digitale Asset-Anbieter erhält mit der Content-Plattform die Möglichkeit, die ihm zu Verfügung stehenden digitalen Assets neue Kunden bereitzustellen. Zudem erweitert mit der Integration des Plattformbetreiber der digitale Asset-Anbieter seine Wertschöpfungskette und kann damit eine Geschäftsmodellinnovation erzielen.

- Der digitale Asset-Nutzer verfolgt trotz Plattformnutzung weiterhin das bisherige Geschäftsmodell und verändert lediglich durch die Integration des Content-Plattformanbieters die Wertschöpfungskette zur Optimierung interner Prozesse (keine GMI).

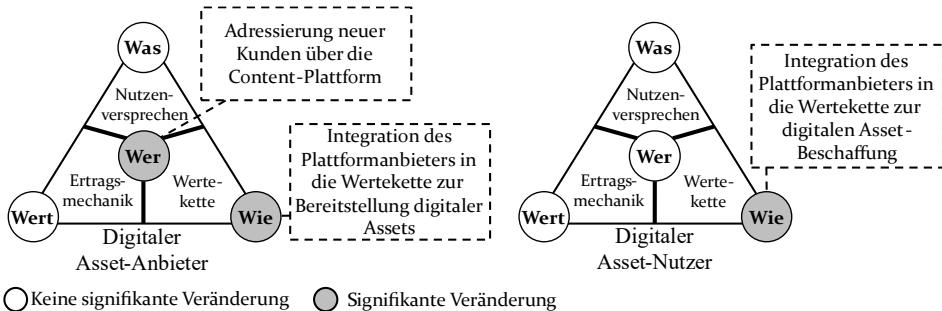


Bild 29: GMI im Plattformarchetyp Content-Plattform

## 4.6 Beschreibung des Plattformarchetyps Innovationsplattform

Eine Innovationsplattform besitzt den Zweck, sowohl einem Asset-Anbieter eine technische Basis für dessen Produkte bereitzustellen als auch den Asset-Nutzern eine Infrastruktur zur Verwendung der Produkte zu bieten.

### Kategorie Nutzenversprechen:

Der Plattformanbieter im Plattformarchetyp Innovationsplattform adressiert das Wertversprechen, Rollen im Wertschöpfungsnetz zur Entwicklung und Nutzung neuer Produktfunktionen oder Serviceangebote zu befähigen und bietet somit den Akteuren im Wertschöpfungsnetz folgende Nutzenversprechen:

- Innovationserzeugung: Der Asset-Anbieter erhält das Nutzenversprechen, neue oder bisher nicht wirtschaftlich rentable Leistungsangebote zu entwickeln, die auf Grundfunktionalitäten der Innovationsplattform basieren.
- Innovationsnutzung: Der Asset-Nutzer profitiert durch die Innovationsplattform, indem Innovationsangebote beispielsweise zur Optimierung interner Prozesse oder zur Erweiterung des Produktportfolios für eine bessere Marktposition eingesetzt werden können. Zudem besitzt der Asset-Nutzer mit der Innovationsplattform eine technische Basisinfrastruktur, um weitere plattformkonforme Innovationen von verschiedenen Anbietern effizient zu integrieren und auszuführen.

- Hinweis: Die Systemintegration wird unter den Rollen Systemintegrator 1 und 2 unterteilt, die beide in ihrer Rolle als Serviceanbieter im Wertschöpfungsnetz agieren und durch die Plattformfunktionen befähigt werden. Während allerding der Systemintegrator 1 die Innovationen nutzerspezifisch für den Asset-Nutzer adaptiert, führt der Systemintegrator 2 insbesondere das Onboarding für die generelle Plattformnutzung aus.

Kategorie Wertschöpfungsnetz (siehe Bild 30):

Im Wertschöpfungsnetz agiert der Plattformanbieter gleichzeitig auch als operativer Plattformbetreiber, sodass kein separater operativer Betreiber notwendig wird. Aufgrund der Komplexität in der produzierenden Industrie nimmt die Systemintegration eine besondere Rolle bei diesem Plattformarchetyp ein. Für die spezifische Einrichtung des Plattformzugangs beim Asset-Nutzer wird ein Onboarding durch den Systemintegrator 2 benötigt. Aufgrund unternehmensspezifischer Voraussetzungen (beispielsweise in der lokalen Fabrik-IT) ist zusätzlich der Systemintegrator 1 erforderlich, der entwickelte Innovationen entsprechend den individuellen Gegebenheiten des Asset-Nutzers integriert. In den Praxisbeispielen zeigt sich, dass die Rolle der Systemintegratoren entweder von externen unabhängigen Unternehmen oder vom Plattformanbieter, Asset-Anbieter bzw. Asset-Nutzer übernommen wird. Insbesondere das Plattform-Onboarding wird allerdings häufig von dem Unternehmen des Plattformanbieters selbst mit angeboten (z. B. durch interne Serviceeinheit). Da unterschiedliche Unternehmen jeweils die Systemintegration 1 und 2 in der Praxis übernehmen können, sind diese Rollen im Wertschöpfungsnetz aufgeteilt dargestellt. Aufgrund der Komplexität der Systemlandschaft im IT- und OT-Umfeld sowie der erforderlichen Hardware- und Softwareanbindung sind die Rollen der Systemintegratoren in produzierenden Unternehmen weitaus relevanter als bei Plattformangeboten im Konsumentenmarkt.

Dem Wertschöpfungsnetz kann beispielsweise das Plattformangebot Railigent von Siemens zugeordnet werden. Railigent bietet als cloudbasierte Plattform die Erfassung, Interpretation, Verarbeitung sowie Analyse großer Datenmengen aus dem Bahnumfeld an. Hierzu befähigt Railigent Zugherstellern und Komponentenlieferanten in der Rolle als Asset-Anbieter zur Aufbereitung und Auswertung der Asset-Daten. Diese können in die jeweiligen Systeme der Anbieter integriert und beispielsweise für KI-gestützte Komponentenanalysen verwendet werden. Daraufhin besteht für den Asset-Anbieter die Möglichkeit, datenbasierte Wartungsservices oder

Zuverlässigkeitsgarantien dem Asset-Nutzer anzubieten. [185][P1] Ein Weiteres Praxisbeispiel für dieses Archetyp ist zudem die Bosch IoT Suite.

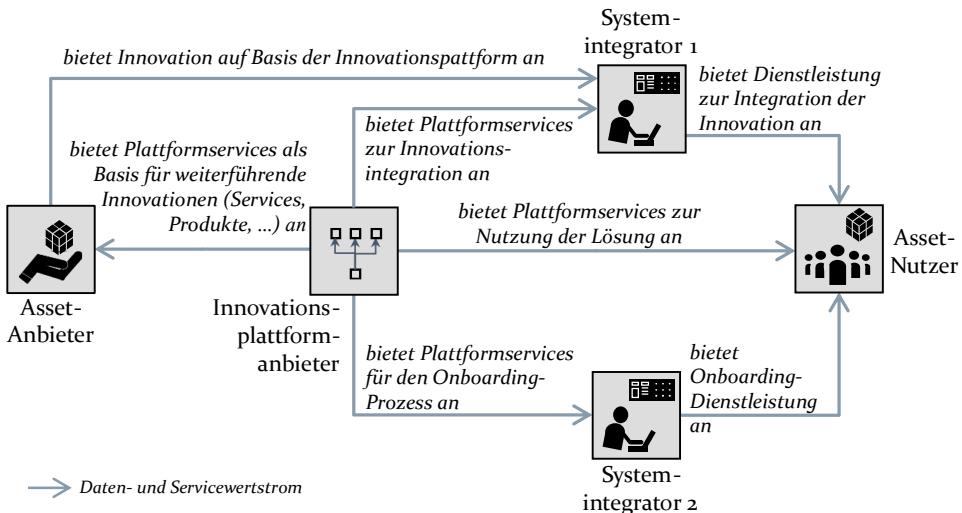


Bild 30: Wertschöpfungsnetz Plattformarchetyp Innovationsplattform

#### Kategorie Kunden:

Der Plattformarchetyp Innovationsplattform dient zur Unterstützung der Geschäftsbeziehungen durch zusätzliche Leistungsangebote im Wertschöpfungsnetz und stellt mit dem Asset-Anbieter und Asset-Nutzer einen zweiseitigen Markt dar. Im Plattformarchetyp können insgesamt ein- und zweiseitige Netzwerkeffekte entstehen. Detaillierte Begründungen bezüglich der Einordnungen sind in Kapitel 6 erläutert.

#### Kategorie Ertragsmechanik (siehe Bild 31):

- Der Innovationsplattformanbieter erzielt von den Plattformnutzern, abhängig der in Anspruch genommenen Plattformservices, nutzungsabhängige Einnahmen für die Plattformbereitstellung und -wartung (nutzungsabhängige Gebühren). Mithilfe eines kontinuierlichen Trackings der Nutzung kann dies beispielsweise konkret auf die Datmenge, Umfang des beanspruchten RAM-Speichers oder auf die Anzahl der mit der Plattform verbundenen Endgeräte herunter gebrochen werden. Der Asset-Anbieter entrichtet eine nutzungsabhängige Gebühr für die Entwicklungsoptionen und ggf. für die Nutzung der Innovationsplattform innerhalb seines Leistungsangebots. Diese Aufwendungen kann der Asset-Anbieter in dem Innovationsangebot an

den Asset-Nutzer einpreisen. Zusätzlich generiert der Plattformanbieter Erträge aus Nutzungsgebühren für Plattformservices von den Systemintegratoren.

- Der Asset-Anbieter erhält nutzungsabhängige Erträge von dem Asset-Nutzer für die Bereitstellung der plattformbasierten Innovationen.
- Die Rolle des Systemintegrators erzielt je nach konkrem Service für das Plattform-Onboarding oder für die spezifische Innovationsintegration Einnahmen von dem Asset-Nutzer. Alternativ kann der Bezahlstrom auch durch den Asset-Anbieter bzw. den Plattformanbieter erfolgen, wobei dann die Rollen diese Aufwände in die jeweilige Gesamtpreiskalkulation integrieren.

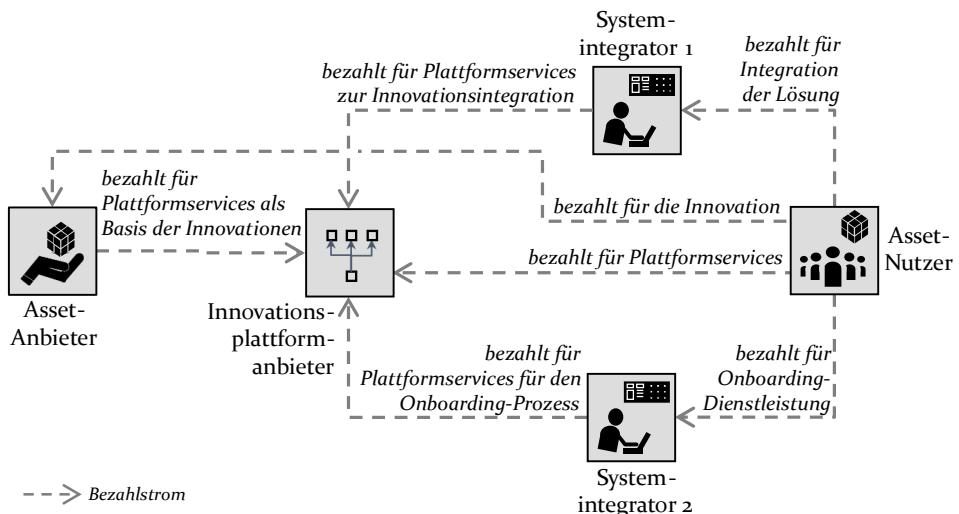


Bild 31: Ertragsmechanik Plattformarchetyp Innovationsplattform

#### Kategorie Geschäftsmodellinnovation (Annahmen siehe Bild 32):

- Der Asset-Anbieter kann mit der Innovationsplattform ein neues Nutzenversprechen generieren, welches bestehende und neue Kundenkreise adressiert. In der produzierenden Industrie können dies beispielsweise datenbasierte Mehrwertdienste (eng. *Smart Services*) für Maschinen sein. Das Hinzukommen des Innovationsplattformanbieters und des Systemintegrators hat für den Asset-Anbieter zudem eine signifikante Veränderung in der Wertschöpfungskette zu Folge. Durch das neue Nutzenversprechen sowie mithilfe der Innovationsplattform kann sich zudem die Ertragsmechanik verändern, indem beispielsweise eine Maschine nutzungsbasiert vermietet anstatt einmalig verkauft wird (entspricht einer GMI).

- Der Asset-Nutzer kann bei einer reinen internen Nutzung der plattformbasierten Innovation auf eine signifikante Veränderung im Geschäftsmodell verzichten. Alternativ steht jedoch die Möglichkeit, mit Hilfe der Innovation sein Produktpotfolioangebot zu erweitern und somit dem bestehenden Kundenkreis ein neues Nutzenversprechen mit veränderter Ertragsmechanik anzubieten. Aufgrund der Nutzung des Plattformangebots verändert sich zudem die Wertschöpfungskette (entspricht einer GMI).
- Der Systemintegrator beeinflusst mit den Angeboten zur Innovationsintegration sowie dem Plattform-Onboarding sein Geschäftsmodell nicht signifikant und agiert weiterhin durch ein Servicegeschäft. Mit der zusätzlichen Einbindung der Rolle des Plattformanbieters verändert sich lediglich die Wertschöpfungskette (entspricht keiner GMI).

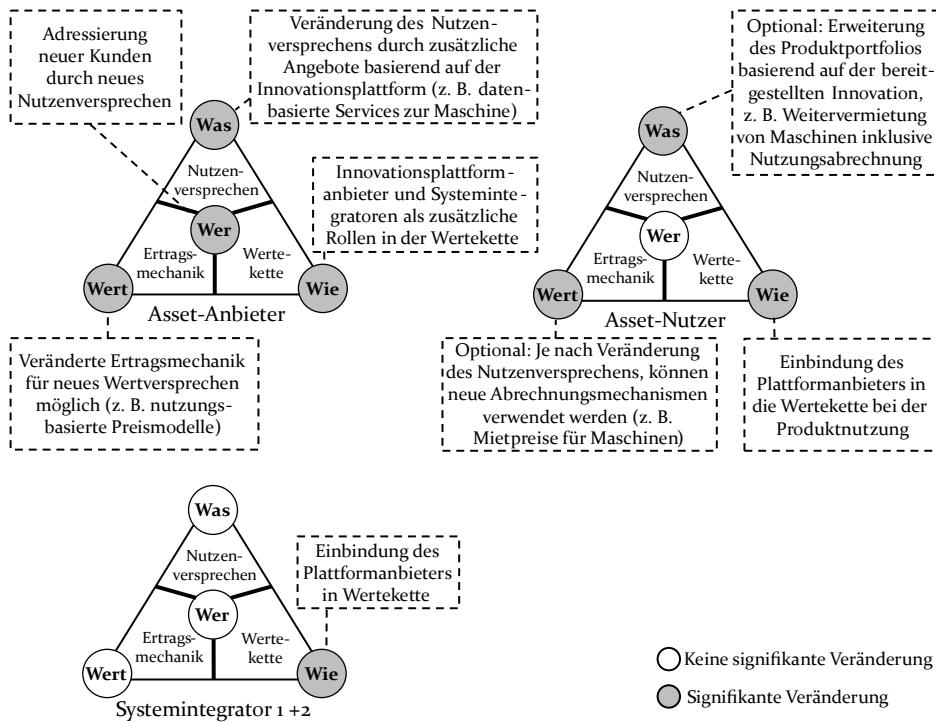


Bild 32: Analyse der GMI im Plattformarchetyp Innovationsplattform

## 4.7 Beschreibung des Plattformarchetyps Integrierte Plattform

Die Integrierte Plattform adressiert sowohl Charakteristiken des Plattformarchetyps der Innovationsplattform als auch der E-Shop-Plattform.

### Kategorie Nutzenversprechen:

Der Plattformarchetyp Integrierte Plattform beinhaltet das Wertversprechen des Plattformanbieters, Akteure im Wertschöpfungsnetz sowohl zur Entwicklung und Ausführung einer Innovationslösung zu befähigen als auch gleichzeitig als Intermediär für Transaktionen von plattformergänzenden Angeboten zu dienen. Typischerweise setzt der Anbieter der Integrierten Plattform die Verkaufstransaktion von Applikationen über einen Transaktionsmarktplatz (z. B. App Store) um. Ein App Store besitzt die Besonderheit, dass verfügbare Angebote technisch kompatibel mit der Plattformlösung sind und dadurch aufwandsarm integriert werden können. Der Plattformbetreiber bietet im Wertschöpfungsnetz folgende Nutzenversprechen:

- Innovationserzeugung: Der Asset-Anbieter wird zur Entwicklung eines neuen oder bisher nicht wirtschaftlich rentablen Leistungsangebots befähigt, das zusätzlich durch die Nutzung von digitalen Assets (z. B. Applikationen) erweitert werden kann.
- Optimierte Ein- und Verkaufstransaktionen/ zusätzlicher Vertriebskanal: Der Anbieter digitaler Assets profitiert durch die Entwicklungswerzeuge der Integrierten Plattform, indem die Applikationsentwicklung vereinfacht und die technische Ausführbarkeit sichergestellt wird. Zusätzlich erhält der Anbieter einen Marktzugang für den Vertrieb der entwickelten Angebote inklusive der Abwicklung der Verkaufstransaktion.
- Innovationsnutzung: Der Asset-Nutzer profitiert durch die Nutzung der plattformbasierten Innovationen und den verbundenen Potentiale zur internen Prozessverbesserung bzw. der Erweiterung des Produktpportfolios. Die Integrierte Plattform dient insbesondere als technische Infrastruktur für die kompatible Ausführung von erweiternden, komplementären Applikationen verschiedener digitaler Asset-Anbieter.
- Hinweis: Die Rolle des Systemintegrators agiert als Serviceanbieter im Wertschöpfungsnetz und wird durch Angebote der Plattform befähigt, Innovation kundenspezifisch zu integrieren sowie Plattform-Onboardings durchzuführen.

### Kategorie Wertschöpfungsnetz (siehe Bild 33):

Der Plattformanbieter übernimmt gleichzeitig die Rolle des operativen Plattformbetreibers. Vergleichbar mit dem Archetyp Innovationsplattform wird die Rolle des Systemintegrators für die Integrationen in das IT- und Produktionsumfeld benötigt. Diese Rolle wird entweder von externen Unternehmen oder durch die anderen Rollen im Wertschöpfungsnetz übernommen.

Entsprechend dem Wertschöpfungsnetz kann dem Archetyp das Praxisbeispiel Industrial Edge von Siemens zugeordnet werden. Industrial Edge unterstützt einerseits App-Entwicklern in der Rolle als digitaler Asset-Anbieter bei der Entwicklung von Applikationen sowie deren Verkauf über einen zentralen App Shop. Gleichzeitig werden beispielsweise Maschinenbauunternehmen in der Rolle als Asset-Anbieter durch die Bereitstellung einer zentralen Ablaufumgebung der Applikationen befähigt, die Industrial Edge Plattform sowie die bereitgestellten Apps aus dem App Shop in eigene Produkte zu integrieren und den Asset-Nutzern darauf aufbauend digitale After-Sales Lösungen anzubieten. [186] Ein weiteres Beispiel für den Plattformarchetyp Integrierte Plattform bildet TAPIO mit einer Fokussierung auf die Holzverarbeitungsindustrie.

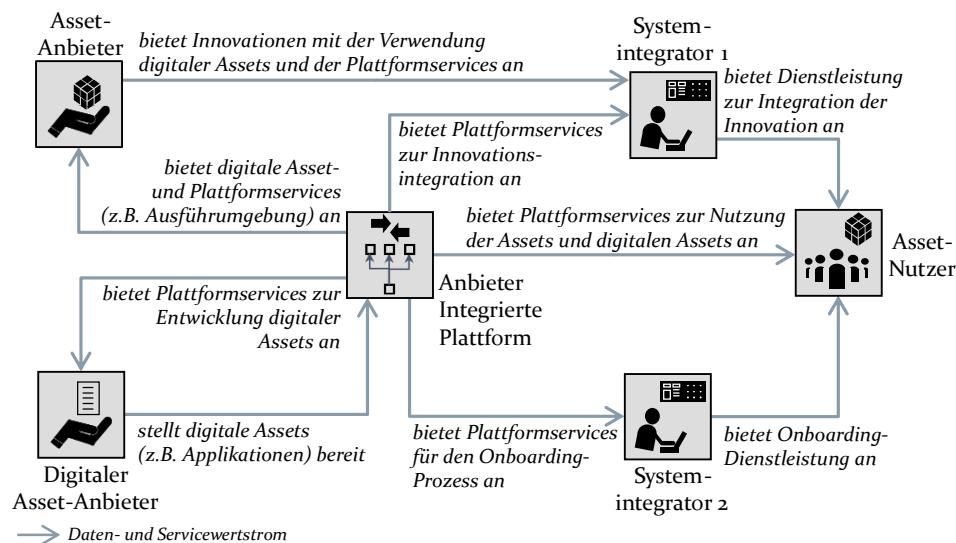


Bild 33: Wertschöpfungsnetz Plattformarchetyp Integrierte Plattform

### Kategorie Kunden:

Der Plattformarchetyp Integrierte Plattform dient sowohl zur Anbahnung neuer als auch zur Unterstützung bestehender Geschäftsbeziehungen im

Wertschöpfungsnetz und stellt für den Plattformanbieter mit den verschiedenen Nutzerrollen einen Markt mit mehr als zwei Seiten dar. Im Plattformarchetyp können zudem zwischen den Rollen ein- und zweiseitige Netzwerkeffekte entstehen (siehe Kapitel 6).

#### Kategorie Ertragsmechanik im Wertschöpfungsnetz (siehe Bild 34):

- Der Anbieter der Integrierten Plattform erzielt nutzungsabhängige Einnahmen für die Plattformbereitstellung und -wartung (abhängig von der Vertragsgestaltung entweder vom Asset-Anbieter oder dem Asset-Nutzer). Als weitere Einnahmequelle erhält der Plattformanbieter für den Betrieb und die Vermarktung des Marktplatzes transaktionsabhängige Gebühren. Zudem können nutzungsabhängige Einnahmen durch die Plattformservices von den Systemintegratoren generiert werden.
- Der digitale Asset-Anbieter erzielt nutzungsabhängige Gebühren für den Verkauf bzw. die Verwendung der Applikationen. Die Einnahmen werden in diesem Fall über den Transaktionsmarktplatz des Anbieters der Integrierten Plattform generiert.
- Der Asset-Anbieter erzielt Erträge von dem Asset-Nutzer für deren Nutzung der plattformbasierten Innovationen.
- Der Systemintegrator erzielt für die Services zur Innovationsintegration sowie für das Plattform-Onboarding Einnahmen.

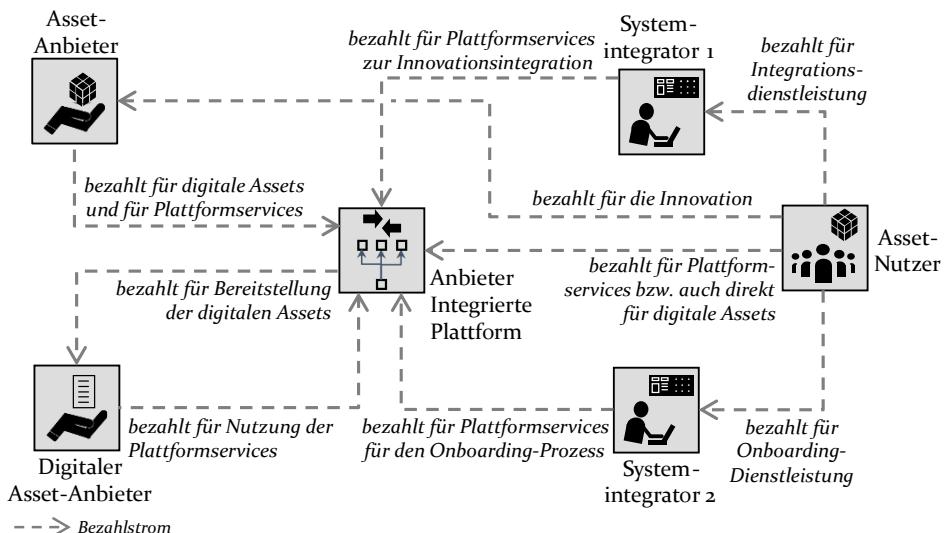


Bild 34: Ertragsmechanik Plattformarchetyp Integrierte Plattform

**Kategorie Geschäftsmodellinnovation (Annahmen siehe Bild 35):**

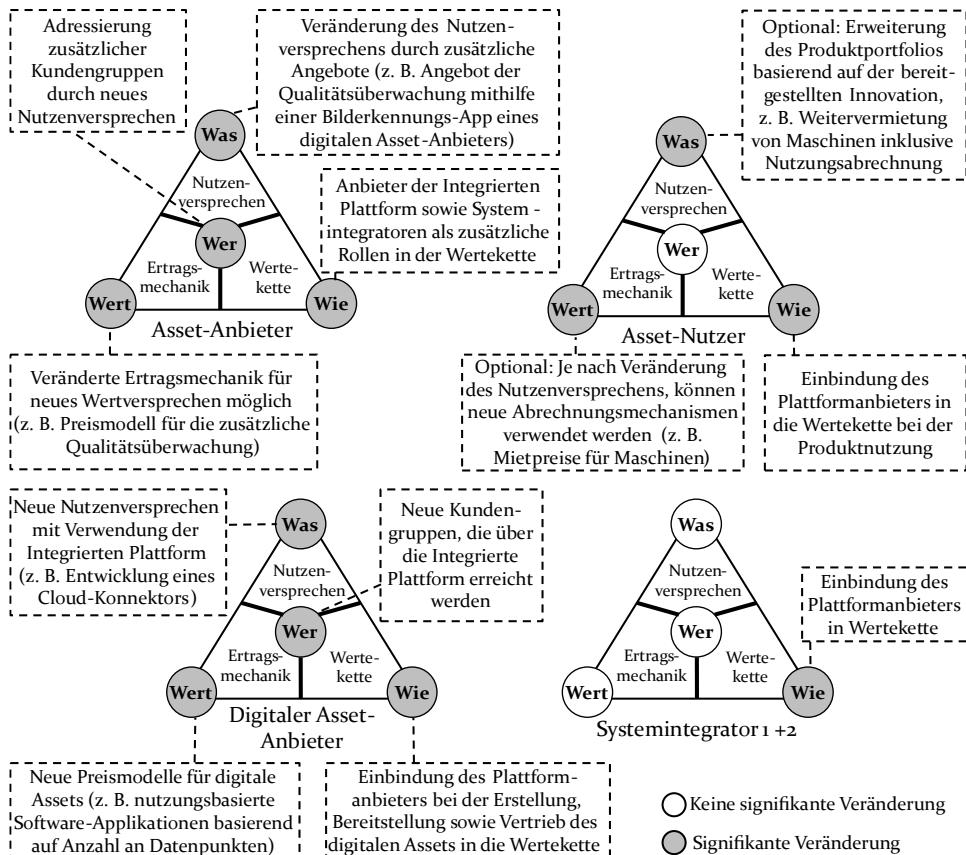


Bild 35: Analyse der GMI im Plattformarchetyp Integrierte Plattform

- Der Asset-Anbieter verfolgt mithilfe der Innovationsplattform sowohl für bestehende als auch für neue Kundengruppen ein verändertes Nutzenversprechen, wodurch Veränderungen in der Ertragsmechanik entstehen. Durch die Integration weiterer Rollen im Wertschöpfungsnetz besitzt der Asset-Anbieter eine signifikante Veränderung in der Wertschöpfungskette (entspricht einer GMI).
- Der Asset-Nutzer kann bei einer reinen internen Nutzung der plattformbasierten Innovation auf eine wirkliche Veränderung im Geschäftsmodell verzichten. Alternativ kann dieser mithilfe der Innovation sein Produktportfolioangebot erweitern und somit seinem bestehenden Kundenkreis ein neues Nutzenversprechen mit veränderter Ertragsmechanik anbieten. Aufgrund der Nutzung des Plattformangebots verändert sich die Wertschöpfungskette (entspricht einer GMI).

- Die Systemintegratoren verändert mit den Angeboten zur Innovationsintegration sowie dem Plattform-Onboarding die Geschäftsmodelle nicht signifikant und agieren weiter mit einem Servicegeschäft. Aufgrund der Einbindung der Rolle des Plattformanbieters verändert sich lediglich die Wertschöpfungskette (entspricht keiner GMI).
- Der digitale Asset-Anbieter erzeugt mithilfe der Entwicklungswerzeuge der Integrierten Plattform ein neues Nutzenversprechen. Über den Transaktionsmarktplatz können Applikationen neuen Kundengruppen angeboten und damit auch neue Ertragsmechaniken realisiert werden. Die Wertschöpfungskette erhält mit der Aufnahme des Plattformanbieters eine signifikante Veränderung (entspricht einer GMI).

## 4.8 Beschreibung der Plattformarchetypen als Service-Bereitstellung

Im folgenden Kapitel werden die drei Plattformarchetypen Datenaustauschplattform, Supply-Chain-Management (SCM)-Plattform sowie Kollaborationsplattform beschrieben, die jeweils die Bereitstellung einer Plattform als Service für Anwender auf einer Marktseite adressieren. Da in den Wertschöpfungsnetzen der Datenaustausch- und Kollaborationsplattform der Eigentümer des Plattform-Know-hows nicht zwangsläufig auch der operative Betreiber ist, der die Lösung Anwendern zur Verfügung stellt, werden die Rolle in diesen Fällen differenziert. Während typischerweise beide Rollen von einem Plattformanbieter eingenommen werden, können diese Rollen auch explizit separiert werden. Der Eigentümer der Plattformlösung besitzt das geistige Eigentum sowie die vollständige Kontrolle über grundsätzliche Veränderungen, Updates oder Wartungen der Software. Der operative Betreiber beschafft die Softwarelösung und verwendet diese nach seinen Anforderungen in einer teilweise durch einen Systemintegator spezifizierten Version. Kennzeichnend ist zudem, dass der operative Betreiber keine Ertragsmechanik durch den Betrieb der Plattform verfolgt, sondern i.d.R. die Plattformlösung unternehmensintern anbietet.

### 4.8.1 Plattformarchetyp Datenaustauschplattform

Der Wert einer Datenaustauschplattform ergibt sich durch die Möglichkeit, Daten aus heterogenen Quellen bzw. IT-Systemen mittels einer Softwarelösung zentral abzurufen und für weiterführende Aktivitäten zu verwenden.

### Kategorie Nutzenversprechen:

Die Rollen im Wertschöpfungsnetz profitieren durch die Nutzenversprechen des Platormeigentümers wie folgt:

- Befähigung zur optimierten Datenbereitstellung: Der operative Betreiber der Datenaustauschplattform wird befähigt, weiteren Nutzern einen Service zur zentralen Verwaltung und Übermittlung von Daten aus heterogenen Quellen bereitzustellen.
- Befähigung zur optimierten Datenbereitstellung: Der digitale Asset-Nutzer erhält die Möglichkeit, weiteren unternehmensinternen und -externen Plattformnutzern heterogene Daten bereitzustellen und zu übermitteln. Die Daten werden hierbei von der Rolle der digitalen Asset-Nutzer verknüpft, aufbereitet, bereitgestellt von anderen Personen in der Rolle als digitale Asset-Nutzer bzw. auch direkt von IT-Systemen weiterverwendet.
- Hinweis: Der Systemintegrator nimmt die Rolle eines Serviceanbieters ein und nimmt spezifische Anpassungen an der Software für den operativen Betreiber vor.

### Kategorie Wertschöpfungsnetz (siehe Bild 36):

Der Platormeigentümer agiert in dem Archetyp als separate Rolle und bietet die Softwarebereitstellung und -wartung in einer linearen Kunden-Lieferanten-Beziehung an. Der operative Platormbetreiber stellt daraufhin den Nutzern die integrierte Lösung bereit. Insbesondere bei einem Betrieb der Platorm in lokalen Rechenzentren werden diese zwei Rollen von unterschiedlichen Unternehmen übernommen. Der operative Platormbetreiber ist dabei häufig Teil des Unternehmens des digitalen Asset-Nutzers (z. B. interne IT-Abteilung). Aufgrund der Komplexität im industriellen Umfeld wird für die Integration der Softwarelösung in die IT- und OT-Systeme des Betreibers in der Regel die Rolle eines Systemintegrators benötigt.

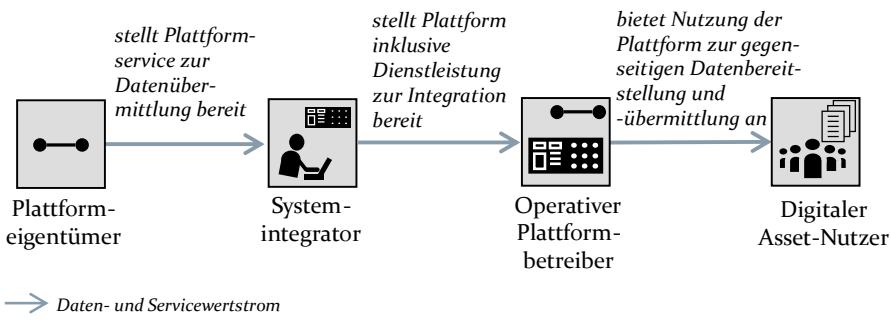


Bild 36: Wertschöpfungsnetz Platormarchetyp Datenaustauschplattform

Dem Wertschöpfungsnetz des Archetyps kann das Beispiel the@dvanced von Kampf Schneid- und Wickeltechnik zugeordnet werden. Das Plattformangebot bietet für Komponentenlieferanten die Chance, digitale Services direkt On-Premises in die Maschine zu integrieren, um Felddaten an weiterführende Cloudangebote zu übertragen und dadurch eine effizientere Maschinenwartung zu ermöglichen. [P3] Dem Plattformarchetyp können zudem die Praxisbeispiele Cybus und Ondeso zugeordnet werden.

#### Kategorie Kunden:

Der Plattformarchetyp Datenaustauschplattform besitzt zunächst keinen Fokus auf die Anbahnung oder Unterstützung von Geschäftsbeziehungen. Anhand der linearen Wertschöpfungskette entsteht für den Plattformeigentümer ein einseitiger Markt mit einseitigen Netzwerkeffekten (siehe weitere Erläuterungen in Kapitel 6).

#### Kategorie Ertragsmechanik (siehe Bild 37):

- Der Plattformeigentümer fokussiert Einnahmen für die Bereitstellung der Plattformlösung vom operativen Plattformbetreiber typischerweise durch Abonnementmodellen oder Einmalzahlungen. Zusätzlich können Wartungsarbeiten oder Zusatzservices monetarisiert werden.
- Der Systemintegrator erzielt Erträge für die erbrachten Services in der Systemintegration.
- Der operative Plattformbetreiber kann für die Plattformbereitstellung von den Nutzern direkte monetäre Erträge erzielen. Aufgrund der vordergründigen unternehmensinternen Nutzung zeigen die Praxisbeispiele, dass der operative Betrieb häufig durch die interne IT-Abteilung übernommen wird und somit nur eine unternehmensinterne Verrechnung stattfindet. Das Gesamtunternehmen profitiert dabei durch Prozessverbesserungen mit der Nutzung der Datenaustauschplattform.
- Der digitale Asset-Nutzer fokussiert durch die Plattformnutzung keine Ertragsmechanik im Wertschöpfungsnetz.

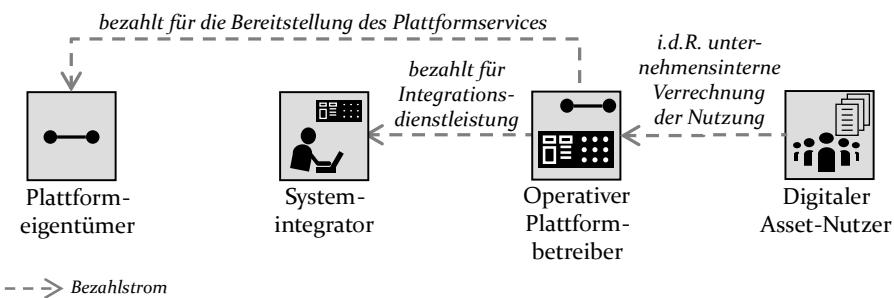


Bild 37: Ertragsmechanik Plattformarchetyp Datenaustauschplattform

Hinsichtlich der Kategorie GMI im Wertschöpfungsnetz können folgende Annahmen getroffen werden (siehe Bild 38):

- Der Systemintegrator bietet weiterhin Services zur Systemintegration an, wobei sich mit dem Plattformeigentümer eine veränderte Wertschöpfungskette ergibt (keine GMI).
- Der operative Betreiber der Datenaustauschplattform verändert sein Geschäftsmodell nicht signifikant, hat jedoch mit der Plattformbereitstellung eine Veränderung in der Wertschöpfungskette (keine GMI).
- Der digitale Asset-Nutzer erweitert lediglich mit der Plattformnutzung seine Wertschöpfungskette und nimmt keine signifikanten Änderungen am bisherigen Geschäftsmodell vor.

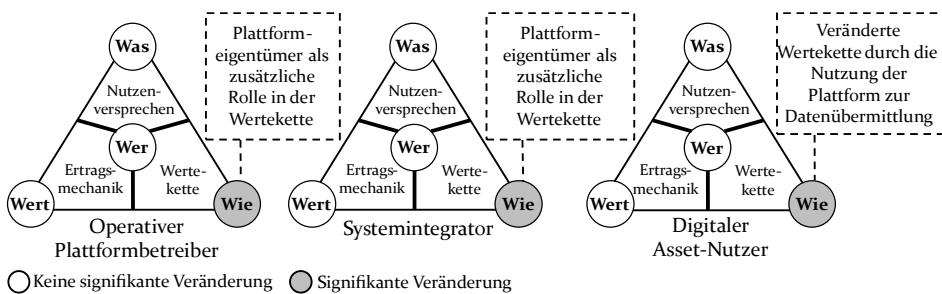


Bild 38: Analyse der GMI im Plattformarchetyp Datenaustauschplattform

#### 4.8.2 Plattformarchetyp SCM-Plattform

Der SCM-Plattformanbieter befähigt die Anwender zu einem unternehmensübergreifenden, zentralen Informationsaustausch zur optimierten Abwicklung der Prozesse in der Lieferkette von Bestellungen bis hin zu Lieferungen physischer Produkte.

##### Kategorie Nutzenversprechen:

Der SCM-Plattformanbieter stellt eine Software zur Verfügung, die durch den Asset-Nutzer sowie Asset-Anbieter eingesetzt wird. Die zwei Rollen haben als Plattformnutzer das gemeinsame geschäftliche Interesse, mithilfe der Softwarelösung Prozessabläufe zu optimieren und einheitlich aufbereitete Datensätze in eine zentrale Datenbasis zu übermitteln. Der SCM-Plattformanbieter stellt einen einheitlichen, zentralen Datenzugang zu einem einzigen korrekten Datenbestand (engl. *Single Point of Truth*) sicher und bietet zusätzliche Analyse- und Auswertungsfunktionen. Die Rollen im Wertschöpfungsnetz profitieren durch den Anbieter der SCM-Plattform wie folgt:

- Optimierte SCM-Informationsvermittlung: Sowohl der Asset-Nutzer als auch der Asset-Anbieter profitieren als Plattformnutzer von der Befähigung zu einer zentralen Bereitstellung von SCM-Informationen, wodurch unternehmensinterne und -übergreifende Prozesse in der Koordination von Geschäftsprozessen optimiert werden.

#### Kategorie Wertschöpfungsnetz (siehe Bild 39):

Der SCM-Plattformanbieter agiert in dem Archetyp gleichzeitig in der Rolle des operativen Plattformbetreibers. Aufgrund der Vielzahl an etablierten technischen Standards im Bereich SCM sind charakteristisch geringe Systemintegrationsaufwände und dadurch kein separater Systemintegrator notwendig.

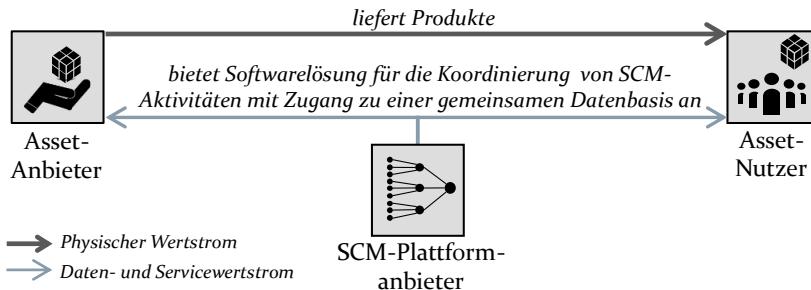


Bild 39: Wertschöpfungsnetz Plattformarchetyp SCM-Plattform

Dem Wertschöpfungsnetz des Archetyps SCM-Plattform kann das Praxisbeispiel AirSupply von SupplyOn zugeordnet werden. Das Plattformangebot unterstützt sowohl Lieferanten (als Asset-Anbieter) als auch Kunden aus der Luft- und Raumfahrtindustrie (als Asset-Nutzer) bei der Optimierung ihrer kollaborativen SCM-Prozesse. Beispielsweise werden somit vorausschauende Kapazitätsplanungen, eine Abstimmung der Liefermengen und -termine sowie die Nachverfolgung von Auftrags- und Lieferstatus ermöglicht. [187] Weitere Praxisbeispiele des Plattformarchetyps sind Siemens AX4 sowie Flexport.

#### Kategorie Kunden:

Das grundsätzliche Wertversprechen für die Plattformnutzer in dem Plattformarchetyp liegt in der Optimierung bestehender Geschäftskontakte in Bezug auf unternehmensübergreifende SCM-Prozesse. Da sowohl der Asset-Nutzer als auch der Asset-Anbieter in ihren Rollen jeweils als Plattformnutzer auftreten und das gleiche geschäftliche Interesse der Optimierung der SCM-Prozesse haben sowie gleichermaßen die SCM-Plattform als Softwarelösung nutzen, kann das Angebot der SCM-Plattformsoftware aus

Sicht des Plattformanbieters als ein einseitiger Markt beschrieben werden. Zudem kann ein Unternehmen gleichzeitig sowohl die Rolle des Asset-Anbieters (als Lieferant) als auch die Rolle des Asset-Nutzers (als Käufer) einnehmen. Dieser einseitige Markt wird insbesondere dann deutlich, wenn der Asset-Nutzer die Bezahlung der Nutzungsgebühren für seine Zulieferer (Asset-Anbieter) übernimmt und der Plattformanbieter somit nur direkt mit dem Asset-Nutzer eine Geschäfts- und Vertragsbeziehung aufbaut. Bei dieser Beziehung können dementsprechend nur einseitige Netzwerkeffekte entstehen.

Kategorie Ertragsmechanik (siehe Bild 40):

- Der SCM-Plattformanbieter erhält für die Bereitstellung der Plattformlösung Einnahmen von den Plattformnutzern. Für den Asset-Nutzer oder Asset-Anbieter werden Abonnements in unterschiedlichen Abstufungen angeboten.
- Der Asset-Anbieter erzielt Erträge für die Lieferung physischer Produkte an den Asset-Nachfrager.

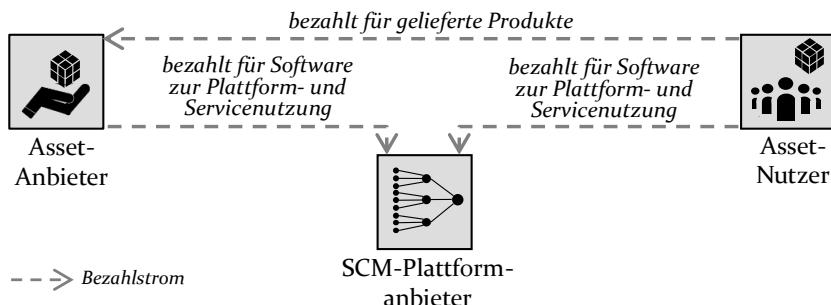


Bild 40: Ertragsmechanik Plattformarchetyp SCM-Plattform

Hinsichtlich der Kategorie der GMI im Wertschöpfungsnetz kann für den Asset-Nutzer und Asset-Anbieter die Annahme getroffen werden, dass die Rollen ihre bestehenden Geschäftsmodelle nicht durch die Plattformnutzung modifizieren, da lediglich eine Prozessverbesserung beabsichtigt wird (siehe Bild 41). Somit bleiben ihre Wertversprechen und Ertragsmechaniken bestehen und lediglich die Wertschöpfungsketten verändern sich durch den zusätzlichen SCM-Plattformanbieter (entspricht keiner GMI).

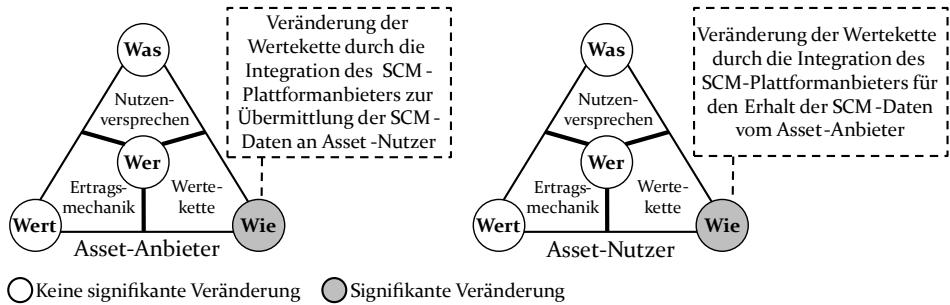


Bild 41: Analyse der GMI im Plattformarchetyp SCM-Plattform

### 4.8.3 Plattformarchetyp Kollaborationsplattform

Ein Kollaborationsplattformanbieter befähigt Nutzer zur unternehmensinternen sowie -übergreifenden kollaborativen Zusammenarbeit, indem eine technische Softwarelösung einen Zugang zu einer gemeinsamen, veränderbaren Datenbasis bereitstellt. Hierfür werden spezielle Werkzeuge und Softwarefunktionen inkludiert, die eine synchrone Bearbeitung der Datenbasis sowie einen Austausch über heterogene Arbeitsgruppen bzw. über verschiedene Rollen hinweg unterstützen. Gegenüber der Datenaustauschplattform wird bei der Kollaborationsplattform nicht nur der Datenaustausch adressiert, sondern die simultane Veränderung eines zentralen Datensatzes fokussiert. Dieser Bedarf ist in der produzierenden Industrie insbesondere in der Produkt- und Softwareentwicklung von hoher Bedeutung.

#### Kategorie Nutzenversprechen:

Die Akteure im Wertschöpfungsnetz profitieren durch die Nutzenversprechen des Plattformeigentümers wie folgt:

- Befähigung zur Kollaboration: Der operative Betreiber der Kollaborationsplattform profitiert durch die Bereitstellung der Plattformlösung, indem dieser weiteren Nutzern eine softwarebasierte kollaborative Zusammenarbeit ermöglichen kann.
- Der digitale Asset-Anbieter agiert als Serviceanbieter und stellt dem operativen Betreiber ergänzende Autorenwerkzeuge für kollaborative Prozesse bereit.
- Gleichermaßen ist der Systemintegrator als Serviceanbieter beauftragt und kann in dieser Rolle dem operativen Betreiber zusätzliche Services zur spezifischen Anpassung und Integration der Softwareplattform anbieten.

Der operative Betreiber der Kollaborationsplattform verspricht einen Mehrwert für die digitalen Asset-Nutzer, wobei diese in zwei Funktionsrollen unterschieden werden können. Indem diese zwei Funktionen von unterschiedlichen Unternehmen eingenommen werden, erfolgt im Wert schöpfungsnetz eine Differenzierung. Der digitale Asset-Nutzer 1 wird befähigt, Prozesse in der unternehmensinternen und -externen Zusammenarbeit zu optimieren und stellt aktiv neuen Input und Veränderungen an den digitalen Assets bereit. Der digitale Asset-Nutzer 2 profitiert in einer alleinigen Zugriffs- und Nutzerrolle durch den vereinfachten Zugang zur Datenbasis mit einer Reduzierung seiner Prozessaufwände.

### Kategorie Wertschöpfungsnetz (siehe Bild 42):

Vergleichbar mit der Datenaustauschplattform, stellt der Plattformeigentümer als separate Rolle eine Software bereit. Hinsichtlich der Integration zusätzlicher Autorenwerkzeuge und unternehmensspezifischer Anpassungen für den operativen Betreiber wird die Rolle eines Systemintegrators benötigt. Der Betreiber stellt die integrierte Plattformlösung Nutzern für die Anwendung in ihren jeweiligen Arbeitsgruppen sowie zur Übermittlung ihrer Ergebnisse bereit. Gleichermanen kann auch weiteren digitalen Asset-Nutzern, auch außerhalb des Unternehmens, die Datennutzung gewährt werden, ohne dass diese selbst einen aktiven Beitrag bereitstellen. Aufgrund der Notwendigkeit zur simultanen Zusammenarbeit bei komplexen Datenmodellen liegt der Systemintegrationsaufwand deutlich höher als bei der Datenaustausch- oder der Supply-Chain Management Plattform.

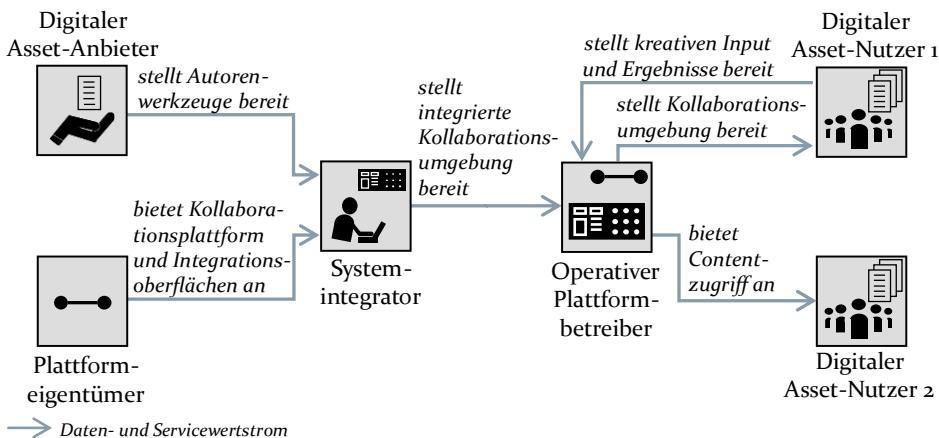


Bild 42: Wertschöpfungsnetz Plattformmarchetyp Kollaborationsplattform

Dem Wertschöpfungsnetz des Archetyps Kollaborationsplattform kann beispielsweise das Plattformangebot Contact Elements zugeordnet werden.

Contact Elements ermöglicht es, 3D-Modelle als Informationsquelle zentral für die unternehmensinterne und -übergreifende Zusammenarbeit mit Partnern und Zulieferern bereitzustellen sowie kollaborativ anzupassen [188]. Weitere Praxisbeispiele des Plattformarchetyps sind Siemens Teamcenter sowie COMOS Plant Engineering.

### Kategorie Ertragsmechanik:

Das Wertschöpfungsnetz kennzeichnet sich durch die in Bild 43 dargestellte Ertragsmechanik, wobei Entgeltzahlungen jeweils durch den operativen Betreiber der Kollaborationsplattform entrichtet werden:

- Abonnements oder Einmalzahlung: Der Plattformeigentümer erzielt Erträge von dem operativen Betreiber für die Bereitstellung der Softwarelösung (entweder durch Einmalzahlungen oder typischerweise durch Abonnementmodelle).
- Der digitale Asset-Anbieter erhält Einnahmen für die Bereitstellung der Autorenwerkzeuge.
- Der Systemintegrator erzielt Einnahmen für durchgeführte Integrationservices.
- Der operative Betreiber der Kollaborationsplattform verfolgt keine Ertragsmechanik durch den Plattformbetrieb, da die Plattformlösung vor allem für interne Zwecke bereitgestellt wird.
- Die digitalen Asset-Nutzer 1 und 2 besitzen keine Ertragsmechanik in dem Wertschöpfungsnetz.

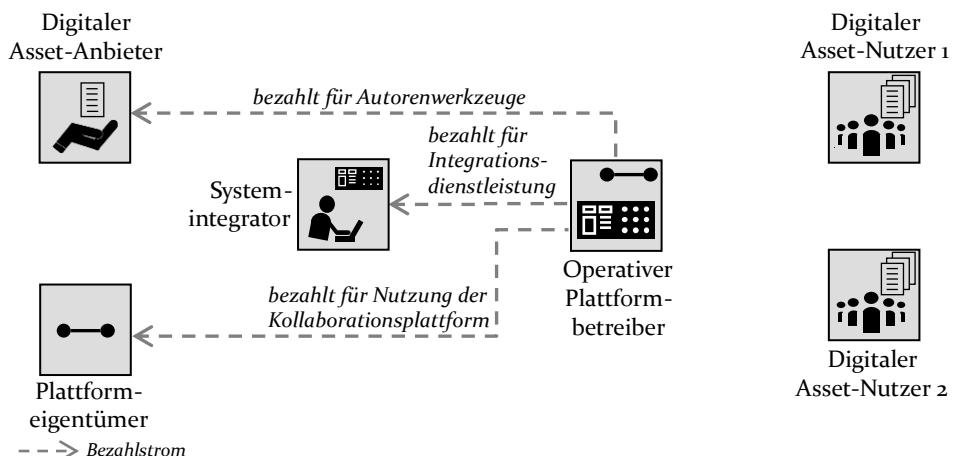


Bild 43: Ertragsmechanik Plattformarchetyp Kollaborationsplattform

Hinsichtlich der Kategorie GMI im Wertschöpfungsnetz (siehe Bild 44) wird zusammenfassend die Annahme getroffen, dass jeder Akteur durch den Einsatz der Kollaborationsplattform das ursprüngliche Wertangebot weiterhin verfolgt und sich lediglich die Akteure im Wertschöpfungsnetz signifikant verändern (entspricht keiner GMI).

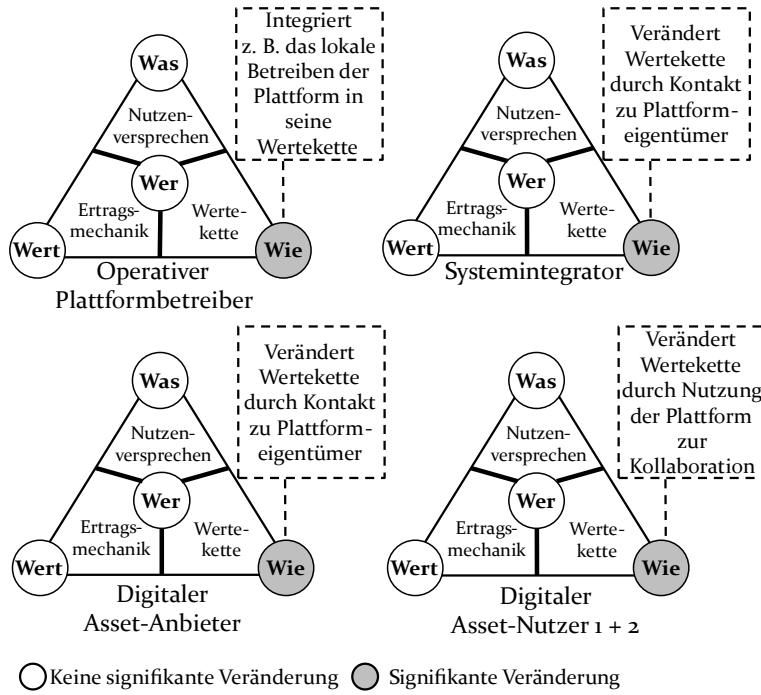


Bild 44: Geschäftsmodellinnovation im Plattformarchetyp Kollaborationsplattform

# **5 Evaluation der Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie**

Im folgenden Kapitel wird die Phase vier und fünf der Klassifikationsentwicklung erläutert, die eine Demonstration und Evaluation sowie Kommunikation der erstellten Plattformstrukturierung beinhaltet. Darüber hinaus werden die Ergebnisse dem Stand der Forschung gegenübergestellt.

## **5.1 Demonstration und Evaluation der Klassifizierung**

Die nachfolgende Demonstration und Evaluation der Plattformstrukturierung findet anhand der in Kapitel 4.2 definierten Zielsetzungen statt.

### **Evaluation der objektiven Abschlusskriterien (Phase 4.1)**

Die Evaluierung der objektiven Abschlusskriterien findet anhand konkreter, sichtbarer Ergebnisse statt. Insgesamt wurden alle 245 Plattformbeispiele entsprechend der gewählten Methodik untersucht und analysiert (OK<sub>1</sub> Vollständigkeit erfüllt). Jede Dimension beinhaltet mindestens eine Charakteristik, die zudem mindestens einem Plattformbeispiel zugeordnet werden kann (OK<sub>2</sub> Mindestanzahl Zuordnung erfüllt). Bei der zyklischen Wiederholung der Entwicklungsschritte konnten sich trotz zusätzlicher Plattformbeispiele die Charakteristiken sowie die Plattformarchetypen verstetigen, sodass in der letzten Iterationsschleife keine weiteren Dimensionen oder Charakteristiken hinzukamen (OK<sub>3</sub> Konstanz erfüllt). Zudem existiert jede Dimension nur einmal (OK<sub>4</sub> Exklusivität erfüllt).

### **Evaluation der subjektiven Abschlusskriterien (Phase 4.2)**

Hinsichtlich der subjektiven Abschlusskriterien erfolgte die Evaluation der Klassifizierung, der Plattformarchetypen sowie der Wertschöpfungsnetze mittels Diskussionen in Expertenrunden aus Industrie und Wissenschaft. Hierbei wurden insbesondere die Kriterien Robustheit (SK<sub>2</sub>), Vollständigkeit (SK<sub>3</sub>) sowie Erklärbarkeit (SK<sub>5</sub>) überprüft. Zudem wurden die Plattformarchetypen im wissenschaftlichen Diskurs in der Publikation [P4-5] evaluiert und weiterentwickelt.

Für das subjektive Abschlusskriterium Prägnanz (SK<sub>1</sub>) sollte sowohl die Komplexität der plattformbasierten Wertschöpfungsnetze hinreichend adressiert, allerdings auch eine verständliche und übersichtliche Anzahl

definiert werden. Die fünf Kategorien mit insgesamt 12 Dimensionen sowie jeweils zwischen zwei und acht Charakteristiken pro Dimension stellen eine umfassende, aber aufgrund der Komplexität auch notwendige Anzahl dar. Gleichzeitig ist die Klassifizierung hinsichtlich einer Erweiterbarkeit (SK4) formuliert, sodass bei Bedarf weitere Dimensionen oder Charakteristiken ergänzt werden können. Eine Übersicht der Plattformarchetypen sowie zugeordneten Charakteristiken sind in Bild 45 und Bild 46 dargestellt.

Mit Blick auf die Zuordnung (SK3) der Klassifizierung konnten 245 der identifizierten Objekte in die Plattformarchetypen eingeteilt werden. Für 10 Plattformbeispiele erfolgte aufgrund fehlender zugänglicher Informationen und damit unpräzisen Analysemöglichkeiten keine Zuordnung. Die Entwicklung der Klassifizierung wurde erst abgeschlossen, nachdem in mehreren Zyklen mit neuen Objekten keine zusätzlichen Plattformarchetypen mehr identifiziert werden konnten. Das subjektive Abschlusskriterium Erklärbarkeit (SK5) wird durch die Ableitung von Erkenntnissen aus der Klassifizierung in Kapitel 6 überprüft und am Ende des Kapitels bewertet. Abschließend zählen die eindeutige Perspektive auf Plattformen (SK6) sowie die erläuternde visualisierte Aufbereitung (SK7) durch die gewählte Modellierungsmethode mit Bestätigung der Praxispartner als erreicht.

Die trennscharfe Klassifizierung basierte insbesondere auf den Dimensionen der Wertschöpfungsstruktur in Zusammenhang mit den Wertversprechen sowie Kernaktivitäten des Plattformanbieters. Diese Ausrichtung bestimmen maßgeblich die trennscharfe Einordnung der Plattformbeispiele in den jeweiligen Plattformarchetyp.

### **Evaluierung der Klassifizierung anhand der Zielsetzung (Phase 4.3)**

Die Zielsetzung der Klassifizierung industrieller digitaler Plattformen konnte anhand der acht identifizierten Plattformarchetypen mit jeweils verschiedenen zugeordneten Charakteristiken erfüllt werden. Das Ziel, die Differenzierung von Plattformbeispielen Personen sowohl aus der Industrie als auch aus der Wissenschaft zu vermitteln, wurde in Industriegremien sowie im wissenschaftlichen Diskurs evaluiert. Insbesondere die visualisierte Modellierungsmethode der Wertschöpfungsnetze der Plattformarchetypen konnte als Unterstützung dienen. In der Evaluierung zeigt sich, dass sowohl von Personen aus der produzierenden Industrie als auch aus der Wissenschaft eine Zuordnung von Plattformbeispielen in die Plattformarchetypen selbständig erfolgreich durchgeführt und ein Verständnis der Differenzierungen erlangt wurde. Die weitere Zielsetzung der Ableitung differenzierter Erkenntnisse anhand der Klassifizierung wird in Kapitel 6 beschrieben.

	Dimensionen	Charakteristiken			
Plattformarchetyp		Vermittlungsplattform	E-Shop	Content-Plattform	Innovationsplattform
Wertschöpfungsnetz	<b>Involvierte Rollen*</b>	Plattformanbieter; Asset-Anbieter; Asset-Nutzer	Plattformanbieter; Asset-Anbieter; Asset-Nutzer	Plattformanbieter; Digitaler Asset-Anbieter; Digitaler Asset-Nutzer	Plattformanbieter; Systemintegrator; Asset-Anbieter; Asset-Nutzer
	<b>Systemintegration*</b>	Keine Rolle eines Systemintegrators	Keine Rolle eines Systemintegrators	Keine Rolle eines Systemintegrators	Plattform-Onboarding- und (Digitale) Asset-Systemintegration
	<b>Operativer Plattformbetreiber</b>	Kein separater operativer Plattformbetreiber	Kein separater operativer Plattformbetreiber	Kein separater operativer Plattformbetreiber	Kein separater operativer Plattformbetreiber
	<b>Wertschöpfungs-netzstruktur</b>	Zweigeteiltes Wertschöpfungsnetz mit Transaktionsbeteiligung	Zweigeteiltes Wertschöpfungsnetz mit Transaktionsbeteiligung	Zweigeteiltes Wertschöpfungsnetz mit Transaktionsbeteiligung	Zweigeteiltes Wertschöpfungsnetz ohne Transaktionsbeteiligung
Kunden	<b>Geschäfts-beziehungen*</b>	Anbahnung neuer Geschäftsbeziehungen	Anbahnung neuer Geschäftsbeziehungen	Anbahnung neuer & Unterstützung bestehender Geschäftsbeziehungen	Unterstützung bestehender Geschäftsbeziehungen
	<b>Marktseiten</b>	Zweiseitiger Markt	Zweiseitiger Markt	Zweiseitiger Markt	Zweiseitiger Markt
	<b>Netzwerkeffekte</b>	Ein- und zweiseitige Netzwerkeffekte	Zweiseitige Netzwerkeffekte	Ein- und zweiseitige Netzwerkeffekte	Ein- und zweiseitige Netzwerkeffekte
	<b>Plattformfokus</b>	Transaktionen	Transaktionen	Transaktionen	Innovationen
Nutzenversprechen	<b>Wertversprechen an Nutzerrollen*</b>	Transaktionsvermittlung; Optimierte Ein- und Verkaufsaktionen; Zusätzlicher Vertriebskanal	Optimierte Ein- und Verkaufsaktionen; Zusätzlicher Vertriebskanal	Bündelung Informationsvermittlung	Innovationserzeugung und -nutzung
	<b>Kernaktivität des Plattformanbieters*</b>	Orchestration von Vermittlungsprozessen	Abwicklung von Ein- und Verkaufsprozessen	Orchestration von Bereitstellungsprozessen	Befähigung zur Erzeugung und Nutzung externer Innovationen
	<b>EM</b>	Ertragsmechanik Plattformanbieter*	Transaktionsabhängige Gebühren	Transaktionsabhängige Gebühren, Abonnements	Nutzungsabhängige Gebühren
	<b>GMI</b>	<b>Geschäftsmodell-innovation (GMI)</b>	GMI einer Rolle im Wertschöpfungsnetz	GMI einer Rolle im Wertschöpfungsnetz	GMI von zwei Rollen im Wertschöpfungsnetz

\*nicht-exklusives Kriterium

Bild 45: Zuordnung der Dimensionen und Charakteristiken zu Plattformarchetypen 1-4

## 5 Evaluation der Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie

	Dimensionen	Charakteristiken			
	Plattformarchetyp	Integrierte Plattform	Datenaustauschplattform	Kollaborationsplattform	SCM-Plattform
Wertschöpfungsnetz	Involvierte Rollen*	Plattformanbieter; Systemintegrator; Asset-Anbieter; Digitaler Asset-Anbieter; Asset-Nutzer	Plattformeigentümer; Systemintegrator; Operativer Plattformbetreiber; Digitaler Asset-Nutzer	Plattformeigentümer; Systemintegrator; Digitaler Asset-Anbieter; Operativer Plattformbetreiber; Digitaler Asset-Nutzer	Plattformanbieter; Asset-Anbieter; Asset-Nutzer
	Systemintegration*	Plattform-Onboarding- und (Digitale) Asset-Systemintegration	(Digitale) Asset-Systemintegration	(Digitale) Asset-Systemintegration	Keine Rolle eines Systemintegrators
	Operativer Plattformbetreiber	Kein separater operativer Plattformbetreiber	Separater operativer Plattformbetreiber	Separater operativer Plattformbetreiber	Kein separater operativer Plattformbetreiber
	Wertschöpfungs - netzstruktur	Dreigeteiltes Wertschöpfungsnetz	Lineares Wertschöpfungsnetz	Lineares Wertschöpfungsnetz	Lineares Wertschöpfungsnetz
Kunden	Geschäfts- beziehungen*	Anbahnung & Unterstütz. neuer Geschäftsbeziehungen	Keinen Einfluss auf Geschäftsbeziehungen	Keinen Einfluss auf Geschäftsbeziehungen	Unterstützung bestehender Geschäftsbeziehungen
	Marktseiten	Markt mit >2 Seiten	Einseitiger Markt	Einseitiger Markt	Einseitiger Markt
	Netzwerkeffekte	Ein- u. zweiseitige Netzwerkeffekte	Keine Netzwerkeffekte	Einseitige Netzwerkeffekte	Einseitige Netzwerkeffekte
Nutzenversprechen	Plattformfokus	Transaktionen und Innovationen	Service-Bereitstellung	Service-Bereitstellung	Service-Bereitstellung
	Wertversprechen an Nutzerrollen*	Innovationserzeugung und -nutzung; Optimierte Ein- und Verkaufsaktionen; Zusätzlicher Vertriebskanal	Befähigung zur optimierten Datenbereitstellung	Kollaborative Zusammenarbeit	Optimierte SCM-Informationsverteilung
	Kernaktivität des Plattformanbieters*	Abwicklung von Ein- und Verkaufsprozessen; Befähigung zur Erzeug. & Nutzung ext. Innovationen	Softwarebereitstellung und -wartung	Softwarebereitstellung und -wartung	Softwarebereitstellung und -wartung
EM	Ertragsmechanik Plattformanbieter*	Transaktions- und nutzungsabhängige Gebühren	Abonnements; Einmalzahlungen	Abonnements	Abonnements; Einmalzahlungen
GMI	Geschäftsmodell-innovation (GMI)	GMI von vier Rollen im Wertschöpfungsnetz	Keine GMI im Wertschöpfungsnetz	Keine GMI im Wertschöpfungsnetz	Keine GMI im Wertschöpfungsnetz

\* nicht-exklusives Kriterium

Bild 46: Zuordnung der Dimensionen und Charakteristiken zu Plattformarchetypen 5-8

## 5.2 Kommunikation der Klassifizierung

Die abschließende fünfte Phase der Entwicklung der Klassifizierung beinhaltet die Verbreitung und transparente Kommunikation der Ergebnisse. Zur Umsetzung wurden hierfür verschiedene industriennahe sowie wissenschaftliche Veröffentlichungen mit unterschiedlichen Detaillierungsgraden erstellt und publiziert. Zur Kommunikation der Ergebnisse in die Praxis dient die abstrahierte Zusammenfassung der Plattformarchetypen in die übergeordneten Kategorien Transaktionsplattform, Innovationsplattform, Integrierte Plattform sowie Plattform als Service-Bereitstellung. Die grundlegenden Wertschöpfungsnetze können für eine Kommunikation mit Unternehmen vereinfacht wie in Bild 47 dargestellt werden.

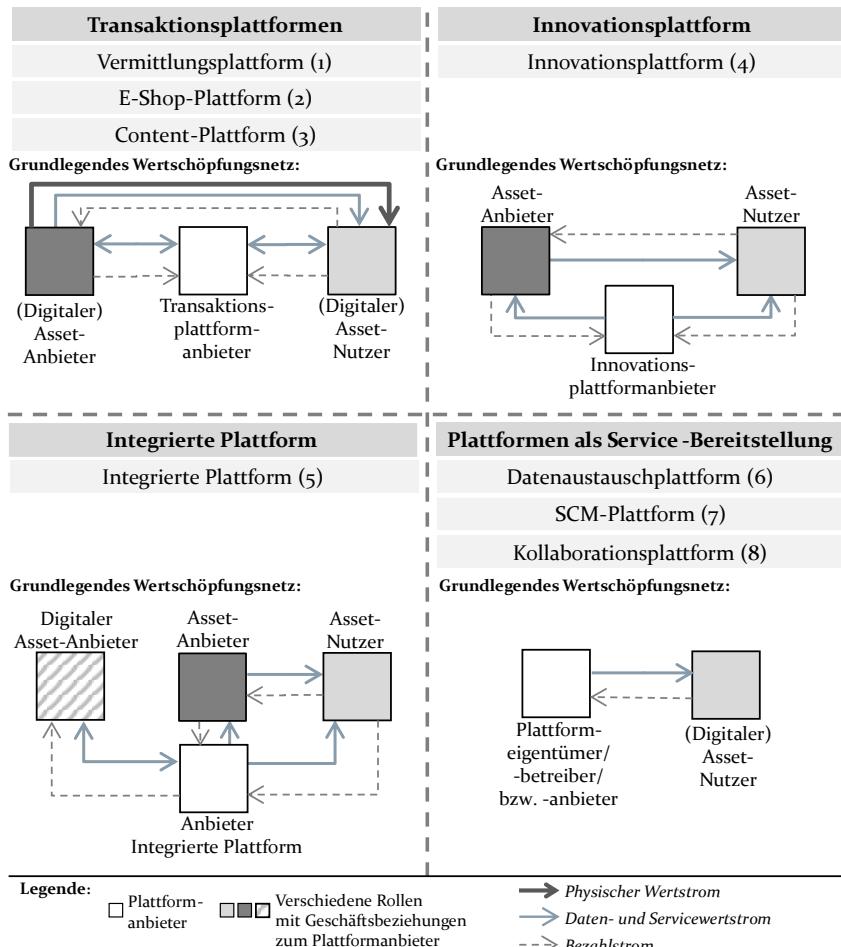


Bild 47: Abstrahierte Übersicht der Plattformarchetypen zur vereinfachten Kommunikation

Im Rahmen des nationalen Automation Kongresses wurden die acht Plattformarchetypen in einer ersten Version Unternehmensvertretern und Wissenschaftlern vorgestellt [P4]. Eine ausführlichere Beschreibung auf Basis der Wertschöpfungsnetze erfolgte im Rahmen der internationalen wissenschaftlichen *Conference on Production Systems and Logistics* [P5]. Hinsichtlich einer detaillierten Beschreibung und Erläuterung einzelner betrachteter Plattformbeispiele als Objekte der Klassifizierung wurde eine Studie zusammen mit Unternehmensvertretern der Plattform Industrie 4.0 aus Deutschland sowie der Robot Revolution & Industrial IoT Initiative aus Japan publiziert [P1]. Weitere Modellierungen von Wertschöpfungsnetzen der Plattformbeispiele sind zudem für praxisnahe Anwender veröffentlicht [P3]. Die Stabilität der Plattformarchetypen zeigt sich auch bei der Zusammenarbeit mit Industriexperten, indem trotz zusätzlicher Beispiele die definierten Archetypen bestärkt und validiert werden konnten [P1, P3].

### 5.3 Einordnung der Ergebnisse der Klassifizierung in den Stand der Forschung

Die entwickelte Klassifikation bietet mit der Modellierung grundsätzlicher Wertschöpfungsnetze im Vergleich zum aktuellen Stand der Forschung (siehe Kapitel 2.4) eine deutlich präzisere Formulierung der Unterschiede und Charakterisierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie. Auf einer abstrahierten Ebene der Transaktions-, Innovations- sowie Integrierten Plattformen sind fünf der acht identifizierten Plattformarchetypen der produzierenden Industrie konsistent zur Plattformtypisierung von EVANS und GAWER [149], deren Ergebnisse größtenteils auf dem B2C-Markt basieren. Die im Stand der Forschung unterschiedlich beschriebenen Kategorien der Transaktionsplattformen, die teilweise als Austauschplattformen [147], Produktplattformen [77] oder schlanke Plattformen [77] bezeichnet werden, konnten durch die präziseren Plattformarchetypen Vermittlungsplattform, E-Shop-Plattform sowie Content-Plattform strukturiert aufbereitet und differenziert werden. Die in bestehenden Klassifikationen vorgenommene Unterscheidung zwischen branchenspezifisch und -übergreifenden Plattformen (siehe [38, 150, 189]) haben hingegen anhand der wertschöpfungsorientierten Perspektive keine Anhaltspunkte zur Differenzierung aufgezeigt. Darüber hinaus grenzt sich die entwickelte Klassifikation von den Resultaten von HODAPP ET AL. [154] sowie LEMPERT und PFLAUM [155] ab, indem keine Differenzierung auf Basis technischer Kriterien erfolgt. Zusätzlich zeigt sich, dass die in existierenden Typisierungen häufig definierte heterogene Kategorie der IoT- bzw. industrielle IoT-Platt-

formen entsprechend konkreter Beispiele und deren wertschöpfungsorientierter Modellierung unter die Plattformarchetypen Innovationsplattform, Integrierte Plattform oder Datenaustauschplattform subsumiert werden kann. Mithilfe der wertschöpfungsorientierten Perspektive konnten die aus dem IoT-Kontext stammenden Plattformangebote insbesondere in Bezug auf das konkrete Wertangebot des Plattformanbieters gegenüber weiteren Rollen im Wertschöpfungsnetz differenziert werden. Mit den drei genannten Plattformarchetypen liegen geschäftliche Handlungsoptionen transparent vor, die unabhängig von funktionalen Plattformbestandteilen, wie beispielsweise technischer Protokolle oder Entwicklungswerkzeuge, sind.

Als Fazit zeigt sich, dass die entwickelte Klassifizierung die im Stand der Wissenschaft vorhandene hohe Anzahl an Einzelplattformtypen mithilfe der aufbereiteten Wertschöpfungsnetze und Charakteristiken in acht Plattformarchetypen zusammenfasst. Gleichzeitig grenzen sich die definierten Archetypen mit ausführlichen Beschreibungen und Differenzierungen der Charakteristiken sowie einer fundierten Datenbasis deutlich von abstrakten Typisierungen im Stand der Wissenschaft ab, die oftmals auf wenigen Praxisbeispielen basieren. Darüber hinaus adressiert die branchenfokussierte Klassifizierung explizit die Forschungslücke für digitale Plattformen in der produzierenden Industrie. Unternehmen sowie die Wissenschaft erhalten mit der Klassifizierung eine Auswahl an strategischen Optionen für den Aufbau eines Wertschöpfungsnetzes aus Sicht eines Plattformanbieters basierend auf im Markt identifizierten Archetypen. Für Unternehmen gilt es, die verwendeten Differenzierungsmerkmale detailliert zu betrachten und somit sich zwischen den aufgezeigten Alternativen bewusst für ein Plattformarchetyp zu entscheiden und im Geschäftsmodell zu berücksichtigen. Zugleich kann das verwendete Vorgehensmodell sowie die Modellierung des Wertschöpfungsnetzes für jedes geplante sowie laufende Plattformangebot angewandt werden, um zu identifizieren welcher Archetyp mit welchen daraus resultierenden Charakteristiken adressiert wird. Ein einheitliches Verständnis innerhalb des Managements, der Entwicklungs- oder der Vertriebsabteilung ist somit erreichbar und von hoher Relevanz. Darüber hinaus kann für das Plattformangebot eine Weiterentwicklung mit Übergang in einen zweiten oder dritten Plattformarchetyp sowie eine Kombination der Archetypen erfolgen. Welchen Einfluss die Auswahl der Plattformarchetypen beispielsweise auf die damit möglichen Netzwerkeffekte besitzt sowie welche Handlungsoptionen bei der Gestaltung der Wertschöpfungsnetzwerke möglich sind, werden anhand der entwickelten Klassifikation im folgenden Kapitel 6 abgeleitet.



# **6 Erkenntnisse aus der Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie**

Die in Kapitel 4 entwickelte Plattformklassifikation der produzierenden Industrie ermöglicht es, Wirkmechanismen differenziert zwischen den verschiedenen Plattformarchetypen zu analysieren und spezifische Erkenntnisse abzuleiten. Daher werden aus der Plattformklassifizierung die Dimensionen Netzwerkeffekte sowie Wertschöpfungsstrukturen im folgenden Kapitel detaillierter betrachtet und strukturiert. Zusätzlich werden die Plattformarchetypen anhand der Perspektive der produzierenden Unternehmen als Plattformanwender aufbereitet sowie ein abschließender Vergleich der Erkenntnisse gegenüber dem Stand der Forschung aus dem B2C-Markt durchgeführt.

## **6.1 Netzwerkeffekte bei digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie**

Aufgrund der hohen Relevanz von Netzwerkeffekten bei digitalen Plattformen wird nachfolgend eine detailliertere Analyse zur Differenzierung und Systematisierung von Netzwerkeffekten für digitale Plattformen in der produzierenden Industrie dargestellt. Im Unterschied zum aktuellen Stand der Forschung, bei dem definierte Netzwerkeffekt-Ausprägungen vor allem auf Beispielen aus dem Endkundenmarkt basieren (siehe Kapitel 2.2.5), wird in der vorliegenden Forschungsarbeit die Datenbasis explizit hinsichtlich Netzwerkeffekten in digitalen Plattformbeispielen der produzierenden Industrie analysiert und systematisiert.

Aufgrund der Vielzahl an industriellen Plattformangeboten, von denen viele erst zwischen den Jahren 2015 und 2020 gestartet sind und keine dedizierten Geschäftszahlen veröffentlichten, ist hinsichtlich der Intensität der auftretenden Effekte keine quantitative Datenauswertung oder eine Erfolgszuordnung möglich. Aus diesem Grund wird zur Systematisierung ein konzeptionelles Vorgehen gewählt, welches sich in die folgenden Schritte gliedert: Zunächst erfolgt im ersten Schritt die Auswahl der Datenbasis an industriellen Plattformbeispielen. Hierzu wird die gleiche Datenbasis wie zur Klassifikation in Kapitel 4.3 verwendet, die mit einer wertschöpfungsorientierten Modellierung aufbereitet ist. Anschließend wird im zweiten

Schritt die Analyse anhand der folgenden zentralen Fragestellung durchgeführt:

Wie wirkt sich die Steigerung der Anzahl von Unternehmen innerhalb einer Rolle auf den Mehrwert der Plattformnutzung für alle weiteren Rollen im Wertschöpfungsnetz aus?

Insbesondere die Gründe für die Wertsteigerungen wurden dabei im dritten Schritt innerhalb eines Projektteams evaluiert und anschließend abstrahiert zusammengefasst. Der Fokus der Analyse liegt auf den positiven Dynamiken (positive Netzwerkeffekte) sowie auf unterschiedlichen Auslöser und Merkmale dieser Effekte. Zielsetzung ist dabei, eine möglichst umfassende Auswahl verschiedener Ausprägungsformen darzulegen, um Unternehmen Ansatzpunkte zur Adressierung positiver Dynamiken zu liefern, die eine Steigerung der Plattformnutzung ermöglichen. Zudem sollen die im Stand der Technik beschriebenen Netzwerkeffekt-Typen aus dem B2C-Markt in Bezug auf ein mögliches Auftreten in der produzierenden Industrie überprüft werden. Für neun exemplarisch bewertete Praxisbeispiele sind die identifizierten Netzwerkeffekte in der veröffentlichten Konferenzpublikation [P6] jeweils spezifisch beschrieben. Im Folgenden werden die übergeordneten Ergebnisse dargestellt.

Entsprechend der Forschungsergebnisse aus dem B2C-Markt kann grundsätzlich auch im industriellen Plattformmarkt zwischen einseitigen (direkten) und zweiseitigen (indirekten) Netzwerkeffekten differenziert werden.

### **Einseitige Netzwerkeffekte in Wertschöpfungsnetzen digitaler Plattformen der produzierenden Industrie**

Kongruent mit der in Kapitel 2.2.5 beschriebenen Definition werden im Folgenden einseitige Netzwerkeffekte als eine Dynamik beschrieben, bei der eine zunehmende Anzahl an Teilnehmern einer Rolle im Wertschöpfungsnetz den Wert der Plattformnutzung für die Teilnehmer der gleichen Rolle beeinflusst. Bei den industriellen Plattformbeispielen konnten folgende sieben verschiedene Ausprägungen identifiziert werden:

#### **6.1.1 Einseitiger marktorientierter Folger-Netzwerkeffekt**

Der marktorientierte Folger-Effekt basiert auf der Dynamik, bei der eine zunehmende Anzahl an Teilnehmern innerhalb einer Rolle eine verbesserte Sichtbarkeit und Wahrnehmung erzeugt. Mit der steigenden Bekanntheit der Plattform innerhalb dieser Rolle (bspw. von Lieferanten in einer Branche) treten weitere Teilnehmer bei. Aufgrund dieser Verbreitung

nimmt die Aufmerksamkeit und Plattformnutzung bei potentiellen Kunden zu, wobei nicht jeder Teilnehmer zwangsläufig den gleichen Einfluss ausübt und ein kontinuierlich anwachsender Verlauf entsteht. Mit einer positiven Assoziationen der Kunden führt eine steigende Plattformnutzung zu einer renommierteren Außendarstellung, wodurch ein weiterer Trend zur Nutzung des Plattformangebotes entsteht (z. B. alle Plattformteilnehmer werden als Innovationstreiber der Branche angesehen). Ein Erwartungsdruck von potentiellen Kunden hinsichtlich eines Plattformbeitritts kann dabei auftreten. Beispielsweise zeigt sich der Effekt im Plattformarchetyp Content-Plattform, sollten eine zunehmende Anzahl digitaler Asset-Anbieter ihre Produktdaten auf einer ausgewählten Content-Plattform anbietet und aufgrund des Branchentrends, dem Wettbewerbsdruck sowie der steigenden Sichtbarkeit weitere Anbieter nachfolgen (z. B. beim EPLAN Data Portal zur Platzierung von Komponenten- und Geräteinformationen von einer Vielzahl bekannter Anbieter).

### **6.1.2 Einseitiger Bündelungs-Netzwerkeffekt**

Eine weitere einseitige Dynamik resultiert aus dem Bündelungs-Netzwerkeffekt. Bei diesem Mechanismus führt eine zunehmende Anzahl an Teilnehmern innerhalb einer Rolle aufgrund von Bündelungsoptionen zu einer Steigerung des Mehrwertes. Insbesondere bei hohen Teilnehmerzahlen steigen die Potentiale für eine zentrale Koordination und Bündelung durch den Überblick des Plattformanbieters. Charakteristisch tritt diese Dynamik zumeist im Plattformarchetyp Vermittlungsplattform auf. Als konkretes Beispiel aus dem Warentransportbereich ermöglicht eine große Anzahl an Asset-Nachfragern eine Bündelung von Logistiktransportleistungen, sodass der Plattformanbieter die Auslastung und Fahrtenroutenplanung optimierten kann und insgesamt kostengünstigere Leistungen für alle beteiligten Nachfrager entstehen.

### **6.1.3 Einseitiger Community-Netzwerkeffekt**

Als weiterer einseitiger Effekt grenzt sich der Community-Netzwerkeffekt ab, bei dem durch verschiedene Anreize aus einer miteinander verbundenen Community die Teilnehmeranzahl und damit der Wert steigt. Im Gegensatz zu privat organisierten Communities und persönlich motivierten Faktoren ist dieser Netzwerkeffekt im industriellen Plattformkontext auf die Optimierung unternehmerischer Ziele oder auf Effizienzsteigerungen der Mitarbeitenden ausgelegt und ist daher entscheidend für die Partizipation und die Wertsteigerung. Das Auftreten eines Community-Netzwerk-

effekt ist beispielsweise im Softwareentwicklungsreich bei der Rolle des digitalen Asset-Anbieters vorzufinden. Unternehmen (beziehungsweise Mitarbeitende im Interesse des Unternehmens) teilen in dieser Rolle Erläuterungen, Informationen oder Software-Codes zur Applikationserstellung miteinander, wodurch Teilnehmer einen deutlichen Mehrwert in ihrer Entwicklungsarbeit erhalten und zusätzliche Teilnehmer beitreten. Durch die Vergrößerung der Community steigt der Austausch und das Know-how, wodurch mit zusätzlichem Input der Wert für alle Nutzer anwächst.

#### 6.1.4 Einseitiger technischer Folger-Netzwerkeffekt

Vergleichbar mit dem marktorientierten Folger-Effekt basiert der technische Folger-Effekt auf der Dynamik, bei der eine zunehmende Ausbreitung und der Trend der Plattformnutzung zu weiteren Plattformbeitritten von Teilnehmern führen. Die Auslöser dafür sind allerdings beim technischen Folger-Effekt sinkende Integrationsaufwände sowie steigende technische Kundenerwartungen. Am Beispiel des Plattformarchetyps der Innovationsplattform zeigt sich dieser Effekt, wenn durch zusätzliche Asset-Anbieter die Angebotsanzahl basierend auf einer Plattformlösung steigt und sich dadurch technische Spezifikationen verbreiten und etablieren. Weitere Asset-Anbieter folgen aus diesem Grund mit einer Nutzung dieser Plattform, um den technischen Trend nicht zu verpassen. Gleichzeitig erzielen sie einen steigenden Mehrwert, da ihre Angebote kompatibel zu weiteren Anbietern sind und dementsprechend einen höheren Nutzungswert generieren. Dieser Effekt ist beispielsweise bei Hardwarelieferanten zu identifizieren, wenn viele verschiedene Hersteller ihre Geräte mit der zu einer integrierten Plattform kompatiblen Ausführungsgebung ausstatten. Dadurch können Applikationen von Nutzern kompatibel auf jeder dieser Geräte ausgeführt werden. Sollte ein Hardwarelieferant nicht dem Trend zur Kompatibilität folgen, würde dieser einen Wettbewerbsnachteil eingehen. Der Folger-Effekt ist mit einer zunehmenden Verbreitung technischer Rahmenbedingungen zudem bei der Ausbreitung technischer Standards und Normen zu identifizieren und für deren feste Etablierung verantwortlich (z. B. die *Open Platform Communications Unified Architecture* (OPC UA)).

#### 6.1.5 Einseitiger Kollaborationsnetzwerkeffekt

Der einseitige Kollaborationsnetzwerkeffekt resultiert aus einer vereinfachten Kollaborationsmöglichkeit zwischen Plattformnutzern. Diese Dynamik entsteht, wenn Nutzer eine kompatible technische Plattform ver-

wenden können, die mit geringen Integrationsaufwänden eine Zusammenarbeit, Kommunikation oder einen Informationsaustausch ermöglicht. Der Wert für Plattformnutzer steigt mit einer zunehmenden Anzahl an Teilnehmern, indem ein umfangreiches Kollaborationsnetzwerk aus möglichen Kontaktpunkten entsteht, innerhalb dessen eine Kollaboration mit geringem Aufwand durchführbar ist. Diese Dynamik tritt beispielsweise im Plattformarchetyp SCM-Plattform auf. Hierbei besitzen die Nutzer einer SCM-Plattform bei einer steigenden Teilnehmeranzahl eine größere Auswahl, mit anderen Unternehmen SCM-Informationen über die Plattform auszutauschen, wodurch der Mehrwert für alle Teilnehmer steigt.

### **6.1.6 Einseitiger Vergleichsdatennetzwerkeffekt**

Als weitere Dynamik bei industriellen digitalen Plattformen konnte der einseitige Vergleichsdatennetzwerkeffekt identifiziert werden. In bestimmten industriellen Anwendungsfällen zeigt sich, dass mit einer wachsenden Nutzeranzahl der Umfang der erzeugten und verfügbaren Daten steigt. Anhand eines Vergleichs dieser Daten zwischen verschiedenen Nutzern können relevante Ableitungen und Erkenntnisse erzielt werden, welche für die Nutzer selbst einen Mehrwert erzeugen. Hierbei gilt die Voraussetzung, dass die Datensätze mit gleicher Qualität erhoben sind und somit ein direkter Vergleich sinnvoll ist. Beispielsweise entsteht dieser Effekt, wenn eine zunehmende Anzahl an Plattformnutzern Vergleichsdaten zu Produktions- oder Maschinenkennzahlen liefert, wodurch ein aussagekräftiges Benchmarking Prognosen verbessert und Optimierungshinweise aufzeigt. Aufgrund des notwendigen Datenzugriffs zur Erzeugung des Vergleichsdatennetzwerkeffektes ist die Dynamik stark von den jeweiligen vertraglichen Festlegungen zum Datenbesitz und der Datenverwendung abhängig. Welche Regelungen hierbei vereinbart werden, ist jeweils zwischen dem Plattformanbieter und dem Datenerzeuger abzustimmen und führt in der Industrie zu Herausforderungen.

### **6.1.7 Einseitiger Serviceoptimierungs-Netzwerkeffekt**

Als abschließender einseitiger Effekt bei industriellen digitalen Plattformen tritt der Serviceoptimierungs-Netzwerkeffekt auf. Hierbei führt eine Steigerung der Plattformnutzeranzahl zu einer Verbesserung von technischen oder prozessualen Faktoren. Diese Optimierung der Service- oder Plattformfunktionen basiert insbesondere auf der Steigerung der Nutzeranzahl und ist nicht durch einen zusätzlichen Entwicklungsaufwand des

Plattformanbieters zu erzielen. Eine intensivere Plattformnutzung ermöglicht in diesen Fällen erst die Optimierung des Plattformangebotes. Beispielsweise können im Plattformarchetyp Innovationsplattform plattformbasierte Angebote, die auf dem Einsatz künstlicher Intelligenz oder dem maschinellen Lernen basieren, sich durch eine intensivere Nutzung zunehmend verbessern, da der Einsatz bei einer steigenden Anwenderzahl zu Lerneffekten führt. Besteht beispielsweise die Möglichkeit, Sensordaten zusammen mit dem Maschinenverhalten von duzenden, hunderten oder tausenden Asset-Nutzern über die Innovationsplattform zu erhalten, können diese Services weiter optimiert werden. Eine Verbesserung des Serviceangebotes führt wiederum zu einem verstärkten Einsatz der Anwender. Die Optimierung von Services wirkt sich für Anwender nicht zwingend automatisiert aus, sondern erfolgt in einigen Anwendungsfällen erst durch einen aktiven Eingriff weiterer Rollen im Wertschöpfungsnetz. Beispielsweise werden Anbieter von datenbasierten Services durch diesen Netzwerkeffekt befähigt, mit einem intelligenteren Algorithmus eine optimierte Wartungsprognose zu entwickeln und diesen den Anwendern bereitzustellen. Je nach Anwendungsfall und der Relevanz direkter Vergleichsdaten zur Serviceoptimierung, steht dieser Effekt auch in Verbindung mit dem einseitigen Vergleichsdateneffekt.

Neben den einseitigen direkten Netzwerkeffekten können darüber hinaus Einflussfaktoren identifiziert werden, bei denen die Teilnehmeranzahl einer Rolle einen Mehrwert für eine weitere Rolle erzeugt (Bezeichnung als einseitig-indirekte Netzwerkeffekte). Solange sich allerdings der Einfluss zwischen zwei Rollen nur in eine Richtung auswirkt, führt dieser Effekte zu keiner wechselseitigen Dynamik. Erst sobald eine Dynamik zwischen zwei Rollen in beide Richtungen wirkt, zeigt sich ein wechselseitiger Mechanismus in Form von zweiseitig-indirekten Netzwerkeffekten. Um diese Zusammenhänge zu identifizieren, erfolgte im Forschungsvorgehen zunächst eine Analyse der Wertschöpfungsnetze der Plattformbeispiele im Hinblick auf einseitige-indirekte Effekte. Wurden hierbei in Plattformbeispielen zwischen Rollen in beide Richtungen einseitige-indirekte Effekte identifiziert, erfolgte die systematisierte Aufnahme der Auslöser und Einflussfaktoren. Insgesamt können alle auftretenden Kombinationen abstrahiert in zwei grundlegende zweiseitige Netzwerkeffekttypen differenziert werden.

## **Zweiseitig-indirekte Netzwerkeffekte in Wertschöpfungsnetzen digitaler Plattformen der produzierenden Industrie**

Anhand der Analyse der Plattformbeispiele können für die produzierende Industrie mit dem Marktplatz- und dem Plattform-Netzwerkeffekt zwei substantiell unterschiedliche zweiseitige Effekte mit differenzierbaren Einflussfaktoren identifiziert werden.

### **6.1.8 Zweiseitiger Marktplatz-Netzwerkeffekt**

Der Wert einer Plattform zur Anbahnung sowie Abwicklung von Transaktionen zwischen zwei Rollen steigt bei zunehmenden Transaktionsmöglichkeiten für Plattformnutzer beider Rollen. Dieser Mechanismus der Wertsteigerung liegt dem zweiseitigen Marktplatz-Netzwerkeffekt zugrunde. Ob bei den Transaktionen digitale Assets, Produkte oder Services gehandelt werden, ist für die Dynamik nicht entscheidend, da der Effekt aufgrund der Möglichkeiten in der Anbahnung der geschäftlichen Transaktion auftritt. Ein Asset-Anbieter profitiert bei einer zunehmenden Anzahl an Nachfragern auf der Plattform durch eine stetig wachsende, potentielle Kundenbasis von einem umfangreicheren Zielmarkt zum Verkauf seiner Leistungen. Gleichzeitig nimmt der Wert für Nachfrager mit der Anzahl an Asset-Anbietern zu, da die Auswahl an möglichen Lieferanten und an verfügbaren Leistungen und somit an Transaktionsmöglichkeiten steigt. Beispielsweise können aufgrund der größeren Anbieterauswahl und der Vergleichsoptionen kostengünstigere Leistungen erworben werden. Neben individuellen Auslösern für konkrete Wertsteigerungen bei Plattformnutzern, basiert bei diesem zweiseitigen Netzwerkeffekt-Typ der wechselseitige Mehrwert auf den zunehmenden Transaktionsmöglichkeiten, die erst durch das zentrale Plattformangebot entstehen. Indem die Auswahl an Transaktionspartnern erst ab einer gewissen kritischen Masse einen Mehrwert für Anbieter und Nachfrager erzeugt, wirkt sich der Effekt erst ab einer bestimmten Nutzeranzahl aus. Eine Quantifizierung der Mindestanzahl ist allerdings von der konkreten Transaktionsleistung, der Branche sowie der Anzahl bereits bekannter Anbieter und Nachfrager abhängig. Grundsätzlich ist dieser Mechanismus gleichermaßen im B2C-Markt vorzufinden. Allerdings zeigt sich insbesondere in kleinen Nischenbranchen in der produzierenden Industrie, dass bereits etablierte Geschäftsbeziehungen zwischen möglichen Transaktionspartnern bestehen, weswegen der Plattformanbieter nur einen begrenzten Wert durch die Transaktionsauswahl (z. B. zusätzlicher Asset-Anbieter) erzeugt und sich zweiseitige

Marktplatz-Netzwerkeffekte dadurch deutlich geringer als im B2C ausprägen. Aus diesem Grund wird der im Folgenden erläuterte zweiseitige technische Plattform-Netzwerkeffekt für die Industrie relevant.

### **6.1.9 Zweiseitiger technischer Plattform-Netzwerkeffekt**

In Abgrenzung zum transaktionsorientierten Marktplatz-Netzwerkeffekt zeigt sich anhand der Plattformbeispiele der zweiseitige technische Plattform-Netzwerkeffekt. Aufgrund komplexer, proprietärer sowie heterogener IT- und OT-Systemumgebungen in der produzierenden Industrie stellt die Integrationsfähigkeit einer Lösung einen relevanten Aspekt für die Rollen im Wertschöpfungsnetz dar. Eine Reduzierung der technischen Integrationsaufwände, sowohl bei der Entwicklung als auch bei der Nutzung einer plattformbasierten Innovation, erzeugt einen entscheidenden Mehrwert sowohl auf Anbieter- als auch auf Nutzerseite. Sollte sich zwischen diesen beiden Marktseiten eine Dynamik entwickeln, bei der sowohl Anbieter als auch Nachfrager von der Nutzung einer Plattform mit einer Reduzierung der Integrationsaufwände profitieren, entsteht ein zweiseitiger technischer Plattform-Netzwerkeffekt.

Am Beispiel des Plattformarchetyps der Innovationsplattform besitzt ein Asset-Anbieter bei einer steigenden Anzahl an Asset-Nutzern auf einer Plattform einen Mehrwert, wenn sich sowohl der initiale individuelle Anpassungsaufwand seiner Lösungen bei unterschiedlichen Nutzern reduziert und zusätzlich der Aufwand zur Systemintegration bei Nutzern vor Ort geringer ausfällt. Der Asset-Anbieter würde somit bei immer mehr potentiellen Nutzern diese Innovationsplattform vorinstallierte in der Produktion integriert vorfinden. Dadurch resultiert für den Asset-Anbieter die Möglichkeit, Angebote zu skalieren und im Wettbewerb kostengünstiger bereitzustellen. Im Umkehrschluss profitiert ein Asset-Nutzer von einer wachsenden Anzahl an Asset-Anbietern auf einer Plattform. Ein Asset-Nutzer kann mithilfe der Plattform vereinfacht Innovationen verschiedener Anbieter auswählen und mit geringem Anpassungsaufwand kombiniert basierend auf der Plattform einsetzen. Dadurch ergeben sich für den Asset-Nutzer kürzere Integrationszeiten sowie aufwandsreduziertere, kosten-günstigere Lösungsansätze innerhalb der spezifischen Plattformumgebung. Je mehr Asset-Anbieter ihre jeweiligen Angebote an die Plattform anpassen, desto größer ist der Mehrwert für den Asset-Nutzer diese kompatibel nebeneinander zu betreiben und idealerweise zentral zu koordinieren.

Der zweiseitige Plattform-Netzwerkeffekt erzeugt bereits bei wenigen Teilnehmern sowohl für die Anbieter- als auch für die Nutzerrollen einen Wert, da mit jedem integrierbaren Anwendungsfall bereits der Aufwand der Integration direkt reduziert werden kann. Gegenüber dem auf eine umfangreiche Transaktionsauswahl ausgelegten Marktplatz-Netzwerkeffekt besitzt die kritische Masse somit eine geringere Relevanz. Im B2C-Markt, bei dem durch wenige und weit verbreitete technische Standards eine sehr homogene technische Ausgangssituation vorliegt, nimmt dieser Effekt eine untergeordnete Rolle hinsichtlich der technischen Integrierbarkeit ein. Demgegenüber zeigt das produktionsnahe Umfeld komplexe und kundenindividuelle Systemlandschaften mit teilweise proprietären technischen Protokollen und Standards. Ein Plattformangebot, welches diese Integrationsaufwände reduziert und durch den identifizierten zweiseitigen Effekt eine Marktdynamik auslösen kann, ermöglicht ein skalierbares Nutzer- und Anbieterwachstum im Produktionsumfeld.

Eine Übersicht der Netzwerkeffekt-Ausprägungen untergliedert in ein- und zweiseitige Netzwerkeffekte wird in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11: Identifizierte Netzwerkeffekt-Arten in der produzierenden Industrie

**Identifizierte Arten von Netzwerkeffekten  
anhand der Plattformbeispiele aus der produzierenden Industrie**

Einseitiger Netzwerkeffekt	Zweiseitiger Netzwerkeffekt
Marktorientierter Folger-Netzwerkeffekt	Zweiseitiger Marktplatz-Netzwerkeffekt
Bündelungs-Netzwerkeffekt	
Community-Netzwerkeffekt	
Technischer Folger-Netzwerkeffekt	
Kollaborations-Netzwerkeffekt	Zweiseitiger technischer Plattform-Netzwerkeffekt
Vergleichsdaten-Netzwerkeffekt	
Serviceoptimierungs-Netzwerkeffekt	

### 6.1.10 Vergleich der Netzwerkeffekt-Arten zum Stand der Forschung

Im direkten Vergleich zum Stand der Forschung (siehe Kapitel 2.2.5), bei dem insbesondere generische Netzwerkeffekt-Arten sowie Dynamiken bei Plattformbeispielen aus dem B2C-Markt beschrieben sind, zeigen sich

## 6 Erkenntnisse aus der Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie

grundsätzlich Parallelen sowie deutliche Unterschiede für digitale Plattformen in der Industrie. Einerseits besitzen in der Literatur beschriebene Mechanismen, wie die einseitigen physischen Netzwerkeffekte, bei digitalen Plattformen in der Industrie keinen signifikanten Einfluss. Andererseits treten Dynamiken der B2C-Plattformen, wie einseitige technische Standardisierungs- und Datennetzwerkeffekte sowie die zweiseitigen Marktplatz-Netzwerkeffekte, in einer vergleichbaren Form in industriellen Beispielen auf. In Bezug auf soziale Effekte zeigen sich in der Industrie zwar Ähnlichkeiten, allerdings prägen sich Einflüsse aufgrund der Geschäftsbeziehungen zwischen Unternehmen in einer Community beim identifizierten Community-Netzwerkeffekt anders aus als im Kontext von Privatpersonen. Darüber hinaus zeigt die Erforschung der industriellen Mechanismen die tiefgreifenden Wechselwirkungen eines zweiseitigen Plattform-Netzwerkeffektes auf, der deutlich durch industrielle technische Integrationsaufwände beeinflusst wird und sich somit vom auf B2C-Beispielen basierenden Stand der Forschung differenziert. Abschließend kann mit der Identifikation und Beschreibung von vier zusätzlichen einseitigen Netzwerkeffekt-Arten der bisherige Stand der Forschung mit industriespezifischen Erkenntnissen erweitert werden. Eine grafische Gegenüberstellung der Netzwerkeffekt-Arten ist in Bild 48 dargestellt.

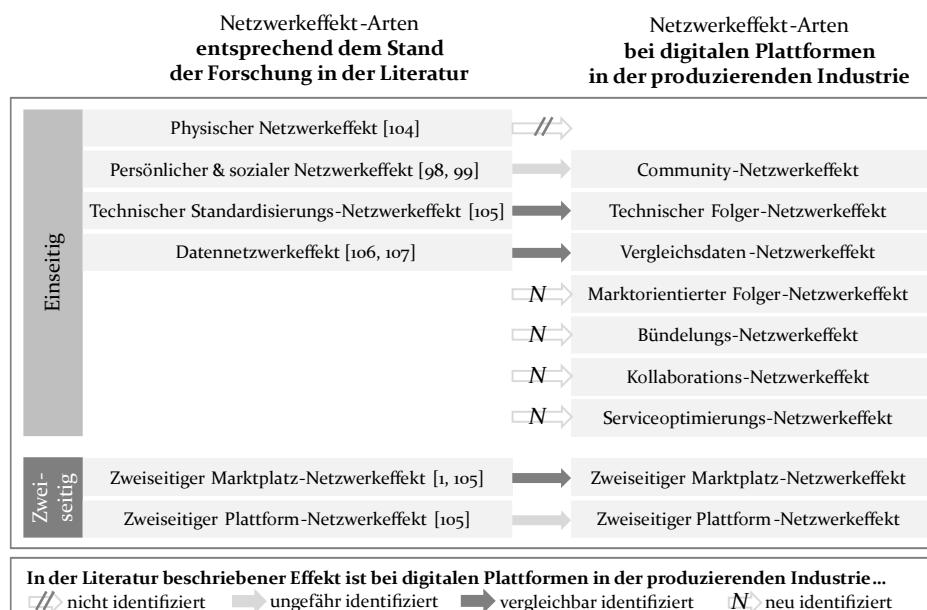


Bild 48: Vergleich der identifizierten Netzwerkeffekt-Arten für digitale Plattformen in der produzierenden Industrie gegenüber dem Stand der Forschung

Zum aktuellen Stand der Forschung zu Netzwerkeffekten werden die plattformrelevanten zweiseitigen Effekte selten differenziert betrachtet. In der durchgeführten Analyse der Plattformbeispiele aus der produzierenden Industrie wird hingegen die Differenzierung transaktionsfokussierter Marktplatz-Netzwerkeffekte und technisch-fokussierter Plattform-Netzwerkeffekte deutlich. Die Charakteristiken des zweiseitigen Marktplatz-Effektes entsprechen hierbei der generischen Beschreibung zweiseitiger Effekte im Stand der Forschung und treten insbesondere bei Transaktionsplattformen auf. Als Abgrenzung zeigen die Plattformbeispiele in den industriellen Branchen bei den Archetypen der Innovationsplattform und der Integrierten Plattform mit dem zweiseitigen technischen Plattform-Effekt differente Charakteristiken auf. Aufgrund der hohen Relevanz technischer Integrationsaspekte im industriellen Kontext wirken zwischen Asset-Anbietern und Asset-Nutzern Interdependenzen, die einen Einfluss auf den Plattformwert für beide Rollen einnehmen.

### **6.1.11 Zuordnung der Netzwerkeffekt-Arten zu Plattformarchetypen**

Die Auswertung der identifizierten Netzwerkeffekte anhand der Plattformbeispiele der Datenbasis ermöglicht eine Zuordnung zu den in Kapitel 4 erläuterten Plattformarchetypen (siehe Tabelle 12). Welche und wie viele der Effekte bei einem einzelnen Plattformbeispiel auftreten, ist jeweils individuell unterschiedlich. Ein Kreuz in der Tabelle bedeutet in diesem Fall, dass bei Plattformbeispielen innerhalb eines Archetyps der Effekt im Wertschöpfungsnetz bei einem oder mehreren Rollen identifiziert werden konnte. Allerdings treten innerhalb eines Plattformarchetyps nicht bei jedem Beispiel zwingend alle identifizierten Netzwerkeffekte aus der Übersicht auf.

Die Zuordnung zeigt zusätzlich zu den in Kapitel 4 erläuterten Charakteristiken die Unterschiede zwischen den Plattformarchetypen anhand der Netzwerkeffekt-Arten. Während im Archetyp Datenaustauschplattform lediglich zwei Effekte identifiziert wurden, können beispielsweise im Archetyp Integrierte Plattform bis zu acht verschiedene Netzwerkeffekttypen im Wertschöpfungsnetz adressiert werden. Neben den einseitigen Dynamiken, die grundsätzlich in allen Plattformarchetypen auftreten, zeigen insbesondere die für Plattformen relevanten zweiseitige Dynamiken Unterschiede auf. Deutlich wird hierbei, dass die Vermittlungs-, E-Shop- sowie Content-Plattform jeweils die zweiseitigen Marktplatz-Netzwerkeffekte beinhalten, während die Innovationsplattform den zweiseitigen Plattform-

## 6 Erkenntnisse aus der Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie

Netzwerkeffekt adressiert. Die Integrierten Plattformen besitzen hingegen durch die Kombination des Transaktions- und Innovationscharakters das Potential, beide Effektarten auszuprägen. Die Plattformbereitstellungen der Datenaustausch-, SCM- sowie Kollaborationsplattformen zeigen aufgrund der linearen Wertschöpfungsnetze keinerlei zweiseitige Dynamiken auf (siehe auch in der Analyse der Wertschöpfungsstrukturen in Kapitel 6.2).

Tabelle 12: Zuordnung der Netzwerkeffekt-Ausprägungen zu den Plattformarchetypen

		Plattform-Archetypen							
		Netzwerkeffekt-Typen							
Zweiseitiger Netzwerkeffekt	Einseitiger Netzwerkeffekt	Vermittlungs- plattform	E-Shop- Plattform	Content- Plattform	Innovations- plattform	Integrierte Plattform	Datenaustausch- plattform	SCM-Plattform	Kollaborations- plattform
		Marktorientierter Folger-Netzwerkeffekt	X	X	X		X		X
		Bündelungs-Netzwerkeffekt	X	X			X		X X
		Community-Netzwerkeffekt	X		X	X	X		
		Technischer Folger-Netzwerkeffekt				X	X		X X
		Kollaborations-Netzwerkeffekt							X X
		Vergleichsdaten-Netzwerkeffekt	X	X	X	X	X		
		Serviceoptimierungs-Netzwerkeffekt	X			X	X	X	

Legende: X = Netzwerkeffekt wurde in mindestens einem Plattformbeispiel des Archetyps identifiziert

Als Schlussfolgerung der Analyse zeigt sich, dass zweiseitige Marktplatz-Netzwerkeffekte mit Fokus auf wechselseitige Transaktionsmöglichkeiten aufgrund niedriger Eintrittsbarrieren einen vereinfachten Wertzuwachs verzeichnen. Dies betrifft die Plattformarchetypen Vermittlungsplattform, E-Shop-Plattform und Content-Plattform und Aspekte der Integrierten

Plattform. Dem gegenüber ist anhand der Plattformbeispiele der Datenbasis festzustellen, dass die Dynamik des zweiseitigen technischen Plattform-Netzwerkeffektes aufgrund des Einflusses technischer Eigenschaften und Standards sowie proprietärer Systeme komplexer aufgebaut ist und dadurch weitaus langsamer zu erzielen ist. Dies trifft dementsprechend auf den Archetyp Innovationsplattform und auf Aspekte der Integrierten Plattform zu. Die zweiseitigen technischen Netzwerkeffekte waren allerdings bisher durch den starken Forschungsfokus der Wissenschaft auf Transaktionsplattformen im B2C-Markt nicht detaillierter untersucht und eingegordnet. Es zeichnet sich allerdings ab, dass im produktionsnahen Umfeld diese Effekte eine zunehmende Bedeutung erhalten.

Entsprechend der Zuordnung der auftretenden Netzwerkeffekte zu den Plattformarchetypen entsteht die Möglichkeit, die Auswirkungen von Netzwerkeffekten auf konkrete Plattformaussprägungen differenziert zu bewerten. Mithilfe der Erkenntnisse zur Systematisierung der Netzwerkeffekte erhalten industrielle Plattformanbieter eine Übersicht, welche Netzwerkeffekttypen für ihr Angebot relevant sind und gezielt durch die Plattformstrategie integriert werden können. Für den Fall, dass ein bestimmter Netzwerkeffekt außerhalb des eigenen Plattformarchetyps adressiert werden soll, besteht die strategische Option, die Plattformstruktur in Richtung eines weiteren Plattformarchetyps weiter zu entwickeln, bei dem der Effekt realisiert werden kann.

## **6.2 Wertschöpfungsstrukturen bei digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie**

Die Dimensionen der Wertschöpfungsnetzstrukturen sowie der Marktseiten zeigen in der Klassifizierung der Plattformen in Kapitel 4 relevante Differenzierungen zwischen den Plattformen-Archetypen auf. Innerhalb der Datenbasis der 245 Plattformbeispiele aus der produzierenden Industrie verfolgen Plattformanbieter mit heterogenen Ausprägungen der Wertschöpfungsnetze verschiedene Strategien. Anhand der unterschiedlichen Wertschöpfungsstrukturen ergeben sich differente Marktdynamiken und Netzwerkeffekte. Plattformanbieter können mit der strategischen Besetzung einzelner Rollen im Wertschöpfungsnetz die Anzahl der Marktseiten und somit die Ausrichtung und Mechanismen der Plattform gezielt beeinflussen. Daher ist für Plattformanbieter ein präzises Verständnis der Zusammenhänge zwischen Wertschöpfungsstrukturen, Wirkmechanismen sowie adressierten Potentialen eines Plattform-Geschäftsmodells entschei-

dend. Im Folgenden werden die in der Datenbasis identifizierten Ausprägungsvarianten der Plattformarchetypen anhand der Wertschöpfungsstruktur eingestuft und für die Handlungsoptionen die daraus resultierenden Mechanismen erläutert. Entscheidend ist an dieser Stelle, ob durch die Konstellation des Wertschöpfungsnetzes ein zwei- oder mehrseitiges Plattform-Geschäftsmodell mit erfolgsversprechenden sich verstärkenden zweiseitigen Netzwerkeffekten sowie weiteren Plattformcharakteristiken aufgebaut werden kann oder ob durch die Konstellation des Wertschöpfungsnetzes lediglich das Plattformangebot in einem linearen Wertstrom als Service angeboten wird. Konkrete Praxisbeispiele mit den jeweiligen Wertschöpfungsnetzen sind in der Konferenzpublikation [P7] veröffentlicht und detailliert beschrieben. Aufgrund der vertraulichen Analyse der Wertschöpfungsstrukturen im Austausch mit einzelnen Plattformanbietern muss auf die Nennung weiterer Unternehmens- und Plattformnamen im folgenden Kapitel verzichtet werden.

### **Wertschöpfungsstrukturen in den Archetypen der Vermittlungs-, E-Shop- sowie Content-Plattform**

Da die grundsätzliche Struktur der Wertschöpfungsnetze der Plattformarchetypen Vermittlungsplattform, E-Shop-Plattform sowie Content-Plattform vergleichbar ist, werden diese Archetypen in der Betrachtung zusammengefasst analysiert. Die Grundausprägung dieser Transaktionsplattformen stellt für den Plattformanbieter mit der Nutzerseite und der Anbieterseite einen zweiseitigen Markt dar. Für diesen Fall können die zuvor in Kapitel 6.1 beschriebenen zweiseitigen Marktplatz-Netzwerkeffekte aufgrund steigender Transaktionsmöglichkeiten in einer wechselseitigen Dynamik zu einem deutlichen Nutzerwachstum führen. In Praxisbeispielen zeigen sich allerdings auch Abwandlungen der Grundausprägung, indem der Plattformanbieter keine Befähigung von Transaktionen zwischen zwei unabhängigen Marktseite anstrebt. Diese zwei Fälle können wie folgt beschrieben werden (siehe Bild 49):

Im ersten Fall übernimmt der Plattformanbieter zusätzlich und exklusiv die Rolle des (Digitalen) Asset-Anbieters und bietet eigene (Digitale) Assets an, ohne dass externe Unternehmen weitere Drittleistungen bereitstellen. Dadurch reduzieren sich die Marksseiten auf einen einseitigen Markt gegenüber dem (Digitalen) Asset-Nutzer. Aufgrund des ausschließlichen Angebots von Leistungen des Plattformanbieters in der Rolle des Asset-Anbieters werden keine Transaktionen zwischen unabhängigen Akteuren vermittelt. Somit handelt es sich um eine reine Vertriebsmöglichkeit des Anbieters und entspricht keinem zweiseitigen Plattform-Geschäftsmodell.

In Praxisbeispielen zeigt sich, dass dieser Fall häufig in der Anfangsphase von E-Shop Plattformangeboten auftritt, wenn noch keine Drittanbieter überzeugt werden konnten. Dem Plattformanbieter muss dabei bewusst sein, dass bei diesem Status ohne externe Drittunternehmen in der Rolle der Asset-Anbieter keine Dynamik eines zweiseitigen Marktes entsteht. Ein Praxisbeispiel ist hierfür ein Online-Shop eines Maschinenherstellers, der Ersatzteile zu seinen Maschinen eigenen Kunden zum Kauf anbietet, aber keine weiteren externen Lieferanten für ein zusätzliches Angebot auf dem Online-Shop bisher gewinnen konnten. Somit handelt es sich nur um einen neuen Vertriebskanal, ohne Plattformmechanismen realisieren zu können.

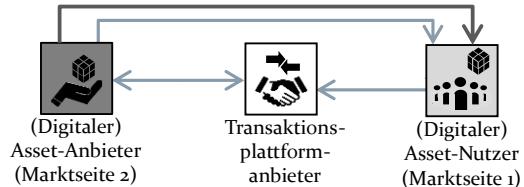
Darüber hinaus treten Praxisbeispiele in einem zweiten Fall auf, bei denen die angefragte Wertschöpfungsleistung durch den Plattformanbieter an dritte Unternehmen vergeben wird, allerding keine Transaktionen zwischen dem Auftraggeber und dem Leistungserbringer vermittelt werden. In diesem Fall agiert der Plattformanbieter sowohl gegenüber dem Asset-Nutzer als auch gegenüber dem Asset-Anbieter in bilateralen Vertrags- und Geschäftsbeziehungen. Im Wertschöpfungsnetz bestellt der Asset-Nutzer die Leistungen inklusive vertraglicher Verpflichtungen direkt beim Plattformanbieter und werden auch von diesem ausgeliefert. Der Plattformanbieter vergibt zwischenzeitlich den Auftrag in einem Partnernetzwerk, ohne dass der Asset-Nutzer einen Einfluss auf die Auswahl des Partners besitzt. Als konkretes Praxisbeispiel aus der produzierenden Industrie dient ein Plattformangebot, bei welchem die Auftragsvergabe von Dreh- und Frästeilen an ein Netzwerk aus Lohnfertigungsunternehmen stattfindet. Kunden aus verschiedenen Branchen können sich anhand ihrer Bauteilzeichnungen vom Plattformanbieter ein Angebot für ein CNC gefrästes Bauteil erstellen lassen, ihre Bestellung abgeben und erhalten direkt vom Plattformanbieter die Lieferung der Bauteile. Der Auftraggeber hat hierbei nur eine Geschäftsbeziehung zum Plattformanbieter und hat keinen Kontakt zum tatsächlichen Fertiger des Bauteiles. Der Plattformanbieter hingegen wählt mithilfe entsprechender Algorithmen und Parametern aus seinem Fertigungsnetzwerk ein geeignetes Fertigungsunternehmen aus und wickelt mit diesem den Auftrag bilateral ab. Da in der beschriebenen Ausprägung keine Transaktionen oder vertragliche Beziehungen zwischen dem Asset-Anbieter und Asset-Nutzer entstehen, finden keine Wechselwirkungen zwischen den zwei Rollen statt, sodass keine steigernde Dynamik oder zweiseitige Marktplatz-Netzwerkeffekte resultieren. Aufgrund der fehlenden grundsätzlichen Charakteristiken der Plattformarchetypen der Transaktionsplattformen entspricht diese Abwandlung keinem zweiseitigen Plattform-Geschäftsmodell.

## 6 Erkenntnisse aus der Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie

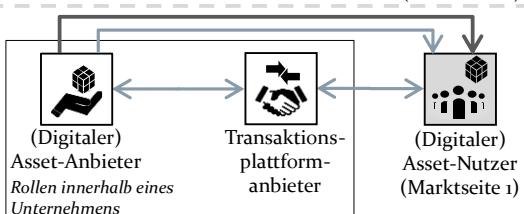
Die beschriebenen Ausprägungsformen werden im Folgenden jeweils anhand von vereinfachten Wertschöpfungsnetzen mit gezielten Einfärbungen der Rollen visualisiert. Die Grafiken der Plattformanbieter werden mit weiß und die verschiedenen Marktseiten durch Graustufenungen bzw. Musterungen differenziert hinterlegt. Jede dargestellte Ausprägung leitet sich aus Praxisszenarien aus der produzierenden Industrie ab. Die Ausprägungsformen für die Plattformarchetypen der Transaktionsplattform sind in Bild 49 aufgezeigt.

**Plattform-Archetypen der Transaktionsplattformen**

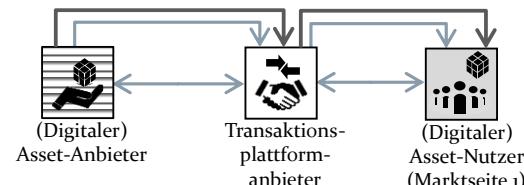
**Grundausprägung  
(2-seitiger Markt):**



**Fall 1: Plattformanbieter übernimmt die Rolle des (Digitalen) Asset-Anbieters (1-seitiger Markt):**



**Fall 2: Plattformanbieter integriert den (Digitalen) Asset-Anbieter als eigenen Dienstleister (1-seitiger Markt):**



**Legende:** □ Plattform-  
anbieter □ Marktseite 1 aus Sicht  
des Plattformanbieters □ Marktseite 2 aus Sicht  
des Plattformanbieters □ Dienstleister des  
Plattformanbieters  
→ Physischer Wertstrom → Daten- und Servicewertstrom

Bild 49: Wertschöpfungsstrukturen der Archetypen der Transaktionsplattformen

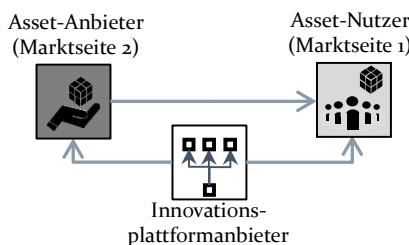
## Wertschöpfungsstrukturen im Archetyp Innovationsplattform

In der Grundform des Plattformarchetyps Innovationsplattform adressiert der Plattformanbieter mit dem Asset-Anbieter und dem Asset-Nutzer einen zweiseitigen Markt und besitzt zu beiden Rollen eine Geschäftsbeziehung. Beispielsweise ist dadurch eine Etablierung eines zweiseitigen Plattform-Netzwerkeffektes realisierbar. Die Systemintegritoren agieren im Wertschöpfungsnetz lediglich als Serviceanbieter, die im Auftrag der Wertschöpfungspartner handeln und dadurch keinen Einfluss auf die Dynamik von Netzwerkeffekten nehmen und zudem einen begrenzten Beitrag

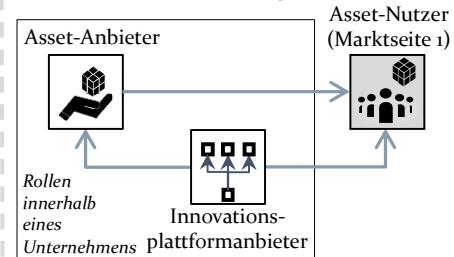
zur Ertragsmechanik des Plattformanbieters leisten. Aus diesen Gründen wird die Rolle des Systemintegrators aus Sicht des Plattformanbieters nicht als eigenständige Marktseite in den jeweiligen Plattformarchetypen eingeordnet. Für den Archetyp der Innovationsplattform zeigen Praxisbeispiele Abwandlungen der Grundform, bei denen Unternehmen aus strategischen Gründen mehrere Rollen einnehmen und dadurch die Anzahl der Marktseiten und Kerneigenschaften der Plattformarchetypen verändern (siehe Bild 50). Unternehmen sollten diese Entscheidungen unter Beachtung der Auswirkungen auf die Marktmechanismen treffen, die nachfolgend erläutert werden.

### Plattform-Archetyp Innovationsplattform

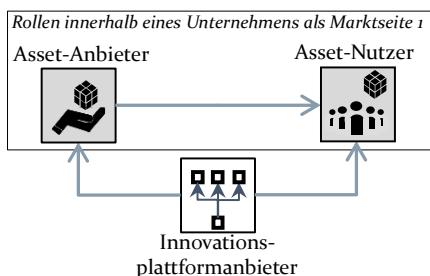
#### Grundausprägung (2-seitiger Markt)



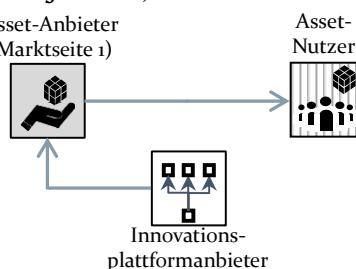
#### Fall 1: Plattformanbieter übernimmt Rolle des Asset-Anbieters (1-seitiger Markt)



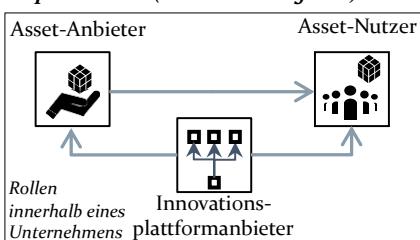
#### Fall 2: Asset-Nutzer übernimmt die Rolle des Asset-Anbieters (1-seitiger Markt)



#### Fall 3: Plattformanbieter besitzt nur zum Asset-Anbieter eine Geschäftsbeziehung (1-seitiger Markt)



#### Fall 4: Plattformanbieter verwendet Plattform komplett intern (kein Marktangebot)



#### Legende:

- Plattformanbieter
- Marktseite 1 aus Sicht des Plattformanbieters
- Marktseite 2 aus Sicht des Plattformanbieters
- Rolle ohne Geschäftsbeziehung zum Plattformanbieter
- ⇒ Daten- und Servicewertstrom

Bild 50: Wertschöpfungsstrukturen des Plattformarchetyps Innovationsplattform

Im ersten Fall übernimmt der Innovationsplattformanbieter gleichzeitig die Rolle des Asset-Anbieters, wodurch dem Asset-Nutzer sowohl die Innovationsplattform als auch eine darauf aufbauende Innovation aus einer Hand angeboten wird. Der ursprünglich zweiseitige Markt wandelt sich zu einer Bereitstellung eines plattformbasierten Services des Plattformanbieters für eine Nutzerrolle. Die angebotene Innovation baut zwar auf der Innovationsplattform auf, allerdings findet der Wertstrom nur in einem einseitigen Markt gegenüber dem Asset-Nutzer statt. Aus dieser Abwandlung des Plattformarchetyps resultieren veränderte Eigenschaften und Wirkmechanismen, indem sich keine zweiseitigen Netzwerkeffekte ausprägen. Beispiele für diese Wertschöpfungsstruktur finden sich bei Plattformangeboten von Unternehmen aus dem Maschinenbau, bei denen der Maschinenbauer selbst die Rolle des Innovationsplattformanbieter inklusive der Plattformentwicklung einnimmt. Das Ziel der Plattform liegt allerding darin, darauf aufbauendende digitale Services zu erstellen und Maschinennutzern zur Verfügung zu stellen (z. B. Zustandsüberwachung, Energieverbrauchsüberwachung, vorausschauende Wartungsaufforderungen). Somit werden im Wertschöpfungsnetz die Rollen des Plattformanbieters und des Asset-Anbieters bei einem Maschinenbau-Unternehmen gebündelt, wodurch ein lineares Wertschöpfungsnetz folgt, das mit dem des Plattformarchetyps der Datenaustauschplattform vergleichbar ist. Ein Wachstum der Nutzerzahlen kann somit keinen wertsteigernden Einfluss auf eine weitere Marktseite bewirken.

In einem zweiten Fall übernimmt der Asset-Nutzer gleichzeitig die Rolle des Asset-Anbieters, um die Innovationsplattform sowohl zur Entwicklung als auch zur internen Anwendung der Innovationen einzusetzen. Der Plattformanbieter agiert als Serviceanbieter, der die Innovationsplattform in einer direkten Geschäftsbeziehung als Service in einem einseitigen Markt bereitstellt. Hierbei entfallen charakteristische Aufgaben zur Orchestration verschiedener Plattformnutzer oder die Möglichkeit zur Etablierung zweiseitiger Wirkmechanismen. Beispiele für diesen Fall zeigen sich insbesondere bei Unternehmen mit einer umfangreichen internen Produktionsinstandhaltungsabteilungen, wie in der Automobilbranche. Hierbei erstellen interne Serviceabteilungen basierend auf einer Innovationsplattform beispielsweise cloudbasierte Services für ihre unternehmensinterne Produktion inklusive einer Maschinendatenanbindung mit einer Maschinenüberwachung mithilfe künstlicher Intelligenz. Die interne Serviceabteilung als Asset-Anbieter kauft die Innovationsplattform ein und bietet unternehmensintern darauf aufbauende Services dem Produktionsbetreibern an.

Dementsprechend zeigen sich keine Marktmechanismen mit einer steigenden Nutzungsanzahl und Mehrwerten durch zusätzliche Unternehmen.

Im dritten Fall bietet der Innovationsplattformanbieter die Plattform als Service einem Asset-Anbieter zur Erzeugung von Innovationen an. In der industriellen Praxis zeigt sich, dass entwickelte Lösungen des Asset-Anbieters anschließend in einer direkten Geschäftsbeziehung dem Asset-Nutzer bereitgestellt werden, ohne dass der Asset-Nutzer eine Geschäftsbeziehung zum Plattformanbieter aufbauen muss oder dass für den Asset-Nutzer die zugrundeliegende Innovationsplattform ersichtlich wird. In einem konkreten Praxisbeispiel prägt sich dies folgendermaßen aus: Ein Komponentenlieferant einer Maschine stellt in der Rolle des Asset-Anbieters ein Pay-per-Use-Abrechnungsmodell für einen Asset-Nutzer zur Verfügung. Um den Einsatz der Komponenten zu überwachen, verwendet der Komponentenlieferant eine Innovationsplattform eines externen Plattformanbieters. Dem Asset-Nutzer wird allerdings der Service des Komponentenlieferanten angeboten, ohne dass der Nutzer einen geschäftlichen Kontakt zum Plattformanbieter besitzt oder Einblicke hat, welche Innovationsplattform in die Maschine eingebaut ist. Für den Asset-Nutzer ist dabei lediglich der angebotene Service mit Pay-per-Use Abrechnung relevant. Für den Plattformanbieter bedeutet dies eine bilaterale Geschäftsbeziehung zum Komponentenlieferanten, bei der die Innovationsplattform als Service bereitgestellt wird, ohne Kontakt zum Asset-Nutzer aufbauen zu können. Dementsprechend besitzt der Plattformanbieter in diesem Fall kein zweiseitiges Plattformgeschäft und kann auch keine wechselseitigen zweiseitigen Marktmechanismen adressieren.

Als abschließender vierter Fall existiert zudem die Ausprägung, bei der ein Innovationsplattformanbieter die Funktionalitäten der Plattformlösung allein für interne Zwecke verwendet. Durch die Übernahme der Rollen des Asset-Anbieters und des Asset-Nutzers adressiert der Plattformanbieter kein Marktangebot. In der Praxis tritt dieser Fall auf, wenn der Plattformanbieter aus der produzierenden Industrie stammt und somit eigene Fertigungslinien und eine laufende Produktion besitzt. Mit umfangreichen IT-Kompetenzen versuchen daher produzierende Unternehmen selbst eine interne Plattform zu entwickeln und in ihrer Produktion zu verwenden. Beispielsweise entwickelte Thyssenkrupp die Plattformlösung *toii®* und setzte diese zur eigenen Produktionsdigitalisierung ein [190]. Aus dieser Wertschöpfungsstruktur kann nach anfänglicher internen Erprobung im Anschluss oder parallel ein eigenständiges Geschäftsmodell am Markt angeboten werden.

Insgesamt zeigt sich, dass im Plattformarchetyp der Innovationsplattform in der grundsätzlichen Ausprägungsform der Plattformanbieter einen zweiseitigen Markt im Sinne eines Plattform-Geschäftsmodells adressiert. In der produzierenden Industrie treten allerdings verschiedene Konstellationen in der Praxis auf, bei denen der Plattformanbieter bewusst oder unbewusst mit der Übernahme von weiteren Rollen einen einseitigen Markt erzeugt. Mit der Abwandlung des ursprünglichen Wertschöpfungsnetzwerkes orchestriert der Plattformanbieter in diesen Fällen nicht mehr zwei unabhängige Rollen, wodurch sich die Wirkmechanismen und grundsätzliche Dynamiken verändern und die zweiseitigen Netzwerkeffekte nicht mehr adressiert werden. Obwohl das Wertschöpfungsnetz der Innovationsplattform ursprünglich für einen zweiseitigen Markt ausgelegt ist, kann der Plattformanbieter die Innovationsplattform auch lediglich als Service anderen Rollen in einem einseitigen Markt bereitstellen und schränkt seine Ertragsmechanik damit ein. Die resultierende Veränderung der Marktmechanismen sollten daher bewusst und aufgrund einer strategischen Entscheidung berücksichtigt werden.

### **Wertschöpfungsstrukturen im Archetyp Integrierte Plattform**

In der grundsätzlichen Ausprägung des Wertschöpfungsnetzes der Integrierten Plattform liegt für den Plattformanbieter mit dem digitalen Asset-Anbieter, dem Asset-Anbieter sowie dem Asset-Nutzer ein dreiseitiger Markt vor. Diese drei Rollen können jeweils von verschiedenen Unternehmen eingenommen werden, wodurch der Plattformanbieter seine Wertversprechen sowie Ertragsmechanik an drei Marktseiten ausrichtet. Ein entscheidender Aspekt ist die transaktionsorientierte Ausrichtung zum digitalen Asset-Anbieter als eine Marktseite, wohingegen in Richtung des Asset-Anbieters die Befähigung für ein Innovationsangebot im Fokus steht. In Praxisbeispielen in der produzierenden Industrie zeigen sich darüber hinaus verschiedene Konstellationen im Wertschöpfungsnetz, die nachfolgend in fünf Fälle strukturiert sowie hinsichtlich der Veränderung der Marktstrukturen erläutert werden (siehe Bild 51).

In einem ersten identifizierten Fall übernimmt der Plattformanbieter zusätzlich die Rolle des digitalen Asset-Anbieters und stellt selbst beispielsweise Applikationen zur Maschinenanbindung dem Asset-Anbieter bereit. Aufgrund des damit einhergehenden Wegfalls der Vermittlung von Transaktionen zwischen zwei unabhängigen Rollen reduzieren sich für den Plattformanbieter die Marktseiten im Wertschöpfungsnetz. Zugleich entfallen für den Plattformanbieter die charakteristischen Merkmale einer Transaktionsplattform inklusive der Vermittlungsgebühren als Ertragsmechanik.

Mit dem Wegfall des Transaktionscharakters sind das Wertschöpfungsnetz sowie die Wirkmechanismen in diesem ersten Fall vergleichbar zum Plattformarchetyp der Innovationsplattform. In der produzierenden Industrie sind Beispiele identifizierbar, bei denen zwar Plattformanbieter das Wertschöpfungsnetz einer Integrierten Plattform adressieren, allerdings als Transaktionsangebot in einem App Shop lediglich eigene Applikationen und keine Angebote externer Unternehmen zur Verfügung stellen. Die Auswertung der Praxisbeispiele zeigt, dass gerade der Aufbau mit externen digitalen Asset-Anbieter insbesondere in der Anfangszeit eines Plattformangebotes äußert herausfordernd ist. Zu diesem Zeitpunkt muss daher beachtet werden, dass bei der Entscheidung für ein rein internes Angebot an digitalen Assets keine Dynamiken eines zweiseitigen Marktplatz-Netzwerkeffektes adressiert werden.

Eine zweite Ausprägung bildet der Fall, bei dem die zwei Rollen des Asset-Anbieters und des digitalen Asset-Anbieters von einem Unternehmen übernommen und dadurch die Marktseiten reduziert werden. Daraus resultierende Veränderungen sind vergleichbar mit dem ersten beschriebenen Fall, bei dem der Plattformanbieter keinen Transaktionscharakter zwischen einem digitalen Asset-Anbieter und einem Asset-Anbieter realisieren kann. Als Praxisbeispiel zeigt sich diese Ausprägung im Maschinenbau, wenn ein Maschinenhersteller in der Rolle eines digitalen Asset-Anbieters eine Applikation zur Datenerfassung von Maschinenkennwerten entwickelt, allerdings gleichzeitig in der Rolle des Asset-Anbieters die Applikation mit einem expliziten Serviceangebot zur Maschinenüberwachung einem Kunden als Asset-Nutzer direkt zur Verfügung stellt. Herausfordernd für den Plattformanbieter ist in diesem Fall, den Maschinenhersteller zu überzeugen, die Applikation über den integrierten App Shop zu vertreiben, um somit Transaktionen zu erzeugen und weitere Nutzer anzuziehen.

Im dritten Fall übernimmt das Unternehmen des Plattformanbieters gleichzeitig die Rolle des Asset-Anbieters, womit für das Unternehmen in die Richtungen des digitalen Asset-Anbieters und des Asset-Nutzers zwei Marktseiten entstehen. Der Plattformanbieter befähigt in diesem Wertschöpfungsnetz zunächst einen externen digitalen Asset-Anbieter zur Entwicklung und Bereitstellung einer Applikation, übernimmt allerdings in der Rolle des Asset-Anbieters die Bereitstellung und Umsetzung konkreter Serviceangebote gegenüber dem Anwender. Anhand eines Praxisbeispiels aus dem Maschinenbau kann dies folgendermaßen beschrieben werden: Der Plattformanbieter möchte Maschinennutzern zusätzliche digitale Services bereitstellen, besitzt dafür aber nicht die notwendigen spezifischen

Kompetenzen. Dementsprechend stellt der Plattformanbieter weiteren Unternehmen Werkzeuge zur Applikationsentwicklung bereit. Diese entwickeln spezifische Maschinen-Applikationen (z. B. zur Analyse und Auswertung von Sensordaten). Der Plattformanbieter bezahlt für die Nutzung der App und tritt gegenüber dem Maschinennutzer als Anbieter eines digitalen Serviceangebotes zur Maschinenüberwachung auf. Hinsichtlich der Wertschöpfungsstruktur führt dies dazu, dass für den Plattformanbieter in Richtung des digitalen Asset-Anbieters eine Markseite und zu den Asset-Nutzern eine zweite Markseite entsteht. In dieser Konstellation des Wertschöpfungsnetzes entsteht ein Plattformgeschäft, bei dem die Wirkmechanismen sowohl zweiseitige Marktplatz- als auch zweiseitige Plattform-Netzwerkeffekte adressieren.

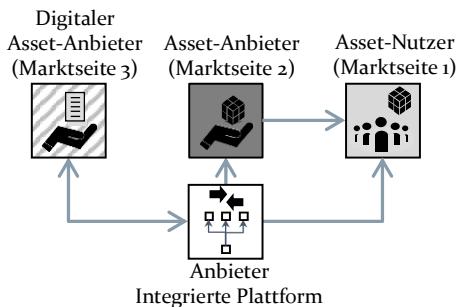
Im vierten identifizierten Fall übernimmt das Unternehmen des Plattformanbieters sowohl die Rolle des digitalen Asset-Anbieters als auch die Rolle des Asset-Anbieters. Durch die weitgehende Übernahme der Rollen im Wertschöpfungsnetz ergibt sich ein einseitiger Markt für den Plattformanbieter in Richtung des Asset-Nutzers. Mit dieser deutlichen Veränderung der Geschäftsbeziehungen und Wertversprechen findet kein Plattformgeschäft in einem mehrseitigen Markt, sondern lediglich ein Serviceangebot in einer bilateralen Geschäftsbeziehung statt. Diese Konstellation entspricht nicht mehr den Charakteristiken des Plattformarchetyps der integrierten Plattform, sondern ist vergleichbar mit dem zuvor beschriebenen ersten Fall der Marktausprägungen einer Innovationsplattform.

Im abschließenden fünften Fall übernimmt der Asset-Nutzer innerhalb seines Unternehmens auch zusätzlich die Rollen der Anbieter. Die Plattform wird somit vom Plattformanbieter lediglich als Service für das Unternehmen bereitgestellt. Dieser Fall tritt vor allem bei produzierenden Unternehmen mit umfangreichen IT- und Fertigungsabteilungen auf, wie beispielsweise in der Automobilindustrie. Hierbei werden sowohl die digitalen Applikationen durch die IT-Abteilungen entwickelt, darauf aufbauend Serviceangebote intern zu Verfügung gestellt und in der eigenen Produktionslinie angewandt. Für den Plattformanbieter gilt es hierbei zu beachten, dass in dieser Form keine Wechselwirkungen zwischen mehreren Plattformnutzern erzeugt und damit keine verstärkenden Dynamiken resultieren.

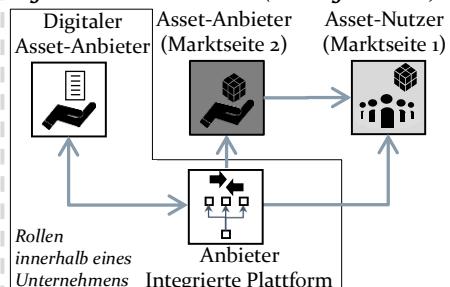
Die Grundausprägung sowie die fünf beschriebenen Ausprägungsfälle in der Industrie werden in Bild 51 visuell anhand der Veränderungen der Wertschöpfungsnetze dargestellt.

### Plattform-Archetyp Integrierte Plattform

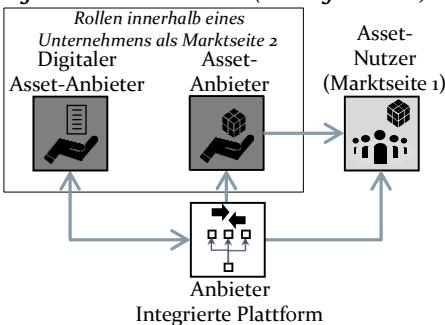
#### Grundausprägung (3-seitiger Markt)



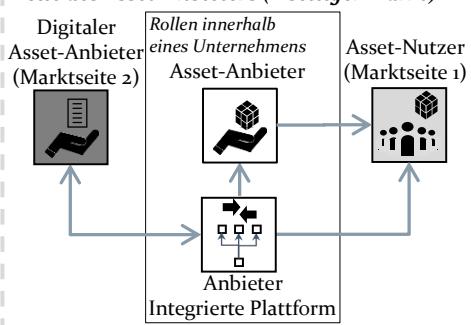
#### Fall 1: Plattformanbieter übernimmt Rolle des digitalen Asset-Anbieters (2-seitiger Markt)



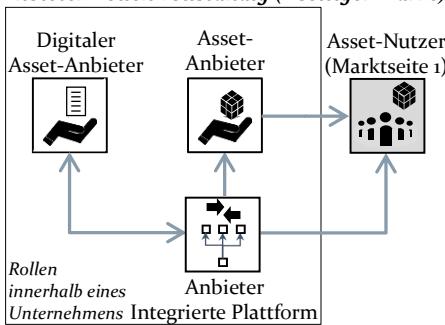
#### Fall 2: Asset-Anbieter übernimmt Rolle des digitalen Asset-Anbieters (2-seitiger Markt)



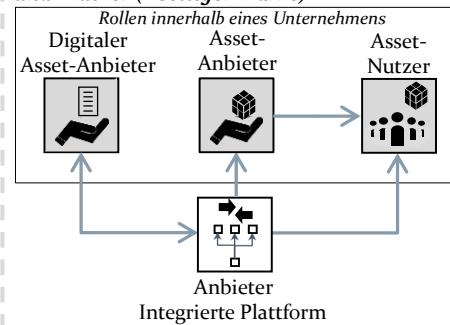
#### Fall 3: Plattformanbieter übernimmt die Rolle des Asset-Anbieters (2-seitiger Markt)



#### Fall 4: Plattformanbieter übernimmt die Anbieter Rollen vollständig (1-seitiger Markt)



#### Fall 5: Unternehmensinterne Asset-Anbieter und -Nutzer (1-seitiger Markt)



#### Legende:

- Marktseite 1 aus Sicht des Plattformanbieters    Marktseite 3 aus Sicht des Plattformanbieters
- Marktseite 2 aus Sicht des Plattformanbieters    Plattformanbieter    Daten- und Servicewertstrom

Bild 51: Wertschöpfungsstrukturen des Plattformarchetyps Integrierte Plattform

## **Wertschöpfungsstrukturen in den Archetypen Datenaustauschplattform, SCM-Plattform sowie Kollaborationsplattform**

Das vollständige Wertschöpfungsnetz des Plattformarchetyps der Datenaustauschplattform besitzt einen linearen Wertstrom zwischen den Wertschöpfungsteilnehmern (siehe Bild 36 in Kapitel 4.8.1). Nachdem die Rolle des Systemintegrators als Serviceanbieter keinen Einfluss auf die Analyse der Wertschöpfungsstruktur besitzt, ergibt sich für den Plattformeigentümer ein einseitiger Markt in Richtung des operativen Plattformbetreibers der Datenaustauschplattform. Eine Abwandlung der Grundausprägung in Bezug auf eine Veränderung der Marktseiten ist im Wertschöpfungsnetz des Plattformarchetyps nicht gegeben. Der Eigentümer der Datenaustauschplattform bietet den Plattformservice lediglich in einer bilateralen Geschäftsbeziehung mit Einnahmen von einer Rolle an und adressiert somit kein zweiseitiges Plattformgeschäft. Dementsprechend etablieren sich in diesem Plattformarchetyp nur einseitige Netzwerkeffekte, wohingegen keine wechselwirkenden Dynamiken zwischen den Rollen auftreten.

Für den Plattformarchetyp der SCM-Plattform zeigt sich, dass sowohl der Asset-Anbieter als auch der Asset-Nutzer gegenüber dem Plattformanbieter das gleiche geschäftliche Interesse zur Optimierung der gemeinsamen SCM-Prozesse besitzen. Aus Perspektive des SCM-Plattformanbieters sind beide Rollen als Plattformnutzer zu betrachten, die Gebühren für die jeweilige Nutzung der SCM-Plattform entrichten. Da beispielsweise in der Produktlieferkette ein Unternehmen sowohl als Asset-Anbieter als auch als Asset-Nutzer auftreten kann, besitzen die Rollen zueinander nur begrenzt Wechselwirkungen, wodurch lediglich einseitige Netzwerkeffekte wirken. Aus diesen Gründen entsteht ein einseitiger Markt, bei dem der Plattformanbieter den Nutzern einen Plattformservice bereitstellt und kein charakteristisches zweiseitiges Plattform-Geschäft adressiert.

Im Plattformarchetyp der Kollaborationsplattform verhalten sich die Marktausprägungen vergleichbar zum Archetyp der Datenaustauschplattform. Der Eigentümer der Kollaborationsplattform besitzt hierbei keine zwingende geschäftliche Beziehung zum digitalen Asset-Anbieter, wodurch folglich für den Plattformeigentümer nur ein bilaterales, lineares Wertversprechen an den operativen Betreiber der Kollaborationsplattform entsteht. Zugleich erzielt der Plattformeigentümer nur Einnahmen von dieser Marktseite. Hinsichtlich der Wirkmechanismen sind außerdem nur einseitige Netzwerkeffekte realisierbar. Der Eigentümer der Kollaborationsplattform agiert dementsprechend als Service-Bereitsteller und nicht innerhalb eines zweiseitigen Plattformgeschäfts.

## 6.2 Wertschöpfungsstrukturen bei digitalen Plattformen in der produzierenden Industrie

Die Wertschöpfungsnetze der drei beschriebenen Plattformarchetypen werden für die Analyse der Marktseiten mit den relevanten Rollen in Bild 52 visualisiert dargestellt.

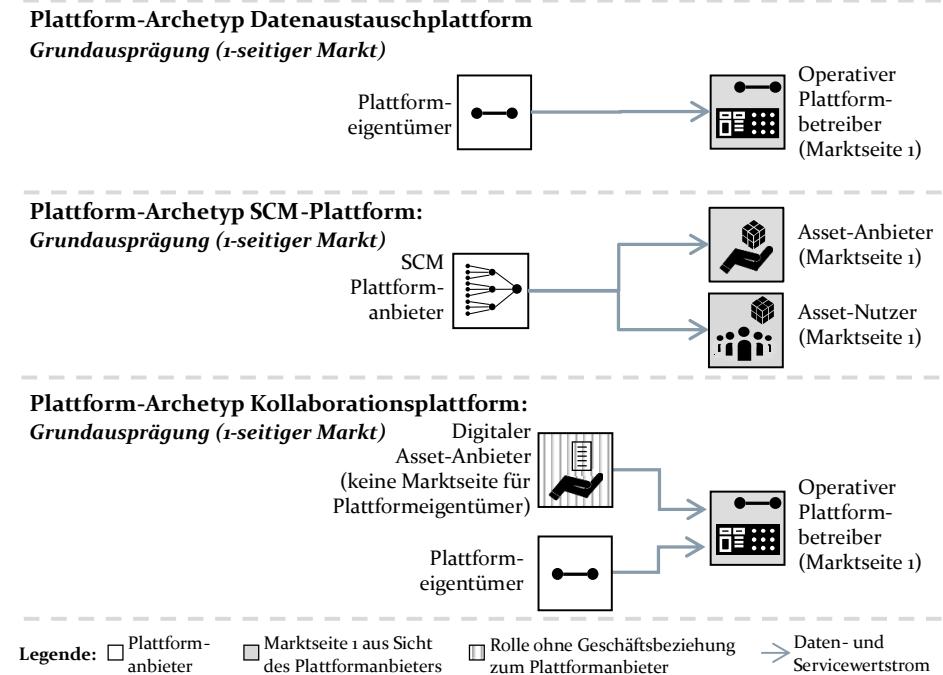


Bild 52: Wertschöpfungsstrukturen der Plattformarchetypen Datenaustausch- und Kollaborationsplattform sowie SCM-Plattform

Die Analyse der in Praxisbeispielen auftretenden Wertschöpfungsstrukturen der acht Plattformarchetypen zeigt, in welchen Konstellationen Plattformanbieter durch die Übernahme von Rollen innerhalb der Wertschöpfungsnetze Einfluss auf die Veränderung der Marktseiten und damit auf potentielle Wirkmechanismen nehmen. Die in diesem Kapitel dargestellten Ausprägungsformen der grundsätzlichen Archetypen zeigen zugleich strategische Umsetzungsmöglichkeiten für Plattformanbieter auf, mit denen durch gezielte strategische Maßnahmen Dynamiken adressiert oder bewusst ausgelassen werden können. Aufgrund der bisher fehlenden Differenzierung zwischen verschiedenen Plattformarchetypen, lagen Erkenntnisse zum aktuellen Stand der Forschung bezüglich verschiedener Ausprägungen digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie nicht eindeutig strukturiert vor. Insbesondere Maschinenlieferanten besitzen vielseitige Optionen, ihre Position zwischen einem Plattformanbieter so-

wie dem Maschinennutzer zu gestalten und adressieren aktuell mit verschiedensten Szenarien, um im Themengebiet der Plattformökonomie aktiv zu werden. Das bisher unklare Verständnis, in welchen Fällen ein zweiseitiges Plattform-Geschäftsmodell auftritt und wann somit Plattform-Charakteristiken wirken, wird anhand der erläuterten Fallunterscheidung deutlich verbessert. Die beschriebenen Ausprägungsformen geben Plattformanbietern einen detaillierten Einblick, wie Plattformangebote innerhalb eines Wertschöpfungsnetzes in der Industrie aufgebaut sein können und welche Wirkmechanismen damit verbunden sind. Basierend auf der umfassenden Datenbasis an Praxisbeispielen erhalten sowohl Unternehmen als auch die Wissenschaft mit den Erkenntnissen ein fundiertes Verständnis der Konstellationen von Plattformgeschäften in der produzierenden Industrie.

### **6.3 Plattformarchetypen aus der Perspektive produzierender Unternehmen als Plattformanwender**

Die Plattformklassifizierung sowie die daraus resultierenden Erkenntnisse sind in der vorliegenden Arbeit insbesondere mit der Perspektive eines Plattformanbieters erforscht. Im folgenden Kapitel wird ein Perspektivenwechsel vorgenommen, der explizit die Plattformausprägungen aus der Sicht eines produzierenden Unternehmens als Plattformnutzer darstellt. Im Fokus stehen Möglichkeiten und Potentiale zur Positionierung produzierender Unternehmen innerhalb der definierten Wertschöpfungsnetze der einzelnen Plattformarchetypen. Diese Unternehmen agieren im betrachteten Fall innerhalb einer linearen Wertschöpfungskette, die hinsichtlich der Produktion und dem Verkauf physischer Produkte ausgerichtet ist.

Aufgrund der enormen Bedeutung des Maschinen- und Anlagenbaus in der deutschen Industrie werden im Folgenden die Beispiele der produzierenden Unternehmen jeweils anhand eines Maschinenlieferanten formuliert. Die in Kapitel 4 für die jeweiligen Plattformarchetypen separat definierten Wertschöpfungsnetze werden nachfolgend aus der Perspektive eines produzierenden Unternehmens kombiniert betrachtet, in vier potentielle Anwendungsfälle strukturiert und jeweils die Mehrwerte sowie geschäftlichen Veränderungen erläutert. Konkrete Praxisbeispiele aus der Perspektive eines Maschinenlieferanten sind in der Publikation [P2] veröffentlicht.

### Anwendungsfall 1: Produzierendes Unternehmen agiert als (Digitaler) Asset-Anbieter

Im ersten Anwendungsfall agiert das produzierende Unternehmen in einer Anbieterrolle sowohl für Assets als auch für digitale Assets. Aus der Perspektive des Unternehmens ergibt sich die potentielle Einbindung in das Wertschöpfungsnetz in Bild 53, die im Folgenden anhand von Beispielen eines Maschinen- und Anlagenlieferanten erläutert wird.

Als digitaler Asset-Anbieter bietet die Content-Plattform für einen Maschinen- und Anlagenlieferanten den Mehrwert, dass Maschinenproduktinformationen neuen sowie bestehenden Kunden effizient und beschleunigt zur Verfügung gestellt werden können. Daraus resultiert die Optimierung interner Prozesse in der Maschinen- und Anlagendokumentation, die Steigerung der Kundenzufriedenheit sowie gleichzeitig die Verbesserung der Kundenakquise. In der Rolle als Asset-Anbieter besteht für produzierende Unternehmen das Potential, mit der Nutzung einer Vermittlungsplattform die Akquise von Kundenaufträge zu steigern und dadurch die eigene Produktionsauslastung zu erhöhen. Für einen Maschinenlieferanten besteht beispielsweise die Chance, durch die Annahme von Aufträgen für einzelne Produktionsabschnitte als Lohnfertiger zu agieren. Unter anderem bietet sich für die Auslastung von CNC-Drehmaschinen an, einzelne Dreh- und Fräsprozesse als Service anzubieten.

Darüber hinaus hat für Maschinenlieferanten die Rolle des Asset-Anbieters bei einer E-Shop-Plattform Potentiale, um Maschinenersatzteile über den Plattformanbieter mit effizienten Verkaufsprozessen an global verteilte Maschinennutzer zu vertreiben. Zugleich können über die E-Shop-Plattform potentielle Käufer erreicht werden, zu denen bisher noch keine Geschäftsbeziehung besteht. Nach der Auftragsvergabe ergeben sich für den Maschinenlieferanten Potentiale für den Einsatz einer SCM-Plattform, um zur Koordination der Liefer- und Bestellprozesse mit Kunden Prozessabläufe zentral zu bündeln und abzustimmen.

Ein umfassender Mehrwert mit Einfluss auf das Geschäftsmodell bietet sich für produzierende Unternehmen in der Rolle eines Asset-Anbieters mit dem Einsatz einer Innovationsplattform und Integrierten Plattform. Ein Maschinenlieferant besitzt beispielsweise ein hohes Interesse, neben dem einmaligen Maschinenverkauf dem Maschinennutzer zusätzliche Services mit einer weiteren Ertragsmechanik anzubieten. Aus der Perspektive eines Maschinenlieferanten ermöglicht die Nutzung einer Innovationsplattform als Asset-Anbieter einen Zugang zu Nutzungsdaten der eigenen Maschi-

nen, um darauf aufbauend datenbasierte Services anzubieten. Dieser Datenzugang ist allerdings von der Bereitschaft des Maschinennutzers abhängig. Für den Maschinenlieferanten leitet sich daraus der Mehrwert ab, basierend auf den detaillierten Einblicken des realen Maschineneinsatzes beim Kunden das eigene Produktangebot zu optimieren. Zusätzlich kommt dem Datenzugriff das Potential zu, mit zusätzlichen Services Einnahmen über neue Preismodelle zu etablieren und darüber hinaus eine engere Kundenbeziehung mit aufzubauen. Als Treiber dieses Szenarios kann auch der Maschinennutzer agieren, wenn dieser eine Umsetzung der Services auf einer Innovationsplattform eines bestimmten Plattformanbieters fordert.

Darüber hinaus hat ein Maschinenlieferanten mit der Nutzung einer Integrierten Plattform die Möglichkeit, sein spezifisches Know-how in der Maschinen- und Anlagentechnik in der Rolle als digitaler Asset-Anbieter in die Entwicklung von Softwareapplikationen einfließen zu lassen. Mithilfe der Integrierten Plattform können die Applikationen einer breiten Kundenbasis verkauft werden, die auch neue potentielle Käufer umfasst. In der Anbieterrolle bietet sich für den Maschinenlieferanten der Mehrwert, dass die komplexe Systempflege mit der Verwaltung von Hardwaregeräten sowie von Softwareapplikationen inklusive der Ausführumgebung durch den Plattformanbieter bereitgestellt wird. Dadurch ergibt sich für den Maschinenlieferanten das Potential, auch mit begrenztem IT- und Software-Know-how neue datenbasierte Leistungsversprechen anbieten zu können.

In Kapitel 2.3.1 wurden bereits charakteristische Wertschöpfungsströme der produzierende Industrie aufzeigt (siehe Bild 11). Der Maschinenlieferant erhält bei den erläuterten Plattformarchetypen mit der Übernahme der Rolle eines (Digitalen) Asset-Anbieters die Möglichkeit, seinen Wertschöpfungsprozess der After-Sales-Servicebereitstellung zu optimieren. Insbesondere die vielseitigen Möglichkeiten, das bestehende Leistungs- und Produktangebot mithilfe einer Plattformnutzung zu erweitern und damit neue Geschäftsmöglichkeiten sowie Einnahmequellen zu erschließen, zeigen die Einsatzoptionen der unterschiedlichen Plattformangebote. Für das produzierende Unternehmen resultiert daraus das in Bild 53 dargestellte kombinierte Wertschöpfungsnetz mit den adressierten Plattformarchetypen. Hierbei wird nochmals deutlich, wie die Plattformtypen durch ihre verschiedenen Wertversprechen gleichzeitig auftreten und in ihrem Einflussbereich wirken können.

### 6.3 Plattformarchetypen aus der Perspektive produzierender Unternehmen als Plattformanwender

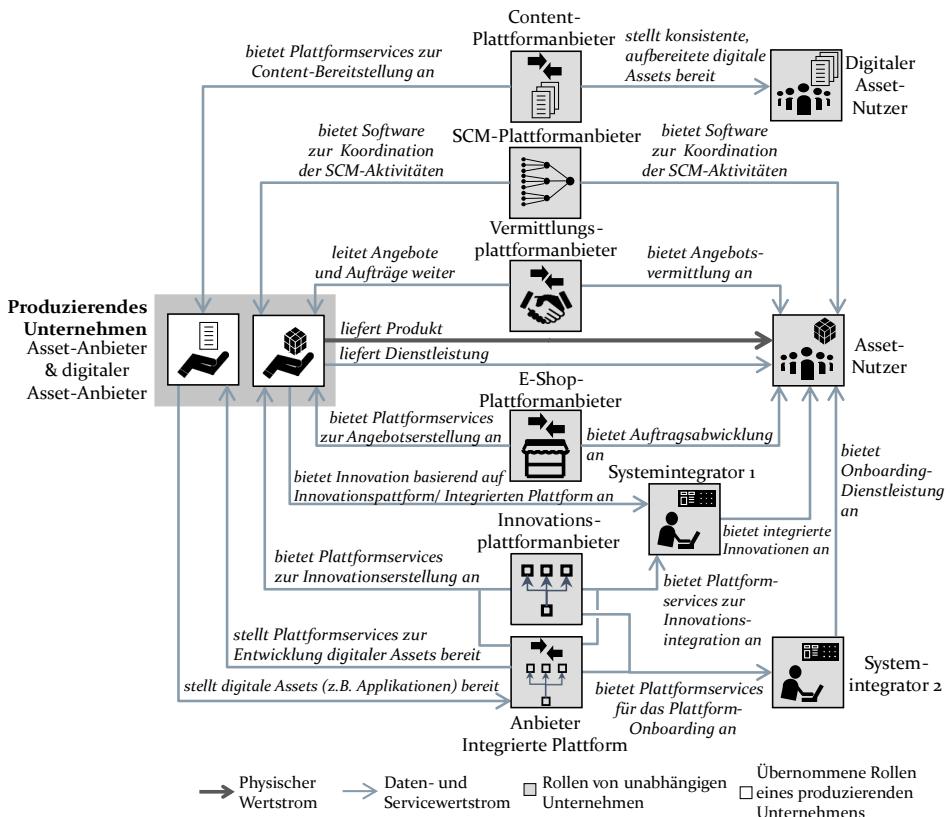


Bild 53: Produzierendes Unternehmen als Asset- und digitaler Asset-Anbieter im kombinierten Wertschöpfungsnetz der Plattformarchetypen

### Anwendungsfall 2: Produzierendes Unternehmen agiert als (Digitaler) Asset-Nutzer

Als zweiter Anwendungsfall tritt ein produzierendes Unternehmen im Wertschöpfungsnetz in der Rolle des Asset-Nutzers sowie des digitalen Asset-Nutzers auf. Mit der Übernahme der Rolle des digitalen Asset-Nutzers bietet sich für den Maschinenlieferanten die Möglichkeit, eine Content-Plattform zur effizienten Informationsbeschaffung einzusetzen, da auf benötigte Informationen und Daten von einer Vielzahl an verschiedenen Drittakteuren zentral zugegriffen werden kann. Abhängig von den Inhalten der Content-Plattform kann beispielsweise sowohl die Recherche und der Vergleich von Informationen zu potentiellen Zulieferern als auch der Zugriff auf Produktinformationen ermöglicht sowie optimiert werden. Aus der Perspektive eines Maschinenlieferanten in der Rolle als Asset-Nutzer verschafft die Vermittlungsplattform die Möglichkeit, kurzfristig benötigte

Maschinenkomponenten effizient an Lieferanten auszulagern und dadurch die eigene Fertigungstiefe zu reduzieren. Über die Vermittlungsplattform wird eine hohe Anzahl potentieller Lieferanten gebündelt und Anfragen der Asset-Nutzer können hinsichtlich relevanter Kriterien (z. B. Lieferzeiten) gegenübergestellt und mit Algorithmen automatisiert zentral ausgewertet und zugeordnet werden. Daraus resultieren die Potentiale, flexibel auf Marktveränderungen zu reagieren sowie in Abhängigkeit von den eigenen Kapazitäten, der aktuellen Preissituation sowie des erforderlichen Zeitbedarfs die Einkaufsentscheidung treffen zu können. Sollten beispielsweise bei einem Maschinenlieferanten Kapazitätsengpässe in der eigenen Fertigung auftreten, können über den Vermittlungsplattformanbieter kurzfristig Angebote eingeholt und Aufträge an Lohnfertigungsunternehmen vergeben werden. Darüber hinaus besteht für ein produzierendes Unternehmen als Asset-Nutzer die Chance, im Einkauf von Materialien oder Komponenten mit der Nutzung einer E-Shop-Plattform einen effizienten Preis- und Leistungsvergleich durchzuführen und kostengünstige Einkaufsprozesse zu etablieren. Hierfür dienen insbesondere die einheitliche Informationsaufbereitung und -darstellung sowie die zentrale Bündelung und Abwicklung von Bestellungen bei verschiedenen Asset-Anbietern durch den E-Shop-Plattformanbieter. Für die Koordination mit den Zulieferern nach Vertragsabschluss bietet die Nutzung einer SCM-Plattform Optimierungspotential sowohl für interne Prozesse als auch für die Abstimmung mit den unterschiedlichen Zulieferern.

Aus der Perspektive eines produzierenden Unternehmens hat die Rolle als Asset-Nutzer bei Innovationsplattformen sowie Integrierten Plattformen das primäre Ziel, die eigenen Wertschöpfungsprozesse zu optimieren. Beide Plattformangebote ermöglichen es den produzierenden Unternehmen, neue Service- und Produktangebote mithilfe einer grundlegenden technischen Infrastruktur mit einem reduzierten Integrationsaufwand einzusetzen zu können. Nach der einmaligen Installation und dem Plattform-Onboarding können sehr einfach kompatible Plattformangebote verschiedener Anbieter ausgewählt und auf der Plattform ausgeführt werden, wodurch eine schnelle Inbetriebnahme und kompatible Nutzung sichergestellt wird. Würde jeder (digitale) Asset-Anbieter seine Services oder Applikationen einzeln auf anbieterspezifischen Infrastrukturen bereitstellen, könnte eine komplexe und heterogene Systemlandschaft mit aufwändiger Wartung und Pflege für den (digitalen) Asset-Nutzer entstehen.

Ein konkretes Serviceangebot zur internen Produktionsoptimierung kann beispielsweise eine datenbasierte Überwachung von Maschinenkennzah-

len in Bezug auf Verschleißkennwerte oder hinsichtlich der Produktionsauslastung sein, welches durch das produzierende Unternehmen basierend auf einer zentralen Innovations- oder Integrierten Plattform ausgeführt und gewartet wird. In der Rolle als Asset-Nutzer kann das produzierende Unternehmen als relevanter Treiber der Plattformnutzung agieren und konkrete Forderungen nach Serviceangeboten basierend auf bestimmten Plattformen am Markt an die Asset-Anbieter richten.

Entsprechend der Wertschöpfungsströme eines Maschinenlieferanten (siehe Bild 11 in Kapitel 2.3.1) werden mit der Rolle als Plattformnutzer die Wertschöpfungsprozesse der Ausführung der Produktion sowie der Nutzung von After-Sales-Services als Anwender adressiert. Aus Sicht des produzierenden Unternehmens in der Nutzerrolle resultiert in diesem zweiten Anwendungsfall das kombinierte Wertschöpfungsnetz in Bild 54.

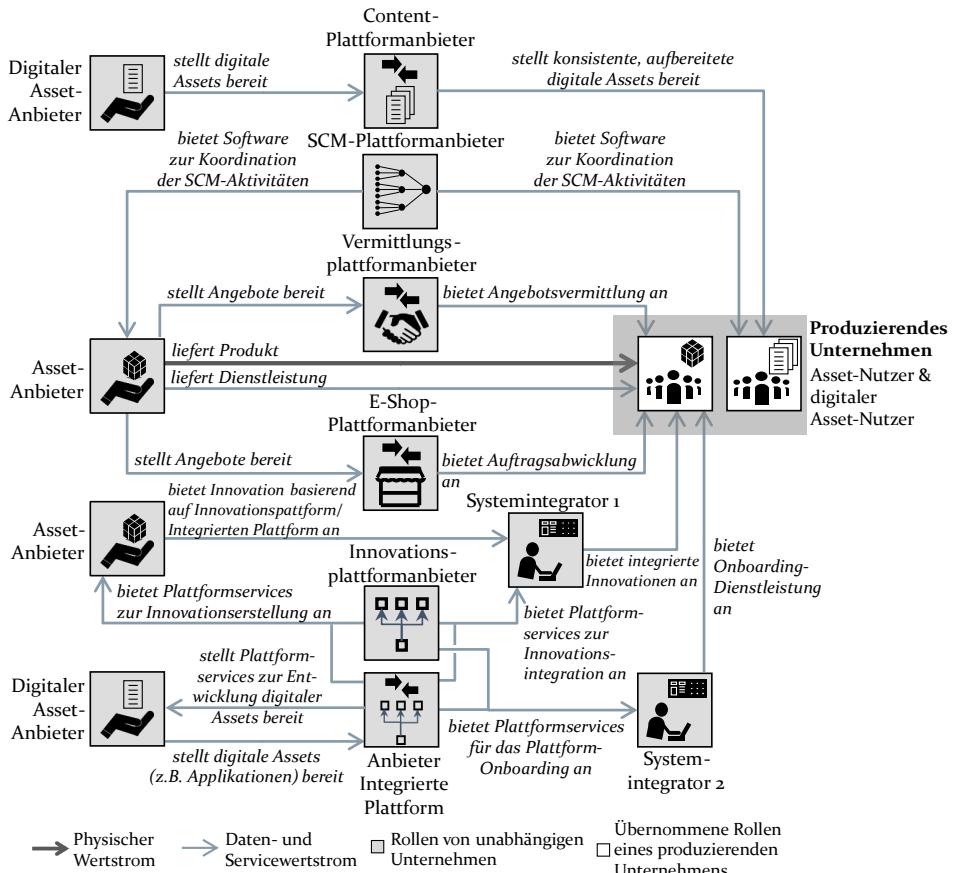


Bild 54: Produzierendes Unternehmen als Asset- und digitaler Asset-Nutzer im kombinierten Wertschöpfungsnetz der Plattformarchetypen

### Anwendungsfall 3: Produzierendes Unternehmen agiert als operativer Plattformbetreiber

Im dritten Anwendungsfall übernimmt das produzierende Unternehmen die Rolle des operativen Plattformbetreibers, um die Plattformangebote für die Optimierung interner Prozesse einzusetzen. Das Engineering industrieller Produkte führt bei produzierenden Unternehmen zu einem aufwändigen Entwicklungsprozess, in den verschiedene Fachabteilungen involviert sind. Für eine effiziente Bearbeitung sowie übergreifende Zusammenarbeit verwenden aus diesem Grund produzierende Unternehmen softwarebasierte Werkzeugumgebungen, die auf Kollaborationsplattformen basieren. Insbesondere im komplexen Maschinen- und Anlagenbau sind die Plattformangebote essentieller Bestandteil im Entwicklungsprozess. Der Maschinenlieferant wählt hierzu einen Kollaborationsplattformanbieter sowie notwendige Autorenwerkzeuge aus und erhält von einem Systemintegrator die integrierte Werkzeugumgebung. Der Maschinenlieferant kann anschließend als eigenständiger operativer Betreiber agieren und mit der Bereitstellung der Kollaborationsplattform die Aktivitäten der internen und externen Abteilungen für das Engineering der Maschinen unterstützen. Der Maschinenlieferant hat somit die Chance, mit der Nutzung der Kollaborationsplattform seine Entwicklungs- und Engineering-Prozesse zu optimieren und einen Mehrwert für sich zu generieren.

Aus der Perspektive eines produzierenden Unternehmens kann die Rolle des operativen Betreibers auch bei der Datenaustauschplattform übernommen werden. In diesem Fall agiert das Unternehmen als Auftraggeber und Käufer bei einem Eigentümer der Datenaustauschplattform. Mithilfe des Services eines Systemintegrators wird die Datenaustauschplattform entsprechend der Anforderungen und Gegebenheiten des produzierenden Unternehmens angepasst. Als operativer Betreiber stellt dieser die Datenaustauschplattform insbesondere internen Nutzern zur Verfügung. Beispielsweise können mithilfe der Plattformfunktionen heterogene Produktionsdaten aus der Fertigung zentral abgespeichert und transparent visualisiert werden. Der resultierende Mehrwert für das produzierende Unternehmen ergibt sich durch die effizienteren Prozessabläufe.

Entsprechend der Wertschöpfungsströme eines Maschinenlieferanten (siehe Bild 11 in Kapitel 2.3.1) adressiert die Plattformnutzung insbesondere die Wertschöpfungsprozesse der Produktentwicklung und -konstruktion, der Verfahrens- und Anlagenentwicklung sowie die Ausführung der Produktion. In Bild 55 wird das kombinierte Wertschöpfungsnetz mit der

Übernahme der Rollen der operativen Plattformbetreiber aus der Perspektive eines produzierenden Unternehmens dargestellt.

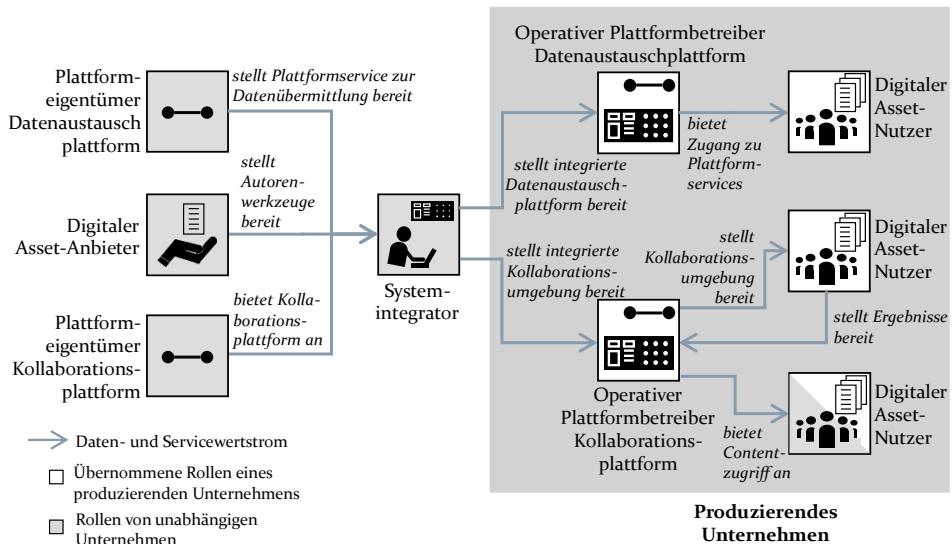


Bild 55: Produzierendes Unternehmen als operativer Plattformbetreiber im kombinierten Wertschöpfungsnetz der Plattformarchetypen

#### Anwendungsfall 4: Produzierendes Unternehmen agiert als Plattformanbieter

Als abschließender vierter Anwendungsfall besteht zusätzlich die Möglichkeit, dass ein produzierendes Unternehmen, welches im bisherigen Geschäftsmodell den Fokus auf die Fertigung und den Vertrieb physischer Produkte gelegt hat, die jeweiligen Rollen der Plattformanbieter übernimmt. Unternehmen besitzen bei diesem Vorgehen das Potential, ein vollständig neues Geschäftsmodell mit veränderten Wertversprechen an einen neuen Kundenkreis anzubieten und damit eine Ergänzung bisheriger Leistungsangebote oder ein unabhängiges neues Geschäftsfeld zu etablieren.

Als zusammenfassendes Fazit der Differenzierung der Anwendungsfälle anhand der Anwenderperspektive eines produzierenden Unternehmens werden die Potentiale der verschiedenen Nutzerrollen innerhalb der Wertschöpfungsnetze deutlich. Ein produzierendes Unternehmen, wie am Beispiel des Maschinenlieferanten aufgezeigt, muss für einen Geschäftserfolg nicht zwingend als Plattformanbieter agieren. Entscheidende Mehrwerte können produzierende Unternehmen auch durch eine Nutzung der Plattformen als Anwender im Wertschöpfungsnetz generieren. Mit dem Einsatz

der verschiedenen Plattformausprägungen zeigt sich in den vier Anwendungsfällen in diesem Kapitel, dass entsprechend der Wertschöpfungskette nach PORTER [53] (siehe Bild 4) alle Primäraktivitäten eines Unternehmens (Eingangslogistik, Produktion, Ausgangslogistik, Marketing und Verkauf sowie Service) in der Anwenderrolle adressiert und optimiert werden können. Darüber hinaus entstehen für Unternehmen als Plattformanwender zusätzlich Mehrwerte bei den unterstützenden Aktivitäten in der Unternehmenswertschöpfungskette (Technologieentwicklung, Beschaffung und Unternehmensinfrastruktur). Die Ergebnisse in diesem Kapitel zeigen produzierenden Unternehmen anhand einer Anwenderperspektive ein transparenteres Verständnis der Zusammenhänge und Potentiale in den möglichen Wertschöpfungsnetzen der unterschiedlichen Plattformarchetypen auf. Pauschalisierten Aussagen sowie Entscheidungsvorgaben zu einer Plattformnutzung können dadurch mit einer konkreten Evaluierung der Mehrwerte innerhalb des eigenen Wertschöpfungsnetzes begegnet werden. Unternehmen müssen daher im Kontext der Plattformökonomie abhängig von der Wettbewerbssituation, Kompetenz sowie dem Marktumfeld die strategische Entscheidung treffen, ob eine Positionierung innerhalb der vier aufgezeigten Anwendungsfälle adressiert werden soll.

## **6.4 Fazit der Erkenntnisse mit Vergleich zum Endkundenmarkt**

Das Themengebiet der digitalen Plattformen beinhaltet in der produzierenden Industrie aus einer wertschöpfungsorientierten Perspektive eine umfassende Komplexität, die unter anderem auf die Vielzahl an Ausprägungen mit heterogenen Plattformcharakteristiken zurückzuführen ist. Anhand der definierten Plattformarchetypen in Kapitel 4 sind in diesem Kapitel konkrete Erkenntnisse jeweils für spezifische Plattformausprägungen identifiziert und strukturiert. Als entscheidende Wirkmechanismen für einen Plattformanbieter können auf Basis von Praxisbeispielen in Kapitel 6.1 sieben einseitige sowie zwei zweiseitige Netzwerkeffekttypen identifiziert und systematisiert werden. Somit wird für Unternehmen eine Auswahl der zu adressierenden Mechanismen bereitgestellt, die bei bestimmten Plattformausprägungen je nach strategischer Entscheidung angestrebt oder bewusst nicht weiter fokussiert werden können. Die transparente Ausarbeitung der Netzwerkeffekttypen zeigt Optionen für die jeweiligen Plattformarchetypen auf und stellt zudem Erläuterungen hinsichtlich deren Implikationen und Auslöser bereit. Hierbei wird deutlich, dass insbesondere in Abgrenzung zu bekannten Plattformangeboten aus dem B2C-

Markt, in der produzierenden Industrie technische Aspekte, wie beispielsweise die Systemintegration oder Kompatibilität, einen stärkeren Einfluss besitzen. Gegenüber dem Endkundenmarkt mit einer bisherigen Fokussierung der Erforschung von Netzwerkeffekten bei Transaktionsplattformen (u. a. Amazon, Ebay, Uber) sind in der vorliegenden Arbeit erstmals die technischen zweiseitigen Netzwerkeffekte detaillierter erläutert. Für die produktionsnahen Archetypen der Innovationsplattformen und Integrierten Plattformen entstehen somit neue Erkenntnisse in Bezug auf die Marktdynamiken in der Industrie. Anhand der Plattformarchetypen ist darüber hinaus transparent aufgezeigt, dass Netzwerkeffekte in Abhängigkeit des Plattformtyps unterschiedlich auftreten und sich je nach Struktur der Wertschöpfungsnetze der Plattformen ausprägen. Hinsichtlich der weiteren Marktdynamiken zeigt sich, dass der im B2C-Markt auftretende Einfluss sozialer Faktoren durch das persönliche Umfeld oder persönliche Neigungen, im Industriebereich weitaus geringer ausprägt ist. In der produzierenden Industrie stellen hingegen für Unternehmen geschäftsbeeinflussende sowie technische Kriterien weitaus relevantere Aspekte für das Auftreten der verschiedenen Netzwerkeffekt-Arten und somit für die Skalierung eines Plattformgeschäfts dar.

Als weiteres Fazit aus den Erkenntnissen der Klassifizierung digitaler Plattformen zeigt sich die Relevanz der Systemintegratoren in den Wertschöpfungsnetzen, die überwiegend im industriellen Kontext aufgrund weitaus komplexerer Infrastrukturumgebungen eine entscheidende Rolle einnehmen. Im B2C-Markt, bei dem die Integrationsaufwände durch eine umfassendere Standardisierung sowie aufgrund der reduzierten Komplexität der Anwendungsfälle wesentlich geringer ausfallen, werden diese Integrationsaufwände kaum betrachtet. Dementsprechend waren vorwiegend die Plattformarchetypen der Innovationsplattform sowie Integrierten Plattform zum bisherigen Forschungsstand aus einer wertschöpfungsorientierten Perspektive noch unvollständig beschrieben. Die vorliegende Arbeit zeigt für diese zwei Plattformarchetypen neue Erkenntnisse hinsichtlich der Gestaltung der Wertschöpfungsnetze mit relevanten Wertversprechen und Geschäftsbeziehungen zwischen den Partnern sowie darin wirkende technische Plattformmechanismen sowie auftretende Marktausprägungen im industriellen Umfeld.

Die Analyse der Wertschöpfungsstrukturen der Plattformangebote in Kapitel 6.2 zeigt Unternehmen Gestaltungsoptionen auf, die strukturiert darstellen, wie sich durch die Übernahme einzelner oder mehrerer Rollen die grundsätzlichen Wertschöpfungsnetze der Plattformarchetypen in verschiedenen Konstellationen verändern können. Somit besteht auch die

Möglichkeit, das Geschäftsmodell zu einem ein-, zwei- oder dreiseitiger Markt abzuwandeln und dementsprechend Plattformmechanismen zu beeinflussen. Sollte beispielsweise mit dem Start eines Plattformangebotes noch keine Anziehungskraft für eine bestimmte Rolle vorliegen (z. B. für Applikations-Anbieter bei der Integrierten Plattform), so kann diese Rolle auch vom Plattformanbieter selbst eingenommen werden. Als Alternative kann stattdessen ein anderer Plattformarchetyp adressiert werden, der diese Rolle nicht benötigt. Die Forschungsergebnisse zeigen hierfür fundierte Erkenntnisse zu den Auswirkungen der Übernahmen von Rollen auf die Anzahl der Marktseiten und somit auf die Netzwerkeffekte. Insbesondere in der Startphase eines Plattformangebotes am Markt nehmen diese Entscheidungen mit den resultierenden Konsequenzen einen entscheidenden Einfluss auf den weiteren Plattformerfolg. Aufgrund der komplexeren Wertschöpfungsbeziehungen mit weitaus mehr Rollen im Vergleich zum Konsumentenmarkt kommt somit diesen Erkenntnissen in der produzierenden Industrie eine höhere Relevanz zu. Mit den bisherigen Vorgehensweisen und Werkzeugen aus dem B2C-Markt fehlte bislang Unternehmen dieses differenzierte Verständnis, womit die Auswirkungen der Übernahme relevanter Rollen auf die Veränderung des Wertschöpfungsnetzes nicht transparent nachvollzogen werden konnte. Unternehmen bietet das methodische Vorgehen in der vorliegenden Forschungsarbeit ein Analysewerkzeug, mit dem eigene Plattformstrategien in der Industrie strukturiert aufbereitet und Szenarien analysiert werden können.

Die vielseitigen geschäftlichen Potentiale für einen Plattformanwender werden in der Analyse der Plattformarchetypen aus der Perspektive eines produzierenden Unternehmens in Kapitel 6.3. mit vier Anwendungsfällen verdeutlicht. Unternehmen erhalten somit ein Rahmenwerk für ihre Wertschöpfungsnetz mit Optionen für den Einsatz der verschiedenen Plattformarchetypen innerhalb ihrer Wertschöpfungsketten inklusive einer Beschreibung der zu erwarteten Mehrwerte. Die Optimierungspotentiale erstrecken sich von der Produktentwicklung über die Produktion bis hin zum Vertrieb der Produkte und können zudem einen signifikanten Einfluss auf das bisherige oder ein neues Geschäftsmodell einnehmen. Im industriellen Kontext ist für Anwender einer Plattform ein umfangreicher Entscheidungs- und Abwägungsprozess für die Integration jedes einzelnen Plattformarchetyps erforderlich, der in Abhängigkeit von den Geschäftsentwicklungspotentialen sowie der strategischen Unternehmensausrichtung zu treffen ist. Im Vergleich hierzu werden im B2C-Markt Entscheidungen der Privatpersonen mit einer wesentlich geringeren Tragweite getroffen, weswegen ein strategisches Abwägen zur Übernahme einer bestimmten

Rolle in einem Wertschöpfungsnetz eines Plattformanbieters keiner strategischen Analyse bedarf. Insgesamt ist festzustellen, dass innerhalb einer Rolle im B2C-Markt eine deutlich größere Anzahl an Personen bzw. Unternehmen in der Nutzerrolle agieren als in der Industrie. Dadurch resultieren für Plattformanbieter im industriellen Markt im Vergleich zum B2C-Markt weitaus größere Herausforderungen in der Nutzerakquise, der Überzeugung der Potentiale sowie in der Erzeugung eines vergleichbaren Mehrwertes für Plattformnutzer. Insbesondere der Mehrwert für eine Befähigung zu einer Geschäftsanbahnung über eine Transaktionsplattform ist stark abhängig von der Marktgröße.

Das abschließend aus Kapitel 5.1 zu bewertende subjektive Abschlusskriterium, ob mithilfe der Plattformklassifizierung die Erklärbarkeit digitaler Plattformausprägungen gesteigert werden kann (Kriterium SK5), wird mit der erfolgreichen Ableitung und Erläuterung der Erkenntnisse in Kapitel 6 bestätigt. Insbesondere die wertschöpfungsorientierte Perspektive ermöglicht es, in der Erforschung der geschäftsrelevanten Faktoren digitaler Plattformen, wie Netzwerkeffekte oder Wertschöpfungsstrukturen, eine strukturierte Differenzierung und Analyse zu entwickeln und diese unabhängigen Drittpersonen aus Forschung und Industrie aufzuzeigen.

Als Fazit der Erkenntnisse der vorliegenden Forschungsarbeit kann auf Basis der entwickelten Plattformklassifizierung mit acht differenzierten Plattformarchetypen der heterogene Markt der industriellen, digitalen Plattformen eindeutig und trennscharf mit einer wertschöpfungsorientierten Perspektive beschrieben werden. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann somit die definierte Forschungsthese, dass digitale Plattformen in der produzierenden Industrie anhand einer wertschöpfungsorientierten Darstellung in verschiedene, trennscharfe Plattform-Muster klassifiziert werden können, bestätigt werden.



## **7 Zusammenfassung und Ausblick**

Amazon, Airbnb, Apple, Facebook, Google oder Uber – der enorme Erfolg von Unternehmen mit plattformbasierten Geschäftsmodellen verdeutlicht die Motivation für eine detaillierte, systematische Untersuchung von Plattformen. Insbesondere im Konsumentenmarkt konnten sich digitale Plattformen in zahlreichen Facetten des Alltags etablieren und dabei dominierende Marktstellungen erzielen. Aufgrund ihrer weitreichenden Auswirkungen auf Unternehmen, Märkte, Politik und Gesellschaft erhält die sogenannte Plattformökonomie zunehmende Aufmerksamkeit. Im industriellen Kontext zeichnet sich allerdings ein stark heterogenes Verständnis von Plattformen, plattformbasierten Geschäftsmodellen sowie Plattformmarktmechanismen ab. Da wissenschaftliche Erkenntnisse zu ökonomischen Prinzipien aus dem klassischen Produktgeschäft nicht direkt übertragbar sind und die Forschung zu digitalen Plattformen bisher vor allem den privaten Endkonsumentenmarkt adressierte, ist eine grundlegende und differenzierte Untersuchung digitaler Plattformen explizit für die produzierende Industrie notwendig. Weiterer Forschungsbedarf besteht zudem in der eindeutigen Klassifizierung der Plattformausprägungen sowie Marktmechanismen, die für ein fundiertes Verständnis geschäftlicher Zusammenhänge in der produzierenden Industrie erforderlich sind.

Die vorliegende Arbeit hat die Zielsetzung, die Forschungsthese, dass digitale Plattformen in der produzierenden Industrie mit einer wertschöpfungsorientierten Perspektive in verschiedene, trennscharfe Plattform-Muster klassifiziert werden können, zu überprüfen. Das Forschungsvorgehen beinhaltet zunächst die Darstellung des Standes der Technik und Forschung mit grundlegenden Begriffsabgrenzungen, der Erläuterung plattformspezifischer Charakteristiken, der Differenzierung von Plattformen im Endkundenmarkt gegenüber der Industrie sowie die Analyse existierender Klassifizierungsansätze. Nach der Erläuterung der Forschungsmethodik erfolgt im Kapitel 4 die Entwicklung der Klassifizierung digitaler Plattformen auf Basis wissenschaftlich fundierter Methoden und anhand eines empirischen Vorgehens mit 245 identifizierten Plattformausprägungen aus der produzierenden Industrie. Die Entwicklung der Plattformklassifizierung mit einer wertschöpfungsorientierten Perspektive resultiert in fünf Kategorien sowie zwölf Dimensionen mit insgesamt 52 differenten Charakteristiken. Daraus entsteht eine trennscharfe Differenzierung von acht verschiedenen Plattformarchetypen, in die alle identifizierten Platt-

formbeispiele der produzierenden Industrie aus einer wertschöpfungsorientierten Perspektive eingeordnet werden können. Als relevante Kriterien dienen Charakteristiken aus den folgenden Kategorien: Wertschöpfungsnetz, Kunden, Nutzenversprechen, Ertragsmechanik und Geschäftsmodellinnovation. Auf Basis konkreter Plattformbeispiele aus der Praxis sind neben der Rolle des Plattformanbieters sieben weitere abstrahierte Rollen definiert und ermöglichen eine visualisierte Modellierung der Wertschöpfungsnetze sowie der rollenspezifischen Beschreibung. Die acht identifizierten Plattformarchetypen sind als trennscharfe Muster formuliert und können mit Fokus auf das Wertversprechen wie folgt beschrieben werden:

Plattformarchetypen mit starkem Transaktionsfokus für einen zweiseitigen Markt stellen Vermittlungs-, E-Shop- und Content-Plattformen dar. Eine Vermittlungsplattform bietet zwei unabhängigen Akteuren die Vermittlung von Interaktionen, die eine Ausgestaltung und Abstimmung der Leistungsnachfrage sowie des Leistungsangebotes erfordert. Eine E-Shop-Plattform bietet den unkomplizierten Kauf und Verkauf von Assets zwischen zwei Akteuren, wobei die Leistungsangebote und deren Verfügbarkeiten bekannt sind und diese direkt gehandelt werden können. Die Content-Plattform stellt hingegen eine zentrale Infrastruktur zur Bereitstellung und Übermittlung digitaler Assets zwischen zwei Akteuren bereit und ist insbesondere für die Aufbereitung und die Abrufmöglichkeiten digitaler Assets verantwortlich. Hiervon grenzt sich der Plattformarchetyp Innovationsplattform ab, der als Wertversprechen weiteren Rollen im Wertschöpfungsnetz die Entwicklung und Nutzung von Produkt- und Serviceangeboten auf Basis der Innovationsplattform ermöglicht. Eine Kombination der Charakteristiken der Innovationsplattform sowie der Transaktionsplattformen bildet die Integrierte Plattform. Fundamentale Unterschiede hierzu zeigen die drei Plattformarchetypen Datenaustausch-, SCM- und Kollaborationsplattform auf, bei denen das Plattformangebot lediglich aus der Bereitstellung eines Service für eine Kundengruppe innerhalb eines einseitigen Marktes besteht.

Mit der wertschöpfungsorientierten Perspektive wurde erstmalig eine trennscharfe Klassifizierung digitaler Plattformen explizit für die produzierende Industrie entwickelt, die eine detaillierte Beschreibung der Ausprägungsformen auf Basis einer umfassenden Anzahl existierender Plattformbeispiele vornimmt. Somit kann die anfangs definierte Forschungsthese bestätigt werden. Die entwickelte Klassifizierung dient ferner als Basis für die Ableitung weiterführender Erkenntnisse zu Plattformmechanismen in Kapitel 6. Die Systematisierung spezifischer Netzwerkeffekttypen bei Plattfor-

men fokussiert erstmals differenzierbare Plattformdynamiken in der produzierenden Industrie. Auf Basis der Plattformbeispiele liefert die vorliegende Forschungsarbeit eine Definition von sieben einseitigen sowie zwei verschiedene zweiseitigen Netzwerkeffekttypen, die jeweils unterschiedliche Auslöser und Dynamiken enthalten. Eine Zuordnung zu den acht Plattformarchetypen zeigt zusätzlich die Differenzen zwischen den Archetypen und stellt Plattformanbietern eine Übersicht der potentiell adressierbaren Mechanismen dar. Dementsprechend dient die Auflistung der identifizierten industriellen Effekte als Basis für strategische Entscheidungen im Plattformdesign der Plattformanbieter in der Industrie.

Als Beitrag für die Praxis bietet die systematische Klassifizierung der Plattformausprägungen sowie der Plattformmechanismen einen strukturierten und einheitlich definierten Baukasten zur Einordnung und zum Verständnis digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie. Die Ergebnisse zeigen potentielle Wertversprechen, Einkommensströme sowie mögliche adressierbare Netzwerkeffekttypen für die strategische Ausrichtung eines aktuellen oder zukünftigen plattformbasierten Geschäftsmodells auf. Insbesondere die Tatsache, ob ein Plattformanbieter sein Angebot als eine Transaktions- oder Innovationsplattform mit einem grundsätzlichen zweiseitigen Markt, als eine Integrierte Plattform mit einem dreiseitigen Markt oder lediglich als Service in einem einseitigen Markt bereitstellt, führt zu jeweils verschiedenen Auswirkungen hinsichtlich potentieller Preisstrukturen, Marktdynamiken und Netzwerkeffekten. Der Einfluss auf die Wertschöpfungsnetze mit der Übernahme einzelner Rollen wird zudem in Kapitel 6.2 deutlich, indem konkrete Variationen der Archetypen aus Praxisbeispielen hinsichtlich der Veränderung der Marktseiten dargestellt, bewertet und Schlussfolgerungen in Bezug auf resultierende Netzwerkeffekte gezogen werden. Darüber hinaus zeigt die Kombination der Plattformarchetypen aus Anwendersicht in Kapitel 6.3 Potentiale für produzierende Unternehmen auf, wie verschiedene Plattformausprägungen in eigene Wertschöpfungsnetze integriert und Mehrwerte entstehen können. Die Forschungsergebnisse bieten ein Werkzeug, um ein einheitliches Plattformverständnis mit definierten Kriterien zu erzeugen, stellen Handlungsoptionen zur Auswahl und erläutern die resultierenden Auswirkungen auf das Plattformgeschäft. Da die Einordnung zu einem Plattformarchetyp keinen quantifizierbaren geschäftlichen Umsatz für Unternehmen garantiert, wurde in Zusammenarbeit mit einigen Plattformanbietern der Mehrwert der Forschungsergebnisse in Bezug auf ein vertieftes und strukturierteres Verständnis ihrer Handlungsoptionen von den Praxispartnern bestätigt.

Limitierend für den Forschungsansatz ist aufzuführen, dass die Forschungsergebnisse stark von der identifizierten Datenbasis und der wertschöpfungsorientierten Perspektive abhängig sind und dementsprechend die Klassifizierung und Schlussfolgerungen beeinflussen. Mit der Eingrenzung auf Plattformangebote mit einem gewissen Reifegrad sind aktuelle Forschungsprojekte oder zukünftig denkbare Plattformausprägungen nicht integriert. Zudem ist darauf hinzuweisen, dass aufgrund des fehlenden Datenzugriffs auf geschäftliche Resultate der Plattformanbieter sowie auf Kunden- und Wachstumszahlen keine Erfolgsprognosen oder ökonomische Abstufungen bzw. Bewertungen der Plattformarchetypen abzugeben sind. Einen weiteren limitierenden Faktor bilden die subjektiven Abschluss- und Evaluierungskriterien der Klassifizierung, die auf persönlichen und individuellen Erfahrungen der Befragten beruhen. Um diesen Einflussfaktor bestmöglich zu eliminieren, wurden die Forschungsergebnisse und Klassifikationen innerhalb nationaler- und internationaler Industriegremien diskutiert und Rückmeldungen berücksichtigt.

Ausblickend bieten die Forschungsergebnisse der Arbeit eine fundierte Grundlage, um darauf aufbauend in weiteren Untersuchungen spezifisch auf einzelne Plattformausprägungen einzugehen und Forschungserkenntnisse entsprechend einzuordnen. Beispielsweise können nun weiterführende Forschungsaktivitäten operative Maßnahmen und Strategien für die Wachstumsphase von Plattformen spezifisch für einzelne Plattformarchetypen in der Industrie entwickeln sowie mit quantitativen Analysen diese begründen. Hierbei besteht vorwiegend die Fragestellung, ob und welche Kombination der einzelnen Plattformarchetypen in industriellen Märkten geschäftlich erfolgsversprechend sind. Zudem bestehen aufgrund der aktuell noch hohen Anzahl kürzlich gestarteter Plattformangebote in der Industrie die weiteren Fragestellungen, welche Skalierungsgeschwindigkeit und -potentiale einzelne Plattformarchetypen im industriellen Kontext besitzen, inwieweit eine Skalierung für den Erfolg entscheidend ist und welche spezifischen Skalierungsstrategien einen geschäftlichen Erfolg versprechen. Hierbei gilt es insbesondere darauf hinzuweisen, dass einige der während der Forschungsarbeiten analysierten Plattformangebote mittlerweile nicht mehr am Markt existieren (z. B. AXOOM).

Zukünftig bleibt zu beobachten, inwieweit die Bestrebungen der Web3-Community [191] nach dezentralen Infrastrukturen für Geldtransfer, Datenaustausch oder auch Identitäten und Glaubwürdigkeit von Transaktionen Einfluss auf Plattformen in der produzierenden Industrie sowie deren Plattformentwicklung nehmen und damit gegebenenfalls neuartige Plattformarchetypen mit neuen Wirkmechanismen entstehen.

## **8 Summary and Outlook**

Amazon, Airbnb, Apple, Facebook, Google or Uber - the enormous success of companies with platform-based business models illustrates the motivation for a detailed research of platforms. In the consumer market in particular, digital platforms have established themselves in numerous facets of everyday life, with individual platform offerings achieving dominant market positions. In the ongoing process of far-reaching effects on companies, markets, politics and society, the so-called platform economy is receiving increasing attention both in research and among companies in the manufacturing industry. More and more companies are therefore beginning to develop different platforms and offer them on the market. In the industrial context, however, a very heterogeneous understanding of platforms, platform-based business models and platform market mechanisms is emerging. Since scientific findings on economic principles from the traditional product business are not directly transferable and research on digital platforms has so far primarily addressed the private consumer market, a fundamental and differentiated research of digital platforms explicitly for the manufacturing industry is necessary. Furthermore, there is the need for additional research regarding the precise classification of the occurring platform characteristics and market mechanisms, which are essential for a fundamental understanding of business in the manufacturing industry.

The objective of this thesis is to verify the research hypothesis that digital platforms in the manufacturing industry can be classified into different, distinct platform patterns based on a value-based perspective. The research approach initially includes the presentation of the state of the art and research with key definitions, the explanation of platform-specific characteristics, the differentiation of platforms in the end customer market compared to the industry and the analysis of existing classification approaches. After explaining the research methodology, chapter 4 develops the classification of digital platforms on the basis of scientific methods and using an empirical approach with 245 identified platform examples from the manufacturing industry.

The development of the platform classification with a value-based perspective leads to five categories and twelve dimensions with a total of 52 different characteristics. This provides a clear-cut differentiation of eight different platform archetypes, into which all identified platform examples of the manufacturing industry can be classified from a value based perspective. Characteristics from the categories of value network, customers, value

proposition, revenue mechanics and business model innovation serve as relevant criteria. Based on concrete platform examples from industry examples, seven further abstract roles are defined in addition to the role of the platform provider and enable a visualized modeling of the value creation networks as well as the role-specific description. The eight identified platform archetypes are formulated as clear-cut patterns and can be described as follows with a focus on the value proposition.

Platform archetypes with a strong transaction focus for a two-sided market are brokerage, e-shop and content platforms. A brokerage platform enables two independent market groups to mediate interactions that require the demand for and supply of assets to be structured and coordinated. An E-Shop Platform provides the convenient purchase and sale of assets between two players, whereby the assets can be traded directly and their availability is known. The content platform, on the other hand, provides a central infrastructure for the provision and transfer of digital assets between two players and is responsible in particular for the preparation and retrieval of digital assets. This is clearly distinguished from the innovation platform archetype, which, as a value proposition, enables other roles in the value network to develop and use product and service offerings based on the innovation platform. A combination of the innovation platform and the transaction platforms represents the integrated platform.

The three platform archetypes of data exchange, SCM and collaboration platforms, in which the platform offering consists solely of the provision of a service for a customer group within a one-sided market, show fundamental differences to those platform archetypes mentioned above. For the first time, the value based perspective has been used to develop a precise classification of digital platforms explicitly for the manufacturing industry, which provides a detailed description of the characteristics based on a comprehensive number of existing platform examples. The research thesis defined at the beginning can thus be confirmed.

The developed classification also serves as a basis for the assignment of platform mechanisms in chapter 6. The systematization of specific network effect types for platforms focuses for the first time on differentiable platform dynamics in the manufacturing industry. Based on the platform examples, seven one-sided and two different two-sided network effect types have been defined, each containing different drivers and dynamics. In addition, an assignment to the eight platform archetypes shows the differences between the archetypes. Furthermore, the list of identified industrial

effects serves as a foundation for strategic decisions in the platform design of platform providers in the industry.

As a contribution to industry, the systematic classification of platform characteristics and platform mechanisms provides a structured and consistent toolbox for the understanding of digital platforms in the manufacturing industry. The results show potential value propositions, income streams and possible addressed network effect types for the strategic orientation of a current or future platform-based business model for the target group of manufacturing companies. In particular, the fact whether a platform provider chooses to provide its offering as a transaction or innovation platform with a basic two-sided market, as an integrated platform with a three-sided market or merely as a service in a one-sided market leads to different implications in terms of potential price structures, market dynamics and network effects. The influence on the design of value networks with the adoption of individual roles is also made clear in chapter 6.2, in which specific variations of the archetypes from practical examples are presented and evaluated with regard to the change in market sides and conclusions are drawn with regard to the resulting network effects. While the sole classification of a platform offering into a platform archetype does not guarantee a direct quantifiable business turnover for companies, the added value generated by a deeper and more structured understanding of these was confirmed in cooperation with several platform providers.

The research results offer a framework for creating a uniform understanding of platforms with defined criteria, provide options for action and explain the resulting effects on the platform business. As the classification into a platform archetype does not guarantee quantifiable business revenue for companies, the added value of the research results was confirmed by several platform providers in cooperation with them through a deeper and more structured understanding of their options for business action.

A limitation of the research approach is that the research results are heavily dependent on the identified database and the value based perspective and therefore influence the classification and conclusions accordingly. The limitation to platform offerings with a certain degree of maturity does not include current research projects or conceivable future platform designs. It should also be noted that the lack of access to data on the business results of platform providers and on customer and growth figures means that it is not possible to make any predictions of success or economic classifications of the platform archetypes. Another limiting factor is the subjective conclusion and evaluation criteria of the classification, which are based on the

personal and individual experiences of the interviewees. In order to eliminate this influencing factor as far as possible, the research results and classifications were discussed within national and international industry committees and feedback was taken into account.

As an outlook, the research results of the thesis provide a profound basis for further studies to specifically address individual platform characteristics and classify research findings accordingly. For example, further research activities can now develop operational measures and strategies for the growth phase of platforms specifically for individual platform archetypes in the industry based on quantitative analysis. The main question here is whether and which combination of the individual platform archetypes is commercially promising in industrial markets. In addition, due to the currently still high number of recently launched platform offerings in industry, there are further questions regarding the scaling speed and potential of individual platform archetypes in an industrial context. In particular, to what extent scaling is decisive for success and which specific scaling strategies promise commercial success. In this context, it is particularly important to point out that some of the platform offerings analyzed during the research work no longer operate on the market (e.g. AXOOM).

In the future, it remains to observe to what level the efforts of the Web3 community [191] for decentralized infrastructures for money transfer, data exchange or even identities and credibility will influence platforms in the manufacturing industry and their platform development, possibly resulting in new types of platform archetypes with new platform mechanisms.

# Literaturverzeichnis

- [1] REUVER, M. de, C. SØRENSEN und R.C. BASOLE. The Digital Platform: A Research Agenda [online]. *Journal of Information Technology*, 2018, 33(2), S. 124-135. ISSN 0268-3962. Verfügbar unter: doi:10.1057/s41265-016-0033-3
- [2] PWC. *Ranking der 100 wertvollsten Unternehmen 2022 nach Marktkapitalisierung* [online], 2022 [Zugriff am: 15. Dezember 2023]. Verfügbar unter: <https://www.pwc.de/de/deals/ranking-der-100-wertvollsten-unternehmen-2022-nach-marktkapitalisierung.html>
- [3] SCHMIDT, H. und H. HOSSEINI. *Wert der Top-100 Plattformen steigt auf 15,5 Billionen Dollar* [online] [Zugriff am: 4. August 2023]. Verfügbar unter: <https://www.platformeconomy.com/blog/wert-der-top-100-plattformen-steigt-auf-15-5-billionen-dollar>
- [4] STATISTISCHES BUNDESAMT. *Bruttoinlandsprodukt (BIP) in Deutschland von 1991 bis 2022* [online], 2023 [Zugriff am: 5. April 2023]. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1251/umfrage/entwicklung-des-bruttoinlandsprodukts-seit-dem-jahr-1991/>
- [5] KENNEY, M. und J. ZYSMAN. The Rise of the Platform Economy. *Issues in science and technology*, 2016, 32, S. 61-69
- [6] EL SAWY, O.A. und F. PEREIRA. Digital Business Models: Review and Synthesis. In: O.A. EL SAWY und F. PEREIRA, Hg. *Business Modelling in the Dynamic Digital Space*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, S. 13-20. ISBN 978-3-642-31764-4
- [7] STATISTA. *Kennzahlen der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes* [online], 2022 [Zugriff am: 12. April 2023]. Verfügbar unter: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/\\_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/_inhalt.html)
- [8] BRETTTEL, M., N. FRIEDERICHSEN, M. KELLER und M. ROSENBERG. How Virtualization, Decentralization And Network Building Change The Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective [online], 2014. Verfügbar unter: doi:10.5281/ZENODO.1336426

- [9] ACATECH. *Smart Service Welt* [online]. *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft*, 2015 [Zugriff am: 12. April 2023]. Verfügbar unter: <https://www.acatech.de/publikation/abschlussbericht-smart-service-welt-umsetzungsempfehlungen-fuer-das-zukunftsprojekt-internetbasierte-dienste-fuer-die-wirtschaft/>
- [10] BRUHN, M. und K. HADWICH, Hg. *Dienstleistungen 4.0*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2017. ISBN 978-3-658-17551-1
- [11] BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN INDUSTRIE E.V. *Deutsche digitale B2B-Plattformen* [online]. 2021 [Zugriff am: 6. April 2023]. Verfügbar unter: <https://bdi.eu/publikation/news/deutsche-digitale-b2b-plattformen-2021>
- [12] HEINICK, H., M. MERTENS, J. CZOCK und V. GRIMM. *B2B-Marktmonitor 2022. E-Commerce-Umsätze, Unternehmen & Trends im B2B-Internethandel*, 2022
- [13] BROHAN, M. und J. SMITH. *B2B marketplaces keep accelerating sales* [online], 2023 [Zugriff am: 6. April 2023]. Verfügbar unter: <https://www.digitalcommerce360.com/2023/02/07/b2b-marketplaces-keep-accelerating-sales/>
- [14] RIEMENSPERGER, F. und S. FALK. How to capture the B2B platform opportunity [online]. *Electronic Markets*, 2020, 30(1), S. 61-63. ISSN 1019-6781. Verfügbar unter: doi:10.1007/s12525-019-00390-7
- [15] ENGELS, G., C. PLASS und F.J. RAMMIG, Hg. *IT-Plattformen für die Smart Service Welt. Verständnis und Handlungsfelder*. München: Herbert Utz Verlag GmbH, 2017. acatech Diskussion. ISBN 978-3-8316-4615-9
- [16] DORST, W., S. FALK, M. HOFFMANN, S. LEHMANN-BRAUNS, U. LÖWEN, C. PLASS, C. POLENZ, T. POSSELT, C. RIPPERDA, F. SCHMIDT und L. UNKELHÄUßER. *Digitale Geschäftsmodelle für die Industrie 4.0*. Berlin, 2019
- [17] PARKER, G., M. VAN ALSTYNE und S.P. CHOUDARY. *Platform Revolution*. New York: Norton & Company, 2016. ISBN 9783958455207
- [18] SHAUGHNESSY, H. Harnessing platform-based business models to power disruptive innovation [online]. *Strategy & Leadership*,

- 2016, 44(5), S. 6-14. ISSN 1087-8572. Verfügbar unter:  
doi:10.1108/SL-07-2016-0061
- [19] EISENMANN, T.R., G. PARKER und M. VAN ALSTYNE. Strategies for Two-Sided Markets. *Harvard business review*, 2006, 84(10), S. 92-101
- [20] BOUDREAU, K.J. und A. HAGIU. Platform rules: multi-sided platforms as regulators. In: *Platforms, markets and innovation*. Cheltenham, U.K: Edward Elgar, 2009, 163-191. ISBN 9781849803311
- [21] SWANSON und RAMILLER. Innovating Mindfully with Information Technology [online]. *MIS Quarterly*, 2004, 28(4), S. 553. ISSN 02767783. Verfügbar unter: doi:10.2307/25148655
- [22] MATZNER, M., T. PAULI, E. MARX, J. ANKE, J. POEPPELBUSS, E. FIELT, S. GREGOR, R. SUN, K.M. HYDLE, T.H. AAS, M. AANESTAD, J. GORDIJN, F. KAYA und R. WIERINGA. Transitioning to Platform-based Services and Business Models in a B2B Environment [online]. *Journal of Service Management Research*, 2021, 5(3), S. 143-162. ISSN 2511-8676. Verfügbar unter: doi:10.15358/2511-8676-2021-3-143
- [23] BMWI. *Die volkswirtschaftliche Bedeutung von digitalen B2B-Plattformen im Verarbeitenden Gewerbe*. Berlin, September 2019
- [24] PFLAUM, A. und C. FISCHER. Von der Pipeline zur Plattform. In: P. ULRICH und B. BALTZER, Hg. *Wertschöpfung in der Betriebswirtschaftslehre*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019, S. 409-430. ISBN 978-3-658-18572-5
- [25] PAULI, T., E. FIELT und M. MATZNER. Digital Industrial Platforms [online]. *Business & Information Systems Engineering*, 2021, 63, S. 181-190. ISSN 2363-7005. Verfügbar unter: doi:10.1007/s12599-020-00681-w
- [26] PFEIFER, W., Hg. *Etymologisches Wörterbuch des Deutschen*. Lahnstein: Edition Kramer in der Rhenania Verlagsgesellschaft mbH, 2018. ISBN 3941960032
- [27] CUSUMANO, M.A., A. GAWER und D.B. YOFFIE. *The business of platforms. Strategy in the age of digital competition, innovation, and power*. First edition. New York NY: Harper Business, 2019. ISBN 9780062896322

- [28] WHEELWRIGHT, S.C. und K.B. CLARK. Creating project plans to focus product development. *Harvard business review*, 1992, 70(2), S. 70-82
- [29] MEYER, M.H. und A.P. LEHNERD. *The Power of Product Platforms*. Riverside: Free Press, 1997. ISBN 978-1-4516-5530-8
- [30] ROCHE, J.-C. und J. TIROLE. Platform Competition in Two-Sided Markets. *Journal of the European Economic Association*, 2003, 1(4), S. 990-1029
- [31] TAUDES, A. und M. FEURSTEIN. Options Analysis of Software Platform Decisions: A Case Study. *Management Information Systems Research Center*, 2000, 24(2), S. 227-243
- [32] THOMAS, L.D.W., E. AUTIO und D.M. GANN. Architectural Leverage: Putting Platforms in Context [online]. *Academy of Management Perspectives*, 2014, 28(2), S. 198-219. ISSN 1558-9080. Verfügbar unter: doi:10.5465/amp.2011.0105
- [33] GAWER, A. Bridging differing perspectives on technological platforms: Toward an integrative framework [online]. *Research Policy*, 2014, 43(7), S. 1239-1249. ISSN 00487333. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.respol.2014.03.006
- [34] TIWANA, A., B. KONSYNISKI und A.A. BUSH. Research Commentary —Platform Evolution: Coevolution of Platform Architecture, Governance, and Environmental Dynamics [online]. *Information Systems Research*, 2010, 21(4), S. 675-687. ISSN 1047-7047. Verfügbar unter: doi:10.1287/isre.1100.0323
- [35] BALDWIN, C.Y. und C.J. WOODARD. The Architecture of Platforms: A Unified View. In: A. GAWER, Hg. *Platforms, markets and innovation*. Cheltenham, U.K: Edward Elgar, 2009, S. 19-44. ISBN 9781849803311
- [36] LANGLOIS, R.N. Modularity in technology and organization. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2002, 49(1), S. 19-37
- [37] KRAUS, P.K. *Plattformstrategien - Realisierung einer varianz- und kostenoptimierten Wertschöpfung*. Dissertation. Erlangen, 2005
- [38] RAUEN, H., R. GLATZ, V. SCHNITTNER, K. PETERS, M. SCHORAK, M. ZOLLENKOP, M. LÜERS und L. BECKER.

*Plattformökonomie im Maschinenbau. Herausforderungen, Chancen, Handlungsoptionen.* München, April 2018

- [39] SCHILLING, M.A. Technology success and failure in winner-take-all markets: The impact of learning orientation, timing, and network externalities. *Academy of Management Journal*, 2002, 45(2), S. 387-398
- [40] BOUDREAU, K.J. und L.B. JEPPESEN. Unpaid crowd comple-  
mentors: The platform network effect mirage [online]. *Strategic  
Management Journal*, 2015, 36(12), S. 1761-1777. ISSN 0143-2095.  
Verfügbar unter: doi:10.1002/smj.2324
- [41] BEVERUNGEN, D., D. KUNDISCH und N. WÜNDERLICH.  
Transforming into a platform provider: strategic options for in-  
dustrial smart service providers [online]. *Journal of Service Man-  
agement*, 2021, 32(4), S. 507-532. ISSN 1757-5818. Verfügbar unter:  
doi:10.1108/JOSM-03-2020-0066
- [42] MUZELLEC, L., S. RONTEAU und M. LAMBAKIN. Two-sided In-  
ternet platforms: A business model lifecycle perspective [online].  
*Industrial Marketing Management*, 2015, 45, S. 139-150. Verfügbar  
unter: doi:10.1016/j.indmarman.2015.02.012
- [43] MÜLLER, H.-E. *Digitale Technologien* [online], 2018 [Zugriff am:  
5. Juli 2023]. Verfügbar unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/digitale-technologien-54127/version-277181>
- [44] GÖPFERT, I. und M. SCHULZ. Strategien des Variantenmanage-  
ments als Bestandteil einer logistikgerechten Produktentwick-  
lung – Eine Untersuchung am Beispiel der Automobilindustrie.  
In: I. GÖPFERT, D. BRAUN und M. SCHULZ, Hg. *Automobillogis-  
tik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2013, S. 193-  
205. ISBN 978-3-658-01581-7
- [45] PARKER, G.G. und M.W. VAN ALSTYNE. Two-Sided Network  
Effects: A Theory of Information Product Design [online]. *Ma-  
nagement Science*, 2005, 51(10), S. 1494-1504. ISSN 0025-1909.  
Verfügbar unter: doi:10.1287/mnsc.1050.0400
- [46] FENG, H., Z. JIANG, M. LI und N. FENG. First- or Second-Mover  
Advantage. The Case of IT-Enabled Platform Market [online].  
*MIS Quartely*, 2020, 44(3), S. 1107-1141. Verfügbar unter:  
doi:10.25300/MISQ/2020/15273

- [47] PARKER, G., M. VAN ALSTYNE und X. JIANG. Platform ecosystems: how developers invert the firm [online]. *MIS Quartely*, 2017, **41**(1), S. 255-266. Verfügbar unter: doi:10.25300/MISQ/2017/41.1.13
- [48] COZZOLINO, A., L. CORBO und P. AVERSA. Digital platform-based ecosystems: The evolution of collaboration and competition between incumbent producers and entrant platforms [online]. *Journal of Business Research*, 2021, **126**, S. 385-400. ISSN 01482963. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.jbusres.2020.12.058
- [49] MOORE, J. Predators and Prey: A New Ecology of Competition. *Harvard business review*, 1999, **71**, S. 75-86
- [50] XUE, C., W. TIAN und X. ZHAO. The Literature Review of Platform Economy [online]. *Scientific Programming*, 2020, **2020**, S. 1-7. ISSN 1058-9244. Verfügbar unter: doi:10.1155/2020/8877128
- [51] KENNEY, M., P. ROUVINEN, T. SEPPÄLÄ und J. ZYSMAN. Platforms and industrial change [online]. *Industry and Innovation*, 2019, **26**(8), S. 871-879. ISSN 1366-2716. Verfügbar unter: doi:10.1080/13662716.2019.1602514
- [52] RIETVELD, J. und M.A. SCHILLING. Platform Competition: A Systematic and Interdisciplinary Review of the Literature [online]. *Journal of Management*, 2021, **47**(6), S. 1528-1563. ISSN 0149-2063. Verfügbar unter: doi:10.1177/0149206320969791
- [53] PORTER, M.E. *Competitive advantage. Creating and sustaining superior performance*. New York: Free Press, 1998. ISBN 0-684-84146-0
- [54] HALLER, A. *Wertschöpfungsrechnung: ein Instrument zur Steigerung der Aussagefähigkeit von Unternehmensabschlüssen im internationalen Kontext*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1997. Finanzwirtschaftliche Führung von Unternehmen. ISBN 3-7910-1150-2
- [55] LINGNAU, V. und F. BEHAM. Das erwerbswirtschaftliche Prinzip neu definiert – Wertschöpfung als Alternative zur traditionellen Gewinn- bzw. Shareholder Value-Orientierung. In: P. ULRICH und B. BALZER, Hg. *Wertschöpfung in der Betriebswirtschaftslehre*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019, S. 27-50. ISBN 978-3-658-18572-5

- [56] RUTHERFORD, B.A. Value Added as a Focus of Attention for Financial Reporting: Some Conceptual Problems [online]. *Accounting and Business Research*, 1977, 7(27), S. 215-220. ISSN 0001-4788. Verfügbar unter: doi:10.1080/00014788.1977.9728707
- [57] STURGEON, T.J. How do we define value chains and production networks? [online]. *IDS bulletin*, 2001, 32(3), S. 9-18. Verfügbar unter: doi:10.1111/j.1759-5436.2001.mp32003002.x
- [58] NORMANN, R. und R. RAMÍREZ. From value chain to value constellation: designing interactive strategy. *Harvard business review*, 1993, 71(4), S. 65-77
- [59] PEPPARD, J. und A. RYLANDER. From Value Chain to Value Network [online]. *European Management Journal*, 2006, 24(2-3), S. 128-141. ISSN 02632373. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.emj.2006.03.003
- [60] BRANDT, VERONIKA und K. KORDEL. Wertschöpfungsnetzwerke im Internet der Dinge. In: S. MEINHARDT und A. PFLAUM, Hg. *Digitale Geschäftsmodelle – Band 1*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019. ISBN 978-3-658-26313-3
- [61] ALLEE, V. Value network analysis and value conversion of tangible and intangible assets [online]. *Journal of Intellectual Capital*, 2008, 9(1), S. 5-24. ISSN 1469-1930. Verfügbar unter: doi:10.1108/14691930810845777
- [62] STENGEL, R. *Gestaltung von Wertschöpfungsnetzwerken*. Gabler Edition Wissenschaft. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag, 1999. Unternehmensführung & Controlling. ISBN 9783824469062
- [63] KAGERMANN, H., F. RIEMENSPERGER, B. LEUKERT, W. WAHLSTER, S. FALK, J. WINTER, E. ALIHODZIC, E. ERICHSON, J. SEDLMEIR und P. THORBRIETZ. *Smart Service Welt 2018. Wo stehen wir? Wohin gehen wir?* München, 2018
- [64] PLATTFORM INDUSTRIE 4.0. *Digitale Ökosysteme in der Industrie. Typologie, Beispiele und zukünftige Entwicklungen*. Berlin, 2021
- [65] CHRONÉER, D., JOHANSSON JEANETH, M. NILSSON und M. RUNDARDOTTER. Digital Platform Ecosystems – from information transactions to collaboration impact, 2017

- [66] PETRIK, D. *Management der Zufriedenheit der Wertschöpfungs-partner auf Basis der Boundary Resources im IIoT*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint Springer Gabler, 2022. Springer eBook Collection. ISBN 978-3-658-37459-4
- [67] OKS, S.J., M. SCHYMANIETZ, M. JALOWSKI, T. POSSELT und A. ROTH. Integrierte Entwicklung smarter Produkt-Service-Sys-teme. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Smart Services*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2022, S. 309-331. ISBN 978-3-658-37343-6
- [68] LIN, S.-W., B. MILLER, J. DURAND, G. BLEAKLEY, A. CHIGANI, R. MARTIN, B. MURPHY und M. CRAWFORD. *The Industrial Internet of Things Volume G1: Reference Architecture* [online], 2019. 19 Juni 2019 [Zugriff am: 17. Mai 2023]. Verfügbar unter: <https://www.iiconsortium.org/pdf/IIRA-v1.9.pdf>
- [69] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. *Indus-trial-process measurement, control and automation – Smart manufacturing - Part 2: Use cases*. ISBN 978-2-8322-4629-0
- [70] GATTERBURG, A., U. LÖWEN, M. RENTSCHLER, B. VOJANEC und T. RÖHRL. *LNI Testbed Edge Management - Usage View*. Berlin, 2020
- [71] TEECE, D.J. Business Models, Business Strategy and Innovation [online]. *Long Range Planning*, 2010, 43(2-3), S. 172-194. ISSN 00246301. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.lrp.2009.07.003
- [72] OSTERWALDER, A. und Y. PIGNEUR. *Business model genera-tion. A handbook for visionaries, game changers, and challengers*. Hoboken, N.J.: Wiley, 2010. ISBN 9780470876411
- [73] GAASSMANN, O., K. FRANKENBERGER und M. CSIK. *Geschäfts-modelle entwickeln. 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator*. 2. Auflage. München: Hanser, 2017. ISBN 3446451757
- [74] TÄUSCHER, K. und S.M. LAUDIEN. Understanding platform business models: A mixed methods study of marketplaces [online]. *European Management Journal*, 2018, 36(3), S. 319-329. ISSN 02632373. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.emj.2017.06.005
- [75] ARDOLINO, M., N. SACCANI, F. ADRODEGARI und M. PERONA. A Business Model Framework to Characterize Digital

- Multisided Platforms [online]. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2020, 6(1), S. 10. Verfügbar unter: doi:10.3390/joitmc6010010
- [76] REILLIER, L.C. und B. REILLIER. *Platform strategy. How to unlock the power of communities and networks to grow your business*. London: Routledge Taylor & Francis Group, 2017. ISBN 9781317085508
- [77] HERDA, N., K. FRIEDRICH und S. RUF. Plattformökonomie als Game-Changer. Wie digitale Plattformen unsere Wirtschaft verändern: Eine strategische Analyse der Plattformökonomie. *Strategie Journal*, 2018, (03), S. 2-18
- [78] SILLER, H. Prozess-Controlling: Den Strom der Wertschöpfung unter Kontrolle halten. In: R. ESCHENBACH, J. BAUMÜLLER und H. SILLER, Hg. *Funktions-Controlling*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2021, S. 455-491. ISBN 978-3-658-33117-7
- [79] TIWANA, A. *Platform ecosystems. Aligning architecture, governance, and strategy*. Amsterdam: MK, 2014. ISBN 9780124080669
- [80] JAEKEL, M. *Die Macht der Digitalen Plattformen. Wegweiser Im Zeitalter Einer Expandierenden Digitalsphäre und Künstlicher Intelligenz*. Wiesbaden: Vieweg, 2017. ISBN 978-3-658-19177-1
- [81] JACOBIDES, M.G., A. SUNDARARAJAN und M. VAN ALSTYNE. *Digital Platforms and Ecosystems: Enabling the Digital Economy*. Cologny/Geneva, 2019
- [82] ZHAO, Y., S. von DELFT, A. MORGAN-THOMAS und T. BUCK. The evolution of platform business models: Exploring competitive battles in the world of platforms [online]. *Long Range Planning*, 2020, 53(4), S. 101892. ISSN 00246301. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.lrp.2019.101892
- [83] ENGELHARDT, S. von, L. WANGLER und S. WISCHMANN. *Eigenschaften und Erfolgsfaktoren digitaler Plattformen*. Berlin, 2017
- [84] HOFFMANN, M., C. SCHRÖDER und P. PASING. *Digitale B2B-Plattformen. Status quo und Perspektiven der Industrie in Deutschland*. Bonn, 2021
- [85] GAWER, A. und M.A. CUSUMANO. Industry Platforms and Eco-system Innovation [online]. *Journal of Product Innovation*

- Management*, 2014, 31(3), S. 417-433. ISSN 07376782. Verfügbar unter: doi:10.1111/jpim.12105
- [86] MODY, M., J. WIRTZ, K.K. FUNG SO, H.H. CHUN und S.Q. LIU. Two-directional convergence of platform and pipeline business models [online]. *Journal of Service Management*, 2020, 31(4), S. 693-721. ISSN 1757-5818. Verfügbar unter: doi:10.1108/JOSM-11-2019-0351
- [87] EVANS, D.S. The Antitrust Economics of Multi-Sided Platform Markets [online]. *Yale Journal on Regulation*, 2003, 20(2), S. 325-381. Verfügbar unter: doi:10.2139/ssrn.332022
- [88] HAGIU, A. und J. WRIGHT. Multi-sided platforms [online]. *International Journal of Industrial Organization*, 2015, 43, S. 162-174. ISSN 01677187. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.ijindorg.2015.03.003
- [89] DEWENTER, R., J. RÖSCH und A. TERSCHÜREN. Abgrenzung zweiseitiger Märkte am Beispiel von Internetsuchmaschinen. *Diskussionspapier*, 2014, (151), S. 1-24
- [90] RYSMAN, M. The Economics of Two-Sided Markets [online]. *Journal of Economic Perspectives*, 2009, 23(3), S. 125-143. ISSN 0895-3309. Verfügbar unter: doi:10.1257/jep.23.3.125
- [91] ARMSTRONG, M. Competition in Two-Sided Markets [online]. *The RAND Journal of Economics*, 2006, 37(3), S. 668-691. ISSN 1756-2171. Verfügbar unter: doi:10.1111/j.1756-2171.2006.tb00037.x
- [92] ZHU, F. und M. IANSITI. Entry into platform-based markets [online]. *Strategic Management Journal*, 2012, 33(1), S. 88-106. ISSN 0143-2095. Verfügbar unter: doi:10.1002/smj.941
- [93] ROCHE, J.-C. und J. TIROLE. Two-sided markets: a progress report [online]. *The RAND Journal of Economics*, 2006, 37(3), S. 645-667. ISSN 1756-2171. Verfügbar unter: doi:10.1111/j.1756-2171.2006.tb00036.x
- [94] EVANS, D.S. Some Empirical Aspects of Multi-sided Platform Industries [online]. *Review of Network Economics*, 2003, 2(3), S. 191-209. Verfügbar unter: doi:10.2139/ssrn.447981
- [95] CHAILLAUD, B. und B. JULLIEN. Chicken & Egg: Competition among Intermediation Service Providers [online]. *The RAND Journal of Economics*, 2003, 34(2), S. 309-328. ISSN 1756-2171. Verfügbar unter: doi:10.2307/1593720

- [96] VAN DER AALST, W., O. HINZ und C. WEINHARDT. Big Digital Platforms [online]. *Business & Information Systems Engineering*, 2019, 61(6), S. 645-648. ISSN 2363-7005. Verfügbar unter: doi:10.1007/s12599-019-00618-y
- [97] SHAPIRO, C. und H.R. VARIAN. *Information Rules. A Strategic Guide to the Network*. Boston: Harvard Business Review Press, 1999. ISBN 978-0-87584-863-1
- [98] KATZ, M.L. und C. SHAPIRO. Technology Adoption in the Presence of Network Externalities [online]. *Journal of Political Economy*, 1986, 94(4), S. 822-841. Verfügbar unter: doi:10.1086/261409
- [99] CURRIER, J. *Viral Effects Are Not Network Effects* [online], 2020 [Zugriff am: 9. Dezember 2023]. Verfügbar unter: <https://www.nfx.com/post/viral-effects-vs-network-effects/>
- [100] BELLEFLAMME, P. und M. PEITZ. Platforms and network effects [online]. *Handbook of Game Theory and Industrial Organization*, 2016. Verfügbar unter: doi:10.13140/RG.2.2.35908.83848
- [101] COLLINS, J.C. *Good to great. Why some companies make the leap ... and others don't*. New York, NY: HarperBusiness, 2001. ISBN 9780066620992
- [102] COLLINS, J.C. *Turning the flywheel. A monograph to accompany good to great : why some companies build momentum... and others don't*. First edition. New York, NY: HarperCollins Publishers, 2019. ISBN 0062933795
- [103] OBERMAIER, R. und P. MOSCH. Digitale Plattformen – Klassifizierung, ökonomische Wirkungslogik und Anwendungsfälle in einer Industrie 4.0. In: R. OBERMAIER, Hg. *Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation. Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen*, 2019, S. 379-417. ISBN 978-3-658-24575-7
- [104] LI, Z. und T. PÉNARD. The Role of Quantitative and Qualitative Network Effects in B2B Platform Competition [online]. *SSRN Electronic Journal*, 2013. Verfügbar unter: doi:10.2139/ssrn.2187519
- [105] KATZ, M.L. und C. SHAPIRO. Network Externalities, Competition, and Compatibility. *The American Economic Review*, 1985, 75(3), S. 424-440

- [106] CURRIER, J. *The Network Effects Manual: 16 Different Network Effects - 2022* [online], 2021 [Zugriff am: 5. August 2023]. Verfügbar unter: <https://www.nfx.com/post/network-effects-manual/>
- [107] GREGORY, R.W., O. HENFRIDSSON, E. KAGANER und H. KYRIAKOU. The Role of Artificial Intelligence and Data Network Effects for Creating User Value [online]. *Academy of Management Review*, 2021, **46**(3). Verfügbar unter: doi:10.5465/amr.2019.0178
- [108] TURCK, M. *The Power of Data Network Effects* [online], 2016 [Zugriff am: 5. August 2023]. Verfügbar unter: <https://mattturck.com/the-power-of-data-network-effects/>
- [109] MCINTYRE, D.P. und A. SRINIVASAN. Networks, platforms, and strategy: Emerging views and next steps [online]. *Strategic Management Journal*, 2017, **38**(1), S. 141-160. ISSN 0143-2095. Verfügbar unter: doi:10.1002/smj.2596
- [110] PAULI, T., E. MARX und M. MATZNER. Leveraging Industrial IoT Platform Ecosystems: Insights from the Complementors' Perspective [online]. *Proceedings of the 28th European Conference on Information Systems (ECIS)*, 2020. Verfügbar unter: [https://aisel.aisnet.org/ecis2020\\_rp/77/](https://aisel.aisnet.org/ecis2020_rp/77/)
- [111] KREUTZER, R.T., A. RUMLER und B. WILLE-BAUMKAUFF. Charakterisierung von B2B-Märkten. In: R.T. KREUTZER, A. RUMLER und B. WILLE-BAUMKAUFF, Hg. *B2B-Online-Marketing und Social Media*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015, S. 13-20. ISBN 978-3-658-04694-1
- [112] BOGNER, E., U. LÖWEN und J. FRANKE. Bedeutung der zukünftigen Produktion kundenindividueller Produkte in Losgröße 1. In: *Interdisziplinäre Perspektiven zur Zukunft der Wertschöpfung*: Springer Gabler, Wiesbaden, 2018, S. 63-75. ISBN 978-3-658-20265-1
- [113] RĒKLAITIS, K. und L. PILELIENĖ. Principle Differences between B2B and B2C Marketing Communication Processes [online]. *Management of Organizations: Systematic Research*, 2019, **81**(1), S. 73-86. Verfügbar unter: doi:10.1515/mosr-2019-0005
- [114] BACKHAUS, K. und M. VOETH, Hg. *Handbuch Business-to-Business-Marketing. Grundlagen, Geschäftsmodelle, Instrumente des*

- Industriegütermarketing.* 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler, 2015. ISBN 978-3-8349-4680-5
- [115] KLEINALTENKAMP, M. und S. SAAB, Hg. *Technischer Vertrieb*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009. ISBN 978-3-540-79532-2
- [116] SAHA, S.K., A. AMAN, S. HOSSAIN, A. ISLAM und R.S. RODELA. A Comparative Study On B2B Vs. B2C Based On Asia Pacific Region. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2014, 3, S. 294-298
- [117] DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS OF THE UNITED NATIONS. *International Standard industrial classification of all economic activities (ISIC)*. Rev. 4. New York: United Nations, 2008. Statistical papers. Series M. no. 4, re 4. ISBN 9789211615180
- [118] VDI/VDE-GESELLSCHAFT MESS- UND AUTOMATISIERUNGSTECHNIK. *Industrie 4.0. Statusreport Wertschöpfungsketten*. Düsseldorf, 2014
- [119] DOMBROWSKI, U., P. KRENKEL und C. LÖFFLER. Strategisches Produktionsmanagement. In: U. DOMBROWSKI und P. KRENKEL, Hg. *Ganzheitliches Produktionsmanagement*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2021, S. 19-87. ISBN 978-3-662-62451-7
- [120] FRIEDERICI, N., T. KRELL, P. MEIER, F. BRAESEMANN und F. STEPHANY. *Plattforminnovation im Mittelstand. Hindernisse und Gelingensbedingungen für kooperative Ansätze kleiner und mittlerer Unternehmen in datenbasierten Märkten und Branchen*. Berlin, 2020
- [121] HAUCAP, J. Plattformökonomie und Wettbewerb. In: P. KENNING, A. OEHLER und L.A. REISCH, Hg. *Verbraucherwissenschaften*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2021, S. 423-454. ISBN 978-3-658-29934-7
- [122] DREWEL, M., L. ÖZCAN, C. KOLDEWEY und J. GAUSEMEIER. Pattern-based development of digital platforms [online]. *Creativity and Innovation Management*, 2020. ISSN 0963-1690. Verfügbar unter: doi:10.1111/caim.12415
- [123] ACS, Z.J., A.K. SONG, L. SZERB, D.B. AUDRETSCH und É. KOMLÓSI. The evolution of the global digital platform economy:

- 1971–2021 [online]. *Small Business Economics*, 2021. ISSN 0921-898X. Verfügbar unter: doi:10.1007/s1187-021-00561-x
- [124] DREWEL, M. und J. GAUSEMEIER. Digital B2B-Platforms and how to Find the Right one. In: *Proceedings of 13th European Conference on Innovation and Entrepreneurship*: acpil, 2018, S. 926-936
- [125] GOODWIN, T. *The Battle Is For The Customer Interface* [online], 2015 [Zugriff am: 20. Dezember 2023]. Verfügbar unter: <https://techcrunch.com/2015/03/03/in-the-age-of-disintermediation-the-battle-is-all-for-the-customer-interface/>
- [126] EVANS, D.S. und R. SCHMALENSEE. *Matchmakers. The new economics of multisided platforms*. Boston: Harvard Business Review Press, 2016. ISBN 9781633691735
- [127] CEN, Y., J. ZHANG, G. WANG, Y. QIAN, C. MENG, Z. DAI, H. YANG und J. TANG. Trust Relationship Prediction in Alibaba E-Commerce Platform [online]. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 2020, **32**(5), S. 1024-1035. ISSN 1041-4347. Verfügbar unter: doi:10.1109/tkde.2019.2893939
- [128] KAUSHIK, K., R. MISHRA, N.P. RANA und Y.K. DWIVEDI. Exploring reviews and review sequences on e-commerce platform: A study of helpful reviews on Amazon.in [online]. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 2018, **45**, S. 21-32. ISSN 0969-6989. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.jretconser.2018.08.002
- [129] ZVEI. *Chancenkompass Datenwirtschaft. Orientierungshilfe für datenbasierte Geschäftsmodelle in der Elektroindustrie*. Frankfurt am Main, 2019
- [130] WORTMANN, F. und M. DREWEL. Developing and Evaluating Concepts for a Digital Platform. In: Jain, K.; Sangle, S.; Gupta, R.; Persis, J.; Mukundan, R. (Hrsg.): *IAMOT 2019 – Proceedings of the 28th International Association for Management of Technology Conference*: IAMOT, 2019, 647-660
- [131] PETRIK, D. und G. HERZWURM. Towards an Understanding of iIoT Ecosystem Evolution - MindSphere Case Study. In: S. HYRYNSALMI, M. SUORANTA, A. NGUYEN-DUC, P. TYRVÄINEN und P. ABRAHAMSSON, Hg. *Software Business*. Cham: Springer Nature, 2020, S. 46-54. ISBN 978-3-030-33741-4

- [132] BREMER, M. Welchen Nutzen haben digitale Plattformen? [online]. *IT&Production IoT Internet of Things*, 2019, (Ausgabe 2019/2020), S. 16-17. Verfügbar unter: <https://www.it-production.com/industrie-4-0-iot/fuer-ein-besseres-produkt/>
- [133] LÜTTENBERG, H., D. BEVERUNGEN, M. PONIATOWSKI, D. KUNDISCH und N.V. WÜNDERLICH. Drei Strategien zur Etablierung digitaler Plattformen in der Industrie [online]. *Wirtschaftsinformatik & Management*, 2021, **13**(2), S. 120-131. ISSN 1867-5905. Verfügbar unter: doi:10.1365/s35764-021-00324-z
- [134] WORTMANN, F., K. ELLERMANN, A. KÜHN und R. DUMITRESCU. Ideation for digital platforms based on a companies' ecosystem [online]. *Procedia CIRP*, 2020, **91**, S. 559-564. ISSN 22128271. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.procir.2020.02.214
- [135] HEIN, A., M. BÖHM und H. KRCMAR. Platform Configurations within Information Systems Research: A Literature Review on the Example of IoT Platforms. *Proceedings of the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik*, 2018, S. 465-476
- [136] MARHEINE, C. und T. PAULI. Driving Generativity in Industrial IoT Platform Ecosystems. In: *Proceedings of the 41st International Conference on Information Systems, ICIS 2020, Making Digital Inclusive: Blending the Local and the Global, Hyderabad, India, December 13-16, 2020*
- [137] MARHEINE, C., T. PAULI, E. MARX, A. BACK und M. MATZNER. From Suppliers to Complementors: Motivational Factors for Joining Industrial Internet of Things Platform Ecosystems. In: T. BUI, Hg. *Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences: Hawaii International Conference on System Sciences*, 2021, S. 5955-5964
- [138] HEIN, A., M. BÖHM und H. KRCMAR. Digitale Plattformen. In: M.H. DAHM und S. THODE, Hg. *Strategie und Transformation im digitalen Zeitalter*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019, S. 181-199. ISBN 978-3-658-22031-0
- [139] APPLE. *Apple, US developers agree to App Store updates that will support businesses and maintain a great experience for users* [online]. August 2021 [Zugriff am: 4. November 2023]. Verfügbar unter: <https://www.apple.com/newsroom/2021/08/apple-us-developers-agree-to-app-store-updates/>

- [140] HEIN, A., J. WEKING, M. SCHREIECK, M. WIESCHE, M. BÖHM und H. KRCMAR. Value co-creation practices in business-to-business platform ecosystems [online]. *Electronic Markets*, 2019, 29(3), S. 503-518. ISSN 1019-6781. Verfügbar unter: doi:10.1007/s12525-019-00337-y
- [141] POSSELT, T., S. HAUGK und R. BOURAYOU. Europe in the Global Platform Economy. In: S. ROTH, C. HORBEL und B. POPP, Hg. *Perspektiven des Dienstleistungsmanagements*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2020, S. 51-63. ISBN 978-3-658-28671-2
- [142] BAILEY, K.D. *Typologies and taxonomies. An introduction to classification techniques*. Thousand Oaks, Calif.: Sage, 1994. Sage university papers. 102. ISBN 0-8039-5259-7
- [143] KUNDISCH, D., J. MUNTERMANN, A.M. OBERLÄNDER, D. RAU, M. RÖGLINGER, T. SCHOORMANN und D. SZOPINSKI. An Update for Taxonomy Designers [online]. *Business & Information Systems Engineering*, 2021. ISSN 2363-7005. Verfügbar unter: doi:10.1007/s12599-021-00723-x
- [144] HIPP, C. Eine Innovationsprozesstypologie für den Dienstleistungssektor. In: C. HIPP, Hg. *Innovationsprozesse im Dienstleistungssektor*. Heidelberg: Physica-Verlag HD, 2000, S. 115-134. ISBN 978-3-7908-1264-0
- [145] HOWCROFT, D. und B. BERGVALL-KÅREBORN. A typology of crowdwork platforms [online]. *Work, Employment and Society*, 2019, 33(1), S. 21-38. Verfügbar unter: doi:10.1177/0950017018760136
- [146] NICKERSON, R.C., U. VARSHNEY und J. MUNTERMANN. A method for taxonomy development and its application in information systems [online]. *European Journal of Information Systems*, 2013, 22(3), S. 336-359. ISSN 0960-085X. Verfügbar unter: doi:10.1057/ejis.2012.26
- [147] STAUB, N., K. HAKI, S. AIER und R. WINTER. Taxonomy of Digital Platforms: A Business Model Perspective. In: T. BUI, Hg. *Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences*: Hawaii International Conference on System Sciences, 2021, S. 6163-6172

- [148] PEITZ, M. Marktplätze und indirekte Netzwerkeffekte [online]. *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, 2006, 7(3), S. 317-333. Verfügbar unter: doi:10.1111/j.1468-2516.2006.00214.x
- [149] EVANS, P.C. und A. GAWER. The Rise of the Platform Enterprise [online]. A global survey. *The Emerging Platform Economy Series*, 2016, (1), S. 4-29. Verfügbar unter: doi:10.13140/RG.2.2.35887.05280
- [150] PÎRVAN, C., O. DEDEHAYIR, LE FEVER und HANS. Industry Platforms as Facilitators of Disruptive IoT Innovations [online]. *Journal of Technology Management & Innovation*, 2019, 14(3), S. 18-28. Verfügbar unter: doi:10.4067/S0718-27242019000300018
- [151] SEITER, M. und P. AUTENRIETH. Steuerung plattformbasierter Geschäftsmodelle [online]. *Controlling*, 2019, 31(6), S. 11-17. Verfügbar unter: doi:10.15358/0935-0381-2019-6-11
- [152] LERCH, C. und A. JÄGER. Digitale Plattformen auf dem Vormarsch? Verbreitung und Umsatzeffekte des Plattformgeschäfts im Verarbeitenden Gewerbe. *Modernisierung der Produktion*, 2020, (77)
- [153] WORTMANN, F., K. ELLERMANN, A. KÜHN und R. DUMITRESCU. Typisierung und Strukturierung digitaler Plattformen im Kontext Business-to-Business. In: J. GAUSMEIER, W. BAUER und R. DUMITRESCU, Hg. *Vorausschau und Technologieplanung*, 2019, S. 191-214
- [154] HODAPP, D., G. REMANÉ, A. HANELT und L. KOLBE. Business Models for Internet of Things Platforms: Empirical Development of a Taxonomy and Archetypes. *14th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, 2019, S. 1769-1783
- [155] LEMPERT, S. und A. PFLAUM. Vergleichbarkeit der Funktionalität von IoT-Software-Plattformen durch deren einheitliche Beschreibung in Form einer Taxonomie und Referenzarchitektur [online]. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 2019, 56(6), S. 1178-1203. ISSN 2198-2775. Verfügbar unter: doi:10.1365/s40702-019-00562-1
- [156] ARNOLD, L., J. JÖHNK, F. VOGT und N. URBACH. A Taxonomy of Industrial IoT Platforms' Architectural Features. In: F. AHLEMANN, R. SCHÜTTE und S. STIEGLITZ, Hg. *Innovation Through*

- Information Systems*. Cham: Springer International Publishing, 2021, S. 404-421. ISBN 978-3-030-86799-7
- [157] BLASCHKE, M., K. HAKI, S. AIER und R. WINTER. Taxonomy of Digital Platforms: A Platform Architecture Perspective. *14th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, 2019, S. 572-586
- [158] EVANS, D.S. und R. SCHMALENSEE. The Industrial Organization of Markets with Two-Sided Platforms. *Competition Policy International*, 2007, 3(1), S. 151-179
- [159] ASADULLAH, A., I. FAIK und A. KANKANHALLI. Digital Platforms: A Review and Future Directions. *Proceedings of the Twenty-Second Pacific Asia Conference on Information Systems*, 2018, S. 248-263
- [160] PETRIK, D. und G. HERZWURM. Platform Ecosystems for the Industrial Internet of Things – a Software Intensive Business Perspective. *International Workshop on Software-intensive Business: Start-ups, Ecosystems and Platforms (SiBW 2018)*, 2018, S. 57-71
- [161] SCHÜLLER, F. und D. PETRIK. Objectives of Platform Research: A Co-citation and Systematic Literature Review Analysis. In: M. SEITER, L. GRÜNERT und A. STEUR, Hg. *Management Digitaler Plattformen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2021, S. 1-34. ISBN 978-3-658-31117-9
- [162] CHASIN, F., M. von HOFFEN, M. CRAMER und M. MATZNER. Peer-to-peer sharing and collaborative consumption platforms: a taxonomy and a reproducible analysis [online]. *Information Systems and e-Business Management*, 2018, 16(2), S. 293-325. ISSN 1617-9846. Verfügbar unter: doi:10.1007/s10257-017-0357-8
- [163] WAND, Y., D.E. MONARCHI, J. PARSONS und C.C. WOO. Theoretical foundations for conceptual modelling in information systems development [online]. *Decision Support Systems*, 1995, 15(4), S. 285-304. ISSN 01679236. Verfügbar unter: doi:10.1016/0167-9236(94)00043-6
- [164] SAARIKKO, T. Platform Provider by Accident [online]. A Case Study of Digital Platform Coring. *Business & Information Systems Engineering*, 2016, 58(3), S. 177-191. ISSN 2363-7005. Verfügbar unter: doi:10.1007/s12599-016-0426-4

- [165] CHEN, J.C., Y. LI und B.D. SHADY. From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study [online]. *International Journal of Production Research*, 2010, **48**(4), S. 1069-1086. ISSN 0020-7543. Verfügbar unter: doi:10.1080/00207540802484911
- [166] KNÖSSL, T. Logistikorientierte Wertstromanalyse. In: W.A. GÜNTHER und J. BOPPERT, Hg. *Lean Logistics*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, S. 135-144. ISBN 978-3-642-37325-1
- [167] BRINKKEMPER, S., I. VAN SOEST und S. JANSEN. Modeling of Product Software Businesses: Investigation into Industry Product and Channel Typologies. In: W. WOJTKOWSKI, G. WOJTKOWSKI, M. LANG, K. CONBOY und C. BARRY, Hg. *Information Systems Development*. Boston, MA: Springer US, 2009, S. 307-325. ISBN 978-0-387-30403-8
- [168] GORDIJN, J. und H. AKKERMANS. Designing and evaluating e-business models [online]. *IEEE Intelligent Systems*, 2001, **16**, S. 11-17. Verfügbar unter: doi:10.1109/5254.941353
- [169] ALLEE, V. *The Future of Knowledge: increasing prosperity through value networks*. Hoboken: Taylor and Francis, 2002. ISBN 9780750675918
- [170] DAABOUL, J., A. BERNARD und F. LAROCHE. Extended value network modelling and simulation for mass customization implementation [online]. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 2012, **23**(6), S. 2427-2439. ISSN 0956-5515. Verfügbar unter: doi:10.1007/s10845-010-0493-1
- [171] DEN OUDE, E. *Innovation Design*. Dordrecht: Springer, 2011. ISBN 978-1-4471-2267-8
- [172] PAULI, T., E. MARX, S. DUNZER und M. MATZNER. Modeling Platform Ecosystems. In: *CEUR Workshop Proceedings*, 2020, S. 17-30
- [173] FALK, S., W. FAISST, F. BIEGEL, P. BOLLGRÜN, A. BRAUN, U. OHLINGER, J. SEDLMEIR, J. THOMS und J. WINTER. *Von Daten zu Wertschöpfung. Potenziale von daten- und KI-basierten Wertschöpfungsnetzwerken*. München, 2020
- [174] ANDERL, R., K. BAUER, T. BAUERNHANSL, B. DIEGNER, A. FAY, D. GOERICKE, J. DIEMER, J. GROTEPASS, C. HILGER,

- J. JASPERNEITE, J. KALHOFF, U. KUBACH, U. LÖWEN, G. MENGES, J.S. MICHELS, F. SCHMIDT, T. STIEDL, M. ten HOMPEL und C. ZEIDLER. *Fortschreibung der Anwendungsszenarien der Plattform Industrie 4.0*. Berlin, 2016
- [175] CHEN, J., Y. CHENG, Z. CHEN, W. DORST, L. GIERGING, H. LEONARDY, U. LÖWEN und H. ZHAO. *Examples for Business Scenarios in Manufacturing Industry*. Bonn, 2020
- [176] DITTERICH, D., D. EBERHADT, E. ESSLINGER, F. HARTNER, U. LÖWEN, S. UEBELACKER und D. WEBER. *Beispiele plattformbasierter Wertschöpfungsnetzwerke in digitalen Ökosystemen*. Frankfurt am Main, 2022
- [177] LÖWEN, U., A. LIANI, S. GUSMEROLI, M. PRESSER, C. RODRIGUEZ-VERA, F. HARTNER, A.E. CANEPA, S. KRKO, E.M. JAKOBSEN und J.M. BARTELA. *Business Impact of IoT in Manufacturing Industries*, 2022
- [178] ARNOLD, L., J. JÖHNK, F. VOGT und N. URBACH. IIoT platforms' architectural features – a taxonomy and five prevalent archetypes [online]. *Electronic Markets*, 2022, 32(2), S. 927-944. ISSN 1019-6781. Verfügbar unter: doi:10.1007/s12525-021-00520-0
- [179] JÖHNK, J., M. RÖGLINGER, M. THIMMEL und N. URBACH. How to Implement Agile IT Setups: A Taxonomy of Design Options. *Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS)*, 2017, S. 1521-1535
- [180] PÜSCHEL, L.C., M. ROGLINGER und R. BRANDT. Unblackboxing Smart Things—A Multilayer Taxonomy and Clusters of Non-technical Smart Thing Characteristics [online]. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2022, 69(5), S. 2129-2143. ISSN 0018-9391. Verfügbar unter: doi:10.1109/TEM.2020.2988981
- [181] ADARI, S., S. FALK und C. SAMPSON. *Germany's evolving platform landscape*. Berlin, 2019
- [182] HEIDEL, R., M. HOFFMEISTER, M. HANKEL und U. DÖBRICH, Hg. *Industrie4.0 Basiswissen RAMI4.0. Referenzarchitekturmodell mit Industrie4.0-Komponente*. Berlin: Beuth Verlag GmbH; VDE Verlag GmbH, 2017. DIN. ISBN 978-3-8007-4247-9
- [183] WUCATO. *Ihre Plattform für digitale Beschaffung* [online], 2023 [Zugriff am: 17. Dezember 2023]. Verfügbar unter: <https://www.wucato.de/>

- [184] TRACEPARTS. *TraceParts - 3D-Bauteilbibliothek* [online], 2023 [Zugriff am: 17. Dezember 2023]. Verfügbar unter: <https://www.traceparts.com/de>
- [185] SIEMENS MOBILITY. *Digitale Transformation für nachhaltige Mobilität – mit Railigent X* [online], 2023 [Zugriff am: 17. Dezember 2023]. Verfügbar unter: <https://www.mobility.siemens.com/global/de/portfolio/digitale-loesungen-software/digitale-services/railigent-x.html>
- [186] SIEMENS. *Industrial Edge – maximieren Sie Ihren Wettbewerbsvorteil* [online], 2023 [Zugriff am: 17. Dezember 2023]. Verfügbar unter: <https://www.siemens.com/de/de/produkte/automatisierung/themenfelder/industrial-edge.html>
- [187] SUPPLYON. *AirSupply* [online]. *Effiziente Supply-Chain-Management-Prozesse in der Aerospace-Industrie*, 2023 [Zugriff am: 17. Dezember 2023]. Verfügbar unter: <https://www.supplyon.com/de/loesungen/airsupply/>
- [188] SCHOLVIN, B. *Das neue Contact Elements Release* [online], 2023, 30 August 2023 [Zugriff am: 17. Dezember 2023]. Verfügbar unter: <https://www.contact-software.com/de/news/2023/08/das-neue-contact-elements-release/>
- [189] ALUSHI, D.-E., N. BUNDE und T. HALM. *Vermittlungsplattformen. Helfer im Dschungel der Dienstleistungsangebote: Zwischen Nutzen und Profit*. München, 2019
- [190] THYSSENKRUPP MATERIALS. *Fabrik 4.0: Die digitale Transformation der Fertigung* [online], 2024 [Zugriff am: 10. April 2024]. Verfügbar unter: <https://www.thyssenkrupp-materials-services.com/de/newsroom/stories/die-digitale-transformation-der-fertigung>
- [191] BAMBACHT, J. und J. POUWELSE. *Web3: A Decentralized Societal Infrastructure for Identity, Trust, Money, and Data* [online]. *arXiv - CS - Computers and Society*, 2022. Verfügbar unter: doi:10.48550/arXiv.2203.00398

## Verzeichnis promotionsbezogener, eigener Publikationen

- [P1] LÖWEN, U., N. MADEJA, S. LEHMANN-BRAUNS, F. HARTNER, S. MÜNCH, T. ELLER, M. YASUMOTO, H. MATSUO, N. FUJINO, K. MIZUKAMI, K. NAKASHIMA und K. HARIKI. *Digital Platforms in Manufacturing Industries*. Berlin: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), 2021, S. 1-47
- [P2] LÖWEN, U. und F. HARTNER. Denken in Wertschöpfungsnetzen und Zusammenarbeit in Ökosystemen am Beispiel von Maschinenlieferanten. In: K.-J. MEIER und M. PFEFFER, Hg. *Produktion und Logistik in der digitalen Transformation. Analyse - Planung - Praxiserfahrungen*. Wiesbaden: Springer Gabler, 2022, S. 251-267. ISBN 978-3-658-36559-2
- [P3] DITTERICH, D., D. EBERHARDT, E. ESSLINGER, F. HARTNER, U. LÖWEN, S. UEBELACKER und D. WEBER. *Beispiele plattformbasierter Wertschöpfungsnetzwerke in digitalen Ökosystemen*. Frankfurt am Main: VDMA, 2022, S. 1-28
- [P4] LÖWEN, U. und F. HARTNER. Geschäftsmodell-Muster für digitale B2B-Plattformen. In: VDI Wissensforum GmbH, Hg. *21. Leitkongress der Mess- und Automatisierungstechnik, Automation 2020.*, S. 741-754
- [P5] HARTNER, F., U. LÖWEN und J. FRANKE. Digital Industrial B2B Platform Patterns From A Business Perspective. In: D. HERBERGER und M. HÜBNER, Hg. *Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics: CPSL 2021*. Hannover: publish-Ing, 2021, S. 191-201
- [P6] HARTNER, F., U. LÖWEN und J. FRANKE. Typisierung von Netzwerkeffekten für digitale Plattformen in der produzierenden Industrie. In: J. GAUSEMEIER, W. BAUER und R. DUMITRESCU, Hg. *Vorausschau und Technologieplanung. 16. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung*. Paderborn: Universität Paderborn Heinz Nixdorf Institut, 2021, S. 201-221. ISBN 978-3-947647-19-4

- [P7] HARTNER, F., U. LÖWEN und J. FRANKE. Differentiating Industrial Internet of Things platforms from a value network-oriented perspective [online]. *Procedia CIRP*, 2021, 103, S. 8-13. ISSN 22128271. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.procir.2021.09.090
- [P8] LÖWEN, U. und F. HARTNER. Beispiele für digitale Dienstleistungssysteme in plattformbasierten Wertschöpfungsnetzen. In: T. Schulz, Hg. *Wertschöpfungsnetzwerke mit digitalisierten Dienstleistungen etablieren. Mit Lean-Service-Zyklus und Entwicklung digitaler Dienstleistungssysteme zum Erfolg Industrie 4.0*. Berlin: Beuth, 2021, S. 263-276. ISBN 978-3-410-28547-2
- [P9] HARTNER, F., F. LINK, J. FUCHS und J. FRANKE. Methodology for the Analysis of Platform-Based Value Networks in the Manufacturing Industry. In: B.-A. BEHRENS, A. BROSIUS, W.-G. DROSSEL, W. HINTZE, S. IHLENFELDT und P. NYHUIS, Hg. *Production at the Leading Edge of Technology*. Cham: Springer International Publishing, 2022, S. 610-620. ISBN 978-3-030-78423-2

## Verzeichnis promotionsbezogener studentischer Arbeiten

- [S1] AKKAYA, E. *Digitale Plattformen und Ökosysteme aus einer ökonomischen Perspektive – eine literaturbasierte Analyse.* Projektarbeit. Erlangen, 04.06.2021
- [S2] CRONER, P. *Evaluation und Erweiterung von Vergleichskriterien zur Analyse von industriellen IoT-Plattformen.* Bachelorarbeit. Erlangen, 26.02.2021
- [S3] LINK, F. *Analyse der Wertschöpfungsprozesse digitaler Plattformen im produzierenden Gewerbe.* Projektarbeit. Erlangen, 01.12.2020
- [S4] WIRTHMANN, F. *Analyse der Übertragbarkeiten von digitalen B2C-Plattformkonzepten auf den industriellen B2B-Markt.* Bachelorarbeit. Erlangen, 07.09.2020
- [S5] REIF, J. *Analyse und Kategorisierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie anhand einer Geschäftsmodell-Perspektive.* Projektarbeit. Erlangen, 07.07.2020

## **Reihenübersicht**

Koordination der Reihe (Stand 2025):  
Geschäftsstelle Maschinenbau, Dr.-Ing. Oliver Kreis, [www.mb.fau.de/diss/](http://www.mb.fau.de/diss/)

Im Rahmen der Reihe sind bisher die nachfolgenden Bände erschienen.

**Band 1 – 52**  
Fertigungstechnik – Erlangen  
ISSN 1431-6226  
Carl Hanser Verlag, München

**Band 53 – 307**  
Fertigungstechnik – Erlangen  
ISSN 1431-6226  
Meisenbach Verlag, Bamberg

**ab Band 308**  
FAU Studien aus dem Maschinenbau  
ISSN 2625-9974  
FAU University Press, Erlangen

Die Zugehörigkeit zu den jeweiligen Lehrstühlen ist wie folgt gekennzeichnet:

Lehrstühle:

<b>FAPS</b>	Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik
<b>FMT</b>	Lehrstuhl für Fertigungsmesstechnik
<b>KTmfk</b>	Lehrstuhl für Konstruktionstechnik
<b>LFT</b>	Lehrstuhl für Fertigungstechnologie
<b>LGT</b>	Lehrstuhl für Gießereitechnik
<b>LPT</b>	Lehrstuhl für Photonische Technologien
<b>REP</b>	Lehrstuhl für Ressourcen- und Energieeffiziente Produktionsmaschinen

- Band 1: Andreas Hemberger**  
Innovationspotentiale in der rechnerintegrierten Produktion durch wissensbasierte Systeme  
FAPS, 208 Seiten, 107 Bilder. 1988.  
ISBN 3-446-15234-2.
- Band 2: Detlef Classe**  
Beitrag zur Steigerung der Flexibilität automatisierter Montagesysteme durch Sensorintegration und erweiterte Steuerungskonzepte  
FAPS, 194 Seiten, 70 Bilder. 1988.  
ISBN 3-446-15529-5.
- Band 3: Friedrich-Wilhelm Nolting**  
Projektierung von Montagesystemen  
FAPS, 201 Seiten, 107 Bilder, 1 Tab. 1989. ISBN 3-446-15541-4.
- Band 4: Karsten Schlüter**  
Nutzungsgradsteigerung von Montagesystemen durch den Einsatz der Simulationstechnik  
FAPS, 177 Seiten, 97 Bilder. 1989.  
ISBN 3-446-15542-2.
- Band 5: Shir-Kuan Lin**  
Aufbau von Modellen zur Lageregelung von Industrierobotern  
FAPS, 168 Seiten, 46 Bilder. 1989.  
ISBN 3-446-15546-5.
- Band 6: Rudolf Nuss**  
Untersuchungen zur Bearbeitungsqualität im Fertigungssystem Laserstrahlschneiden  
LFT, 206 Seiten, 115 Bilder, 6 Tab. 1989. ISBN 3-446-15783-2.
- Band 7: Wolfgang Scholz**  
Modell zur datenbankgestützten Planung automatisierter Montageanlagen  
FAPS, 194 Seiten, 89 Bilder. 1989.  
ISBN 3-446-15825-1.
- Band 8: Hans-Jürgen Wißmeier**  
Beitrag zur Beurteilung des Bruchverhaltens von Hartmetall-Fließpreßmatrizen  
LFT, 179 Seiten, 99 Bilder, 9 Tab. 1989. ISBN 3-446-15921-5.
- Band 9: Rainer Eisele**  
Konzeption und Wirtschaftlichkeit von Planungssystemen in der Produktion  
FAPS, 183 Seiten, 86 Bilder. 1990.  
ISBN 3-446-16107-4.
- Band 10: Rolf Pfeiffer**  
Technologisch orientierte Montageplanung am Beispiel der Schraubtechnik  
FAPS, 216 Seiten, 102 Bilder, 16 Tab. 1990. ISBN 3-446-16161-9.
- Band 11: Herbert Fischer**  
Verteilte Planungssysteme zur Flexibilitätssteigerung der rechnerintegrierten Teilefertigung  
FAPS, 201 Seiten, 82 Bilder. 1990.  
ISBN 3-446-16105-8.
- Band 12: Gerhard Kleineidam**  
CAD/CAP: Rechnergestützte Montagefeinplanung  
FAPS, 203 Seiten, 107 Bilder. 1990.  
ISBN 3-446-16112-0.
- Band 13: Frank Vollertsen**  
Pulvermetallurgische Verarbeitung eines übereutektoiden verschleißfesten Stahls  
LFT, XIII u. 217 Seiten, 67 Bilder, 34 Tab. 1990. ISBN 3-446-16133-3.
- Band 14: Stephan Biermann**  
Untersuchungen zur Anlagen- und Prozeßdiagnostik für das Schneiden mit CO<sub>2</sub>-Hochleistungslasern  
LFT, VIII u. 170 Seiten, 93 Bilder, 4 Tab. 1991. ISBN 3-446-16269-0.
- Band 15: Uwe Geißler**  
Material- und Datenfluß in einer flexiblen Blechbearbeitungszelle  
LFT, 124 Seiten, 41 Bilder, 7 Tab. 1991. ISBN 3-446-16358-1.
- Band 16: Frank Oswald Hake**  
Entwicklung eines rechnergestützten Diagnosesystems für automatisierte Montagezellen  
FAPS, XIV u. 166 Seiten, 77 Bilder. 1991. ISBN 3-446-16428-6.
- Band 17: Herbert Reichel**  
Optimierung der Werkzeugbereitstellung durch rechnergestützte Arbeitsfolgenbestimmung  
FAPS, 198 Seiten, 73 Bilder, 2 Tab. 1991. ISBN 3-446-16453-7.
- Band 18: Josef Scheller**  
Modellierung und Einsatz von Softwaresystemen für rechnergeführte Montagezellen  
FAPS, 198 Seiten, 65 Bilder. 1991.  
ISBN 3-446-16454-5.
- Band 19: Arnold vom Ende**  
Untersuchungen zum Biegeumformen mit elastischer Matrize  
LFT, 166 Seiten, 55 Bilder, 13 Tab. 1991. ISBN 3-446-16493-6.
- Band 20: Joachim Schmid**  
Beitrag zum automatisierten Bearbeiten von Keramikguß mit Industrierobotern  
FAPS, XIV u. 176 Seiten, 111 Bilder, 6 Tab. 1991. ISBN 3-446-16560-6.
- Band 21: Egon Sommer**  
Multiprozessorsteuerung für kooperierende Industrieroboter in Montagezellen  
FAPS, 188 Seiten, 102 Bilder. 1991.  
ISBN 3-446-17062-6.
- Band 22: Georg Geyer**  
Entwicklung problemspezifischer Verfahrensketten in der Montage  
FAPS, 192 Seiten, 112 Bilder. 1991.  
ISBN 3-446-16552-5.
- Band 23: Rainer Flohr**  
Beitrag zur optimalen Verbindungstechnik in der Oberflächenmontage (SMT)  
FAPS, 186 Seiten, 79 Bilder. 1991.  
ISBN 3-446-16568-1.
- Band 24: Alfons Rief**  
Untersuchungen zur Verfahrensfolge Laserstrahlschneiden und -schweißen in der Rohkarosseriefertigung  
LFT, VI u. 145 Seiten, 58 Bilder, 5 Tab. 1991. ISBN 3-446-16593-2.
- Band 25: Christoph Thim**  
Rechnerunterstützte Optimierung von Materialflußstrukturen in der Elektronikmontage durch Simulation  
FAPS, 188 Seiten, 74 Bilder. 1992.  
ISBN 3-446-17118-5.
- Band 26: Roland Müller**  
CO<sub>2</sub>-Laserstrahlschneiden von kurzglasverstärkten Verbundwerkstoffen  
LFT, 141 Seiten, 107 Bilder, 4 Tab. 1992. ISBN 3-446-17104-5.
- Band 27: Günther Schäfer**  
Integrierte Informationsverarbeitung bei der Montageplanung  
FAPS, 195 Seiten, 76 Bilder. 1992.  
ISBN 3-446-17117-7.

- Band 28: Martin Hoffmann**  
Entwicklung einer CAD/CAM-Prozeßkette für die Herstellung von Blechbiegeteilen  
LFT, 149 Seiten, 89 Bilder. 1992.  
ISBN 3-446-17154-1.
- Band 29: Peter Hoffmann**  
Verfahrensfolge Laserstrahlschneiden und -schweißen: Prozeßführung und Systemtechnik in der 3D-Laserstrahlbearbeitung von Blechformteilen  
LFT, 186 Seiten, 92 Bilder, 10 Tab. 1992. ISBN 3-446-17153-3.
- Band 30: Olaf Schrödel**  
Flexible Werkstattsteuerung mit objektorientierten Softwarestrukturen  
FAPS, 180 Seiten, 84 Bilder. 1992.  
ISBN 3-446-17242-4.
- Band 31: Hubert Reinisch**  
Planungs- und Steuerungswerzeuge zur impliziten Gerätekodierung in Robotierzellen  
FAPS, XI u. 212 Seiten, 112 Bilder. 1992. ISBN 3-446-17380-3.
- Band 32: Brigitte Bärnreuther**  
Ein Beitrag zur Bewertung des Kommunikationsverhaltens von Automatisierungsgeräten in flexiblen Produktionszellen  
FAPS, XI u. 179 Seiten, 71 Bilder. 1992. ISBN 3-446-17451-6.
- Band 33: Joachim Hutfless**  
Laserstrahlregelung und Optikdiagnosistik in der Strahlführung einer CO<sub>2</sub>-Hochleistungslaseranlage  
LFT, 175 Seiten, 70 Bilder, 17 Tab. 1993. ISBN 3-446-17532-6.
- Band 34: Uwe Günzel**  
Entwicklung und Einsatz eines Simulationsverfahrens für operative und strategische Probleme der Produktionsplanung und -steuerung  
FAPS, XIV u. 170 Seiten, 66 Bilder, 5 Tab. 1993. ISBN 3-446-17604-7.
- Band 35: Bertram Ehmann**  
Operatives Fertigungscontrolling durch Optimierung auftragsbezogener Bearbeitungsabläufe in der Elektronikfertigung  
FAPS, XV u. 167 Seiten, 114 Bilder. 1993. ISBN 3-446-17658-6.
- Band 36: Harald Kolléra**  
Entwicklung eines benutzerorientierten Werkstattprogrammiersystems für das Laserstrahlschneiden  
LFT, 129 Seiten, 66 Bilder, 1 Tab. 1993. ISBN 3-446-17719-1.
- Band 37: Stephanie Abels**  
Modellierung und Optimierung von Montageanlagen in einem integrierten Simulationssystem  
FAPS, 188 Seiten, 88 Bilder. 1993. ISBN 3-446-17731-0.
- Band 38: Robert Schmidt-Hebbel**  
Laserstrahlbohren durchflußbestimmender Durchgangslöcher  
LFT, 145 Seiten, 63 Bilder, 11 Tab. 1993. ISBN 3-446-17778-7.
- Band 39: Norbert Lutz**  
Oberflächenfeinbearbeitung keramischer Werkstoffe mit XeCl-Excimerlaserstrahlung  
LFT, 187 Seiten, 98 Bilder, 29 Tab. 1994. ISBN 3-446-17970-4.
- Band 40: Konrad Grampp**  
Rechnerunterstützung bei Test und Schulung an Steuerungssoftware von SMD-Bestücklinien  
FAPS, 178 Seiten, 88 Bilder. 1995. ISBN 3-446-18173-3.
- Band 41: Martin Koch**  
Wissensbasierte Unterstützung der Angebotsbearbeitung in der Investitionsgüterindustrie  
FAPS, 169 Seiten, 68 Bilder. 1995. ISBN 3-446-18174-1.
- Band 42: Armin Gropp**  
Anlagen- und Prozeßdiagnostik beim Schneiden mit einem gepulsten Nd:YAG-Laser  
LFT, 160 Seiten, 88 Bilder, 7 Tab. 1995. ISBN 3-446-18241-1.
- Band 43: Werner Heckel**  
Optische 3-D-Konturerfassung und on-line Biegewinkelmessung mit dem Lichtschnittpfaren  
LFT, 149 Seiten, 43 Bilder, 11 Tab. 1995. ISBN 3-446-18243-8.
- Band 44: Armin Rothaupt**  
Modulares Planungssystem zur Optimierung der Elektronikfertigung  
FAPS, 180 Seiten, 101 Bilder. 1995. ISBN 3-446-18307-8.
- Band 45: Bernd Zöllner**  
Adaptive Diagnose in der Elektro- und Elektronikproduktion  
FAPS, 195 Seiten, 74 Bilder, 3 Tab. 1995. ISBN 3-446-18308-6.
- Band 46: Bodo Vormann**  
Beitrag zur automatisierten Handhabungsplanung komplexer Blechbiegeteile  
LFT, 126 Seiten, 89 Bilder, 3 Tab. 1995. ISBN 3-446-18345-0.
- Band 47: Peter Schnepf**  
Zielkostenorientierte Montageplanung  
FAPS, 144 Seiten, 75 Bilder. 1995. ISBN 3-446-18397-3.
- Band 48: Rainer Klotzbücher**  
Konzept zur rechnerintegrierten Materialversorgung in flexiblen Fertigungssystemen  
FAPS, 156 Seiten, 62 Bilder. 1995. ISBN 3-446-18412-0.
- Band 49: Wolfgang Greska**  
Wissensbasierte Analyse und Klassifizierung von Blechteilen  
LFT, 144 Seiten, 96 Bilder. 1995. ISBN 3-446-18462-7.
- Band 50: Jörg Franke**  
Integrierte Entwicklung neuer Produkt- und Produktionstechnologien für räumliche spritzgegossene Schaltungsträger (3-D MID)  
FAPS, 196 Seiten, 86 Bilder, 4 Tab. 1995. ISBN 3-446-18448-1.
- Band 51: Franz-Josef Zeller**  
Sensorplanung und schnelle Sensorsregelung für Industrieroboter  
FAPS, 190 Seiten, 102 Bilder, 9 Tab. 1995. ISBN 3-446-18601-8.
- Band 52: Michael Solvie**  
Zeitbehandlung und Multimedia-Unterstützung in Feldkommunikationssystemen  
FAPS, 200 Seiten, 87 Bilder, 35 Tab. 1996. ISBN 3-446-18607-7.
- Band 53: Robert Hopperdietzel**  
Reengineering in der Elektro- und Elektronikindustrie  
FAPS, 180 Seiten, 109 Bilder, 1 Tab. 1996. ISBN 3-87525-070-2.

- Band 54: Thomas Rebhahn**  
Beitrag zur Mikromaterialbearbeitung mit Excimerlasern - Systemkomponenten und Verfahrensoptimierungen  
LFT, 148 Seiten, 61 Bilder, 10 Tab. 1996. ISBN 3-87525-075-3.
- Band 55: Henning Hanebuth**  
Laserstrahlhartlöten mit Zweistrahltechnik  
LFT, 157 Seiten, 58 Bilder, 11 Tab. 1996. ISBN 3-87525-074-5.
- Band 56: Uwe Schönherz**  
Steuerung und Sensordatenintegration für flexible Fertigungszellen mitkooperierenden Robotern  
FAPS, 188 Seiten, 116 Bilder, 3 Tab. 1996. ISBN 3-87525-076-1.
- Band 57: Stefan Holzer**  
Berührungslose Formgebung mit Laserstrahlung  
LFT, 162 Seiten, 69 Bilder, 11 Tab. 1996. ISBN 3-87525-079-6.
- Band 58: Markus Schultz**  
Fertigungsqualität beim 3D-Laserstrahlschweißen von Blechformteilen  
LFT, 165 Seiten, 88 Bilder, 9 Tab. 1997. ISBN 3-87525-080-X.
- Band 59: Thomas Krebs**  
Integration elektromechanischer CA-Anwendungen über einem STEP-Produktmodell  
FAPS, 198 Seiten, 58 Bilder, 8 Tab. 1997. ISBN 3-87525-081-8.
- Band 60: Jürgen Sturm**  
Prozeßintegrierte Qualitätssicherung in der Elektronikproduktion  
FAPS, 167 Seiten, 112 Bilder, 5 Tab. 1997. ISBN 3-87525-082-6.
- Band 61: Andreas Brand**  
Prozesse und Systeme zur Bestückung räumlicher elektronischer Baugruppen (3D-MID)  
FAPS, 182 Seiten, 100 Bilder. 1997. ISBN 3-87525-087-7.
- Band 62: Michael Kauf**  
Regelung der Laserstrahlleistung und der Fokusparameter einer CO<sub>2</sub>-Hochleistungslaseranlage  
LFT, 140 Seiten, 70 Bilder, 5 Tab. 1997. ISBN 3-87525-083-4.
- Band 63: Peter Steinwasser**  
Modulares Informationsmanagement in der integrierten Produkt- und Prozeßplanung  
FAPS, 190 Seiten, 87 Bilder. 1997. ISBN 3-87525-084-2.
- Band 64: Georg Liedl**  
Integriertes Automatisierungskonzept für den flexiblen Materialfluß in der Elektronikproduktion  
FAPS, 196 Seiten, 96 Bilder, 3 Tab. 1997. ISBN 3-87525-086-9.
- Band 65: Andreas Otto**  
Transiente Prozesse beim Laserstrahlschweißen  
LFT, 132 Seiten, 62 Bilder, 1 Tab. 1997. ISBN 3-87525-089-3.
- Band 66: Wolfgang Blöchl**  
Erweiterte Informationsbereitstellung an offenen CNC-Steuerungen zur Prozeß- und Programmoptimierung  
FAPS, 168 Seiten, 96 Bilder. 1997. ISBN 3-87525-091-5.
- Band 67: Klaus-Uwe Wolf**  
Verbesserte Prozeßführung und Prozeßplanung zur Leistungs- und Qualitätssteigerung beim Spulenwickeln  
FAPS, 186 Seiten, 125 Bilder. 1997. ISBN 3-87525-092-3.
- Band 68: Frank Backes**  
Technologieorientierte Bahnpflanzung für die 3D-Laserstrahlbearbeitung  
LFT, 138 Seiten, 71 Bilder, 2 Tab. 1997. ISBN 3-87525-093-1.
- Band 69: Jürgen Kraus**  
Laserstrahlumformen von Profilen  
LFT, 137 Seiten, 72 Bilder, 8 Tab. 1997. ISBN 3-87525-094-X.
- Band 70: Norbert Neubauer**  
Adaptive Strahlführungen für CO<sub>2</sub>-Laseranlagen  
LFT, 120 Seiten, 50 Bilder, 3 Tab. 1997. ISBN 3-87525-095-8.
- Band 71: Michael Steber**  
Prozeßoptimierter Betrieb flexibler Schraubstationen in der automatisierten Montage  
FAPS, 168 Seiten, 78 Bilder, 3 Tab. 1997. ISBN 3-87525-096-6.
- Band 72: Markus Pfestorf**  
Funktionale 3D-Oberflächenkenngrößen in der Umformtechnik  
LFT, 162 Seiten, 84 Bilder, 15 Tab. 1997. ISBN 3-87525-097-4.
- Band 73: Volker Franke**  
Integrierte Planung und Konstruktion von Werkzeugen für die Biegebearbeitung  
LFT, 143 Seiten, 81 Bilder. 1998. ISBN 3-87525-098-2.
- Band 74: Herbert Scheller**  
Automatisierte Demontagesysteme und recyclinggerechte Produktgestaltung elektronischer Baugruppen  
FAPS, 184 Seiten, 104 Bilder, 17 Tab. 1998. ISBN 3-87525-099-0.
- Band 75: Arthur Meßner**  
Kaltmassivumformung metallischer Kleinstteile - Werkstoffverhalten, Wirkflächenreibung, Prozeßauslegung  
LFT, 164 Seiten, 92 Bilder, 14 Tab. 1998. ISBN 3-87525-100-8.
- Band 76: Mathias Glasmacher**  
Prozeß- und Systemtechnik zum Laserstrahl-Mikroschweißen  
LFT, 184 Seiten, 104 Bilder, 12 Tab. 1998. ISBN 3-87525-101-6.
- Band 77: Michael Schwind**  
Zerstörungsfreie Ermittlung mechanischer Eigenschaften von Feinblechen mit dem Wirbelstromverfahren  
LFT, 124 Seiten, 68 Bilder, 8 Tab. 1998. ISBN 3-87525-102-4.
- Band 78: Manfred Gerhard**  
Qualitätssteigerung in der Elektronikproduktion durch Optimierung der Prozeßführung beim Löten komplexer Baugruppen  
FAPS, 179 Seiten, 113 Bilder, 7 Tab. 1998. ISBN 3-87525-103-2.
- Band 79: Elke Rauh**  
Methodische Einbindung der Simulation in die betrieblichen Planungs- und Entscheidungsabläufe  
FAPS, 192 Seiten, 114 Bilder, 4 Tab. 1998. ISBN 3-87525-104-0.

- Band 80: Sorin Niederkorn**  
Meßeinrichtung zur Untersuchung der Wirkflächenreibung bei umformtechnischen Prozessen  
LFT, 99 Seiten, 46 Bilder, 6 Tab. 1998. ISBN 3-87525-105-9.
- Band 81: Stefan Schuberth**  
Regelung der Fokuslage beim Schweißen mit CO<sub>2</sub>-Hochleistungslasern unter Einsatz von adaptiven Optiken  
LFT, 140 Seiten, 64 Bilder, 3 Tab. 1998. ISBN 3-87525-106-7.
- Band 82: Armando Walter Colombo**  
Development and Implementation of Hierarchical Control Structures of Flexible Production Systems Using High Level Petri Nets  
FAPS, 216 Seiten, 86 Bilder. 1998. ISBN 3-87525-109-1.
- Band 83: Otto Meedt**  
Effizienzsteigerung bei Demontage und Recycling durch flexible Demontagetechnologien und optimierte Produktgestaltung  
FAPS, 186 Seiten, 103 Bilder. 1998. ISBN 3-87525-108-3.
- Band 84: Knuth Götz**  
Modelle und effiziente Modellbildung zur Qualitätssicherung in der Elektronikproduktion  
FAPS, 212 Seiten, 129 Bilder, 24 Tab. 1998. ISBN 3-87525-112-1.
- Band 85: Ralf Luchs**  
Einsatzmöglichkeiten leitender Klebstoffe zur zuverlässigen Kontaktierung elektronischer Bauelemente in der SMT  
FAPS, 176 Seiten, 126 Bilder, 30 Tab. 1998. ISBN 3-87525-113-7.
- Band 86: Frank Pöhlau**  
Entscheidungsgrundlagen zur Einführung räumlicher spritzgegossener Schaltungsträger (3-D MID)  
FAPS, 144 Seiten, 99 Bilder. 1999. ISBN 3-87525-114-8.
- Band 87: Roland T. A. Kals**  
Fundamentals on the miniaturization of sheet metal working processes  
LFT, 128 Seiten, 58 Bilder, 11 Tab. 1999. ISBN 3-87525-115-6.
- Band 88: Gerhard Luhn**  
Implizites Wissen und technisches Handeln am Beispiel der Elektro-nikproduktion  
FAPS, 252 Seiten, 61 Bilder, 1 Tab. 1999. ISBN 3-87525-116-4.
- Band 89: Axel Sprenger**  
Adaptives Streckbiegen von Alu-minium-Strangpreßprofilen  
LFT, 114 Seiten, 63 Bilder, 4 Tab. 1999. ISBN 3-87525-117-2.
- Band 90: Hans-Jörg Pucher**  
Untersuchungen zur Prozeßfolge Umformen, Bestücken und Laser-strahllöten von Mikrokontakte  
LFT, 158 Seiten, 69 Bilder, 9 Tab. 1999. ISBN 3-87525-119-9.
- Band 91: Horst Arnet**  
Profilbiegen mit kinematischer Ge-stalterzeugung  
LFT, 128 Seiten, 67 Bilder, 7 Tab. 1999. ISBN 3-87525-120-2.
- Band 92: Doris Schubart**  
Prozeßmodellierung und Techno-logieentwicklung beim Abtragen mit CO<sub>2</sub>-Laserstrahlung  
LFT, 133 Seiten, 57 Bilder, 13 Tab. 1999. ISBN 3-87525-122-9.
- Band 93: Adrianus L. P. Coremans**  
Laserstrahlsintern von Metallpul-ver - Prozeßmodellierung, System-technik, Eigenschaften laserstrahl-gesinteter Metallkörper  
LFT, 184 Seiten, 108 Bilder, 12 Tab. 1999. ISBN 3-87525-124-5.
- Band 94: Hans-Martin Biehler**  
Optimierungskonzepte für Quali-tätsdatenverarbeitung und Infor-mationsbereitstellung in der Elek-tronikfertigung  
FAPS, 194 Seiten, 105 Bilder. 1999. ISBN 3-87525-126-1.
- Band 95: Wolfgang Becker**  
Oberflächenausbildung und tribologische Eigenschaften excimerla-serstrahlbearbeiteter Hochleis-tungskeramiken  
LFT, 175 Seiten, 71 Bilder, 3 Tab. 1999. ISBN 3-87525-127-X.
- Band 96: Philipp Hein**  
Innenhochdruck-Umformen von Blechpaaren: Modellierung, Pro-zeßauslegung und Prozeßführun  
LFT, 129 Seiten, 57 Bilder, 7 Tab. 1999. ISBN 3-87525-128-8.
- Band 97: Gunter Beitingen**  
Herstellungs- und Prüfverfahren für thermoplastische Schaltungs-träger  
FAPS, 169 Seiten, 92 Bilder, 20 Tab. 1999. ISBN 3-87525-129-6.
- Band 98: Jürgen Knoblach**  
Beitrag zur rechnerunterstützten verursachungsgerechten Ange-botskalkulation von Blechteilen mit Hilfe wissensbasierter Metho-den  
LFT, 155 Seiten, 53 Bilder, 26 Tab. 1999. ISBN 3-87525-130-X.
- Band 99: Frank Breitenbach**  
Bildverarbeitungssystem zur Erfas-sung der Anschlußgeometrie elektromischer SMT-Bauelemente  
LFT, 147 Seiten, 92 Bilder, 12 Tab. 2000. ISBN 3-87525-131-8.
- Band 100: Bernd Falk**  
Simulationsbasierte Lebensdauer-vorhersage für Werkzeuge der Kaltmassivumformung  
LFT, 134 Seiten, 44 Bilder, 15 Tab. 2000. ISBN 3-87525-136-9.
- Band 101: Wolfgang Schlögl**  
Integriertes Simulationsdaten-Ma-nagement für Maschinenentwick-lung und Anlagenplanung  
FAPS, 169 Seiten, 101 Bilder, 20 Tab. 2000. ISBN 3-87525-137-7.
- Band 102: Christian Hinsel**  
Ermüdungsbruchversagen hart-stoffbeschichteter Werkzeugstähle in der Kaltmassivumformung  
LFT, 130 Seiten, 80 Bilder, 14 Tab. 2000. ISBN 3-87525-138-5.
- Band 103: Stefan Bobbert**  
Simulationsgestützte Prozessausle-gung für das Innenhochdruck-Um-formen von Blechpaaren  
LFT, 123 Seiten, 77 Bilder. 2000. ISBN 3-87525-145-8.

- Band 104: Harald Rottbauer**  
Modulares Planungswerkzeug zum Produktionsmanagement in der Elektronikproduktion  
FAPS, 166 Seiten, 106 Bilder. 2001.  
ISBN 3-87525-139-3.
- Band 105: Thomas Hennige**  
Flexible Formgebung von Blechen durch Laserstrahlumformen  
LFT, 119 Seiten, 50 Bilder. 2001.  
ISBN 3-87525-140-7.
- Band 106: Thomas Menzel**  
Wissensbasierte Methoden für die rechnergestützte Charakterisierung und Bewertung innovativer Fertigungsprozesse  
LFT, 152 Seiten, 71 Bilder. 2001.  
ISBN 3-87525-142-3.
- Band 107: Thomas Stöckel**  
Kommunikationstechnische Integration der Prozeßebene in Produktionssysteme durch Middleware-Frameworks  
FAPS, 147 Seiten, 65 Bilder, 5 Tab. 2001. ISBN 3-87525-143-1.
- Band 108: Frank Pitter**  
Verfügbarkeitssteigerung von Werkzeugmaschinen durch Einsatz mechatronischer Sensorlösungen  
FAPS, 158 Seiten, 131 Bilder, 8 Tab. 2001. ISBN 3-87525-144-X.
- Band 109: Markus Korneli**  
Integration lokaler CAP-Systeme in einen globalen Fertigungsdatenverbund  
FAPS, 121 Seiten, 53 Bilder, 11 Tab. 2001. ISBN 3-87525-146-6.
- Band 110: Burkhard Müller**  
Laserstrahljustieren mit Excimer-Lasern - Prozeßparameter und Modelle zur Aktorkonstruktion  
LFT, 128 Seiten, 36 Bilder, 9 Tab. 2001. ISBN 3-87525-159-8.
- Band 111: Jürgen Göhringer**  
Integrierte Telediagnose via Internet zum effizienten Service von Produktionssystemen  
FAPS, 178 Seiten, 98 Bilder, 5 Tab. 2001. ISBN 3-87525-147-4.
- Band 112: Robert Feuerstein**  
Qualitäts- und kosteneffiziente Integration neuer Bauelementetechnologien in die Flachbaugruppenfertigung  
FAPS, 161 Seiten, 99 Bilder, 10 Tab. 2001. ISBN 3-87525-151-2.
- Band 113: Marcus Reichenberger**  
Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten alternativer Elektroniklote in der Oberflächenmontage (SMT)  
FAPS, 165 Seiten, 97 Bilder, 18 Tab. 2001. ISBN 3-87525-152-0.
- Band 114: Alexander Huber**  
Justieren vormontierter Systeme mit dem Nd:YAG-Laser unter Einsatz von Akten  
LFT, 122 Seiten, 58 Bilder, 5 Tab. 2001. ISBN 3-87525-153-9.
- Band 115: Sami Krimi**  
Analyse und Optimierung von Montagesystemen in der Elektronikproduktion  
FAPS, 155 Seiten, 88 Bilder, 3 Tab. 2001. ISBN 3-87525-157-1.
- Band 116: Marion Merklein**  
Laserstrahlumformen von Aluminiumwerkstoffen - Beeinflussung der Mikrostruktur und der mechanischen Eigenschaften  
LFT, 122 Seiten, 65 Bilder, 15 Tab. 2001. ISBN 3-87525-156-3.
- Band 117: Thomas Collisi**  
Ein informationslogistisches Architekturkonzept zur Akquisition simulationsrelevanter Daten  
FAPS, 181 Seiten, 105 Bilder, 7 Tab. 2002. ISBN 3-87525-164-4.
- Band 118: Markus Koch**  
Rationalisierung und ergonomische Optimierung im Innenausbau durch den Einsatz moderner Automatisierungstechnik  
FAPS, 176 Seiten, 98 Bilder, 9 Tab. 2002. ISBN 3-87525-165-2.
- Band 119: Michael Schmidt**  
Prozeßregelung für das Laserstrahl-Punktschweißen in der Elektronikproduktion  
LFT, 152 Seiten, 71 Bilder, 3 Tab. 2002. ISBN 3-87525-166-0.
- Band 120: Nicolas Tiesler**  
Grundlegende Untersuchungen zum Fließpressen metallischer Kleinstteile  
LFT, 126 Seiten, 78 Bilder, 12 Tab. 2002. ISBN 3-87525-175-X.
- Band 121: Lars Pursche**  
Methoden zur technologieorientierten Programmierung für die 3D-Lasermikrobearbeitung  
LFT, 111 Seiten, 39 Bilder, 0 Tab. 2002. ISBN 3-87525-183-0.
- Band 122: Jan-Oliver Brassel**  
Prozeßkontrolle beim Laserstrahl-Mikroschweißen  
LFT, 148 Seiten, 72 Bilder, 12 Tab. 2002. ISBN 3-87525-181-4.
- Band 123: Mark Geisel**  
Prozeßkontrolle und -steuerung beim Laserstrahlschweißen mit den Methoden der nichtlinearen Dynamik  
LFT, 135 Seiten, 46 Bilder, 2 Tab. 2002. ISBN 3-87525-180-6.
- Band 124: Gerd Eßer**  
Laserstrahlunterstützte Erzeugung metallischer Leiterstrukturen auf Thermoplastsubstraten für die MID-Technik  
LFT, 148 Seiten, 60 Bilder, 6 Tab. 2002. ISBN 3-87525-171-7.
- Band 125: Marc Fleckenstein**  
Qualität laserstrahl-gefügter Mikroverbindungen elektronischer Kontakte  
LFT, 159 Seiten, 77 Bilder, 7 Tab. 2002. ISBN 3-87525-170-9.
- Band 126: Stefan Kaufmann**  
Grundlegende Untersuchungen zum Nd:YAG- Laserstrahlfügen von Silizium für Komponenten der Optoelektronik  
LFT, 159 Seiten, 100 Bilder, 6 Tab. 2002. ISBN 3-87525-172-5.
- Band 127: Thomas Fröhlich**  
Simultanes Löten von Anschlußkontakte elektronischer Bauteile mit Diodenlaserstrahlung  
LFT, 143 Seiten, 75 Bilder, 6 Tab. 2002. ISBN 3-87525-186-5.

- Band 128: Achim Hofmann**  
Erweiterung der Formgebungs-grenzen beim Umformen von Aluminiumwerkstoffen durch den Einsatz prozessangepasster Platinen  
LFT, 113 Seiten, 58 Bilder, 4 Tab. 2002. ISBN 3-87525-182-2.
- Band 129: Ingo Kriebitzsch**  
3 - D MID Technologie in der Automobilelektronik  
FAPS, 129 Seiten, 102 Bilder, 10 Tab. 2002. ISBN 3-87525-169-5.
- Band 130: Thomas Pohl**  
Fertigungsqualität und Umform-barkeit laserstrahlgeschweißter Formplatten aus Aluminiumle-gierungen  
LFT, 133 Seiten, 93 Bilder, 12 Tab. 2002. ISBN 3-87525-173-3.
- Band 131: Matthias Wenk**  
Entwicklung eines konfigurierba-ren Steuerungssystems für die flexi-ble Sensorführung von Industrie-robotern  
FAPS, 167 Seiten, 85 Bilder, 1 Tab. 2002. ISBN 3-87525-174-1.
- Band 132: Matthias Negendanck**  
Neue Sensorik und Aktorik für Be-arbeitungsköpfe zum Laserstrahl-schweißen  
LFT, 116 Seiten, 60 Bilder, 14 Tab. 2002. ISBN 3-87525-184-9.
- Band 133: Oliver Kreis**  
Integrierte Fertigung - Verfahrens-integration durch Innenhoch-druck-Umformen, Trennen und Laserstrahlschweißen in einem Werkzeug sowie ihre tele- und multimediale Präsentation  
LFT, 167 Seiten, 90 Bilder, 43 Tab. 2002. ISBN 3-87525-176-8.
- Band 134: Stefan Trautner**  
Technische Umsetzung produkt-bezogener Instrumente der Um-weltpolitik bei Elektro- und Elek-tronikgeräten  
FAPS, 179 Seiten, 92 Bilder, 11 Tab. 2002. ISBN 3-87525-177-6.
- Band 135: Roland Meier**  
Strategien für einen produktori-en-tierten Einsatz räumlicher spritz-gegossener Schaltungsträger (3-D MID)  
FAPS, 155 Seiten, 88 Bilder, 14 Tab. 2002. ISBN 3-87525-178-4.
- Band 136: Jürgen Wunderlich**  
Kostensimulation - Simulationsba-sierte Wirtschaftlichkeitsregelung komplexer Produktionssysteme  
FAPS, 202 Seiten, 119 Bilder, 17 Tab. 2002. ISBN 3-87525-179-2.
- Band 137: Stefan Novotny**  
Innenhochdruck-Umformen von Blechen aus Aluminium- und Mag-nesiumlegierungen bei erhöhter Temperatur  
LFT, 132 Seiten, 82 Bilder, 6 Tab. 2002. ISBN 3-87525-185-7.
- Band 138: Andreas Licha**  
Flexible Montageautomatisierung zur Komplettmontage flächenhafter Produktstrukturen durch ko-operierende Industrieroboter  
FAPS, 158 Seiten, 87 Bilder, 8 Tab. 2003. ISBN 3-87525-189-X.
- Band 139: Michael Eisenbarth**  
Beitrag zur Optimierung der Auf-bau- und Verbindungstechnik für mechatronische Baugruppen  
FAPS, 207 Seiten, 141 Bilder, 9 Tab. 2003. ISBN 3-87525-190-3.
- Band 140: Frank Christoph**  
Durchgängige simulationsge-stützte Planung von Fertigungs-einrichtungen der Elektronikpro-dukion  
FAPS, 187 Seiten, 107 Bilder, 9 Tab. 2003. ISBN 3-87525-191-1.
- Band 141: Hinnerk Hagenah**  
Simulationsbasierte Bestimmung der zu erwartenden Maßhaltigkeit für das Blechbiegen  
LFT, 131 Seiten, 36 Bilder, 26 Tab. 2003. ISBN 3-87525-192-X.
- Band 142: Ralf Eckstein**  
Scherschneiden und Biegen metal-lischer Kleinstteile - Materialein-fluss und Materialverhalten  
LFT, 148 Seiten, 71 Bilder, 19 Tab. 2003. ISBN 3-87525-193-8.
- Band 143: Frank H. Meyer-Pittroff**  
Excimerlaserstrahlbiegen dünner metallischer Folien mit homoge-ner Lichtlinie  
LFT, 138 Seiten, 60 Bilder, 16 Tab. 2003. ISBN 3-87525-196-2.
- Band 144: Andreas Kach**  
Rechnergestützte Anpassung von Laserstrahlschneidbahnen an Bau-teilabweichungen  
LFT, 139 Seiten, 69 Bilder, 11 Tab. 2004. ISBN 3-87525-197-0.
- Band 145: Stefan Hierl**  
System- und Prozeßtechnik für das simultane Löten mit Diodenlas-erstrahlung von elektronischen Bau-elementen  
LFT, 124 Seiten, 66 Bilder, 4 Tab. 2004. ISBN 3-87525-198-9.
- Band 146: Thomas Neudecker**  
Tribologische Eigenschaften kera-mischer Blechumformwerkzeuge - Einfluss einer Oberflächenendbe-arbeitung mittels Excimerlaser-strahlung  
LFT, 166 Seiten, 75 Bilder, 26 Tab. 2004. ISBN 3-87525-200-4.
- Band 147: Ulrich Wenger**  
Prozessoptimierung in der Wickel-technik durch innovative maschi-nenbauliche und regelungstechni-sche Ansätze  
FAPS, 132 Seiten, 88 Bilder, 0 Tab. 2004. ISBN 3-87525-203-9.
- Band 148: Stefan Slama**  
Effizienzsteigerung in der Montage durch marktorientierte Monta-gestrukturen und erweiterte Mitarbeiterkompetenz  
FAPS, 188 Seiten, 125 Bilder, 0 Tab. 2004. ISBN 3-87525-204-7.
- Band 149: Thomas Wurm**  
Laserstrahljustieren mittels Akto-ren-Entwicklung von Konzepten und Methoden für die rechnerun-terstützte Modellierung und Opti-mierung von komplexen Aktorsys-temen in der Mikrotechnik  
LFT, 122 Seiten, 51 Bilder, 9 Tab. 2004. ISBN 3-87525-206-3.

- Band 150: Martino Celeghini**  
Wirkmedienbasierte Blechumformung: Grundlagenuntersuchungen zum Einfluss von Werkstoff und Bauteilgeometrie  
LFT, 146 Seiten, 77 Bilder, 6 Tab.  
2004. ISBN 3-87525-207-1.
- Band 151: Ralph Hohenstein**  
Entwurf hochdynamischer Sensor- und Regelsysteme für die adaptive Laserbearbeitung  
LFT, 282 Seiten, 63 Bilder, 16 Tab.  
2004. ISBN 3-87525-210-1.
- Band 152: Angelika Hutterer**  
Entwicklung prozessüberwachender Regelkreise für flexible Formgebungsprozesse  
LFT, 149 Seiten, 57 Bilder, 2 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-212-8.
- Band 153: Emil Egerer**  
Massivumformen metallischer Kleinteile bei erhöhter Prozesstemperatur  
LFT, 158 Seiten, 87 Bilder, 10 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-213-6.
- Band 154: Rüdiger Holzmann**  
Strategien zur nachhaltigen Optimierung von Qualität und Zuverlässigkeit in der Fertigung hochintegrierter Flachbaugruppen  
FAPS, 186 Seiten, 99 Bilder, 19 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-217-9.
- Band 155: Marco Nock**  
Biegeumformen mit Elastomerwerkzeugen Modellierung, Prozessauslegung und Abgrenzung des Verfahrens am Beispiel des Rohrbiegens  
LFT, 164 Seiten, 85 Bilder, 13 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-218-7.
- Band 156: Frank Niebling**  
Qualifizierung einer Prozesskette zum Laserstrahlsintern metallischer Bauteile  
LFT, 148 Seiten, 89 Bilder, 3 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-219-5.
- Band 157: Markus Meiler**  
Großserientauglichkeit trockenschmierstoffbeschichteter Aluminiumbleche im Presswerk Grundlegende Untersuchungen zur Tribologie, zum Umformverhalten und Bauteilversuche  
LFT, 104 Seiten, 57 Bilder, 21 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-221-7.
- Band 158: Agus Sutanto**  
Solution Approaches for Planning of Assembly Systems in Three-Dimensional Virtual Environments  
FAPS, 169 Seiten, 98 Bilder, 3 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-220-9.
- Band 159: Matthias Boiger**  
Hochleistungssysteme für die Fertigung elektronischer Baugruppen auf der Basis flexibler Schaltungsträger  
FAPS, 175 Seiten, 111 Bilder, 8 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-222-5.
- Band 160: Matthias Pitz**  
Laserunterstütztes Biegen höchstfester Mehrphasenstähle  
LFT, 120 Seiten, 73 Bilder, 11 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-223-3.
- Band 161: Meik Vahl**  
Beitrag zur gezielten Beeinflussung des Werkstoffflusses beim Innen-hochdruck-Umformen von Blechen  
LFT, 165 Seiten, 94 Bilder, 15 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-224-1.
- Band 162: Peter K. Kraus**  
Plattformstrategien - Realisierung einer varianz- und kostenoptimierten Wertschöpfung  
FAPS, 181 Seiten, 95 Bilder, 0 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-226-8.
- Band 163: Adrienn Csér**  
Laserstrahlschmelzabtrag - Prozessanalyse und -modellierung  
LFT, 146 Seiten, 79 Bilder, 3 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-227-6.
- Band 164: Markus C. Hahn**  
Grundlegende Untersuchungen zur Herstellung von Leichtbauverbundstrukturen mit Aluminium-schaumkern  
LFT, 143 Seiten, 60 Bilder, 16 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-228-4.
- Band 165: Gordana Michos**  
Mechatronische Ansätze zur Optimierung von Vorschubachsen  
FAPS, 146 Seiten, 87 Bilder, 17 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-230-6.
- Band 166: Markus Stark**  
Auslegung und Fertigung hochpräziser Faser-Kollimator-Arrays  
LFT, 158 Seiten, 115 Bilder, 11 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-231-4.
- Band 167: Yurong Zhou**  
Kollaboratives Engineering Management in der integrierten virtuellen Entwicklung der Anlagen für die Elektronikproduktion  
FAPS, 156 Seiten, 84 Bilder, 6 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-232-2.
- Band 168: Werner Enser**  
Neue Formen permanenter und lösbarer elektrischer Kontaktierungen für mechatronische Baugruppen  
FAPS, 190 Seiten, 112 Bilder, 5 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-233-0.
- Band 169: Katrin Melzer**  
Integrierte Produktpolitik bei elektrischen und elektronischen Geräten zur Optimierung des Product-Life-Cycle  
FAPS, 155 Seiten, 91 Bilder, 17 Tab.  
2005. ISBN 3-87525-234-9.
- Band 170: Alexander Putz**  
Grundlegende Untersuchungen zur Erfassung der realen Vorspannung von armierten Kaltfließpresswerkzeugen mittels Ultraschall  
LFT, 137 Seiten, 71 Bilder, 15 Tab.  
2006. ISBN 3-87525-237-3.
- Band 171: Martin Prechtl**  
Automatisiertes Schichtverfahren für metallische Folien - System- und Prozesstechnik  
LFT, 154 Seiten, 45 Bilder, 7 Tab.  
2006. ISBN 3-87525-238-1.
- Band 172: Markus Meidert**  
Beitrag zur deterministischen Lebensdauerabschätzung von Werkzeugen der Kaltmassivumformung  
LFT, 131 Seiten, 78 Bilder, 9 Tab.  
2006. ISBN 3-87525-239-X.
- Band 173: Bernd Müller**  
Robuste, automatisierte Montagesysteme durch adaptive Prozessführung und montageübergreifende Fehlerprävention am Beispiel flächiger Leichtbauteile  
FAPS, 147 Seiten, 77 Bilder, 0 Tab.  
2006. ISBN 3-87525-240-3.
- Band 174: Alexander Hofmann**  
Hybrides Laserdurchstrahlschweißen von Kunststoffen  
LFT, 136 Seiten, 72 Bilder, 4 Tab.  
2006. ISBN 978-3-87525-243-9.

- Band 175: Peter Wölflick**  
 Innovative Substrate und Prozesse mit feinsten Strukturen für bleifreie Mechatronik-Anwendungen  
 FAPS, 177 Seiten, 148 Bilder, 24 Tab. 2006.  
 ISBN 978-3-87525-246-0.
- Band 176: Attila Komlodi**  
 Detection and Prevention of Hot Cracks during Laser Welding of Aluminium Alloys Using Advanced Simulation Methods  
 LFT, 155 Seiten, 89 Bilder, 14 Tab. 2006. ISBN 978-3-87525-248-4.
- Band 177: Uwe Popp**  
 Grundlegende Untersuchungen zum Laserstrahlstrukturieren von Kaltmassivumformwerkzeugen  
 LFT, 140 Seiten, 67 Bilder, 16 Tab. 2006. ISBN 978-3-87525-249-1.
- Band 178: Veit Rückel**  
 Rechnergestützte Ablaufplanung und Bahngenerierung Für kooperierende Industrieroboter  
 FAPS, 148 Seiten, 75 Bilder, 7 Tab. 2006. ISBN 978-3-87525-250-7.
- Band 179: Manfred Dirscherl**  
 Nicht-thermische Mikrojustiertechnik mittels ultrakurzer Laserpulse  
 LFT, 154 Seiten, 69 Bilder, 10 Tab. 2007. ISBN 978-3-87525-251-4.
- Band 180: Yong Zhuo**  
 Entwurf eines rechnergestützten integrierten Systems für Konstruktion und Fertigungsplanung räumlicher spritzgegossener Schaltungsträger (3D-MID)  
 FAPS, 181 Seiten, 95 Bilder, 5 Tab. 2007. ISBN 978-3-87525-253-8.
- Band 181: Stefan Lang**  
 Durchgängige Mitarbeiterinformation zur Steigerung von Effizienz und Prozesssicherheit in der Produktion  
 FAPS, 172 Seiten, 93 Bilder. 2007. ISBN 978-3-87525-257-6.
- Band 182: Hans-Joachim Krauß**  
 Laserstrahlinduzierte Pyrolyse präkeramischer Polymere  
 LFT, 171 Seiten, 100 Bilder. 2007. ISBN 978-3-87525-258-3.
- Band 183: Stefan Junker**  
 Technologien und Systemlösungen für die flexibel automatisierte Be- stückung permanent erregter Läufer mit oberflächenmontierten Dauermagneten  
 FAPS, 173 Seiten, 75 Bilder. 2007. ISBN 978-3-87525-259-0.
- Band 184: Rainer Kohlbauer**  
 Wissensbasierte Methoden für die simulationsgestützte Auslegung wirkmedienbasierter Blechum- formprozesse  
 LFT, 135 Seiten, 50 Bilder. 2007. ISBN 978-3-87525-260-6.
- Band 185: Klaus Lamprecht**  
 Wirkmedienbasierte Umformung tiefezogener Vorformen unter besonderer Berücksichtigung maßge- schneiderter Halbzeuge  
 LFT, 137 Seiten, 81 Bilder. 2007. ISBN 978-3-87525-265-1.
- Band 186: Bernd Zolleiß**  
 Optimierte Prozesse und Systeme für die Bestückung mechatroni- scher Baugruppen  
 FAPS, 180 Seiten, 117 Bilder. 2007. ISBN 978-3-87525-266-8.
- Band 187: Michael Kerausch**  
 Simulationsgestützte Prozessausle- gung für das Umformen lokal wär- mebehandelter Aluminiumplati- nen  
 LFT, 146 Seiten, 76 Bilder, 7 Tab. 2007. ISBN 978-3-87525-267-5.
- Band 188: Matthias Weber**  
 Unterstützung der Wandlungsfähigkeit von Produktionsanlagen durch innovative Softwaresysteme  
 FAPS, 183 Seiten, 122 Bilder, 3 Tab. 2007. ISBN 978-3-87525-269-9.
- Band 189: Thomas Frick**  
 Untersuchung der prozessbestim- menden Strahl-Stoff-Wechselwir- kungen beim Laserstrahlschwei- ßen von Kunststoffen  
 LFT, 104 Seiten, 62 Bilder, 8 Tab. 2007. ISBN 978-3-87525-268-2.
- Band 190: Joachim Hecht**  
 Werkstoffcharakterisierung und Prozessauslegung für die wirk- medienbasierte Doppelblech-Um- formung von Magnesiumlegierun- gen  
 LFT, 107 Seiten, 91 Bilder, 2 Tab. 2007. ISBN 978-3-87525-270-5.
- Band 191: Ralf Völkl**  
 Stochastische Simulation zur Werkzeuglebensdaueroptimierung und Präzisionsfertigung in der Kaltmassivumformung  
 LFT, 178 Seiten, 75 Bilder, 12 Tab. 2008. ISBN 978-3-87525-272-9.
- Band 192: Massimo Tolazzi**  
 Innenhochdruck-Umformen ver- stärkter Blech-Rahmenstrukturen  
 LFT, 164 Seiten, 85 Bilder, 7 Tab. 2008. ISBN 978-3-87525-273-6.
- Band 193: Cornelia Hoff**  
 Untersuchung der Prozesseinfluss- größen beim Presshärten des höchstfesten Vergütungsstahls 22MnB5  
 LFT, 133 Seiten, 92 Bilder, 5 Tab. 2008. ISBN 978-3-87525-275-0.
- Band 194: Christian Alvarez**  
 Simulationsgestützte Methoden zur effizienten Gestaltung von Lötprozessen in der Elektronikpro- duktion  
 FAPS, 149 Seiten, 86 Bilder, 8 Tab. 2008. ISBN 978-3-87525-277-4.
- Band 195: Andreas Kunze**  
 Automatisierte Montage von mak- romechatronischen Modulen zur flexiblen Integration in hybride Pkw-Bordnetzsysteme  
 FAPS, 160 Seiten, 90 Bilder, 14 Tab. 2008. ISBN 978-3-87525-278-1.
- Band 196: Wolfgang Hußnäßer**  
 Grundlegende Untersuchungen zur experimentellen Ermittlung und zur Modellierung von Fließ- ortkurven bei erhöhten Tempera- turen  
 LFT, 152 Seiten, 73 Bilder, 21 Tab. 2008. ISBN 978-3-87525-279-8.

- Band 197: Thomas Bigl**  
Entwicklung, angepasste Herstellungsverfahren und erweiterte Qualitätssicherung von einsatzgerechten elektronischen Baugruppen  
FAPS, 175 Seiten, 107 Bilder, 14 Tab. 2008. ISBN 978-3-87525-280-4.
- Band 198: Stephan Roth**  
Grundlegende Untersuchungen zum Excimerlaserstrahl-Abtragen unter Flüssigkeitsfilmen  
LFT, 113 Seiten, 47 Bilder, 14 Tab. 2008. ISBN 978-3-87525-281-1.
- Band 199: Artur Giera**  
Prozesstechnische Untersuchungen zum Rührreibschweißen metallischer Werkstoffe  
LFT, 179 Seiten, 104 Bilder, 36 Tab. 2008. ISBN 978-3-87525-282-8.
- Band 200: Jürgen Lechler**  
Beschreibung und Modellierung des Werkstoffverhaltens von presshärtbaren Bor-Manganstählen  
LFT, 154 Seiten, 75 Bilder, 12 Tab. 2009. ISBN 978-3-87525-286-6.
- Band 201: Andreas Blank**  
Untersuchungen zur Erhöhung der Prozessrobustheit bei der Innenhochdruck-Umformung von flächigen Halbzeugen mit vor- bzw. nachgeschalteten Laserstrahlfügeoperationen  
LFT, 120 Seiten, 68 Bilder, 9 Tab. 2009. ISBN 978-3-87525-287-3.
- Band 202: Andreas Schaller**  
Modellierung eines nachfrageorientierten Produktionskonzeptes für mobile Telekommunikationsgeräte  
FAPS, 120 Seiten, 79 Bilder, 0 Tab. 2009. ISBN 978-3-87525-289-7.
- Band 203: Claudio Schimpf**  
Optimierung von Zuverlässigkeitstests, Prüfabläufen und Nacharbeitsprozessen in der Elektronikproduktion  
FAPS, 162 Seiten, 90 Bilder, 14 Tab. 2009. ISBN 978-3-87525-290-3.
- Band 204: Simon Dietrich**  
Sensoriken zur Schwerpunktslagebestimmung der optischen Prozessemissionen beim Laserstrahltschweißen  
LFT, 138 Seiten, 70 Bilder, 5 Tab. 2009. ISBN 978-3-87525-292-7.
- Band 205: Wolfgang Wolf**  
Entwicklung eines agentenbasierter Steuerungssystems zur Materialflussorganisation im wandelbaren Produktionsumfeld  
FAPS, 167 Seiten, 98 Bilder. 2009. ISBN 978-3-87525-293-4.
- Band 206: Steffen Polster**  
Laserdurchstrahlschweißen transparenter Polymerbauteile  
LFT, 160 Seiten, 92 Bilder, 13 Tab. 2009. ISBN 978-3-87525-294-1.
- Band 207: Stephan Manuel Dörfler**  
Rührreibschweißen von walzplattiertem Halbleug und Aluminiumblech zur Herstellung flächiger Aluminiumschaum-Sandwich-Verbundstrukturen  
LFT, 190 Seiten, 98 Bilder, 5 Tab. 2009. ISBN 978-3-87525-295-8.
- Band 208: Uwe Vogt**  
Seriennahe Auslegung von Aluminium Tailored Heat Treated Blanks  
LFT, 151 Seiten, 68 Bilder, 26 Tab. 2009. ISBN 978-3-87525-296-5.
- Band 209: Till Laumann**  
Qualitative und quantitative Bewertung der Crashtauglichkeit von höchstfesten Stählen  
LFT, 117 Seiten, 69 Bilder, 7 Tab. 2009. ISBN 978-3-87525-299-6.
- Band 210: Alexander Diehl**  
Größeneffekte bei Biegeprozessen-Entwicklung einer Methodik zur Identifikation und Quantifizierung  
LFT, 180 Seiten, 92 Bilder, 12 Tab. 2010. ISBN 978-3-87525-302-3.
- Band 211: Detlev Staud**  
Effiziente Prozesskettenauslegung für das Umformen lokal wärmebehandelter und geschweißter Aluminiumbleche  
LFT, 164 Seiten, 72 Bilder, 12 Tab. 2010. ISBN 978-3-87525-303-0.
- Band 212: Jens Ackermann**  
Prozesssicherung beim Laserdurchstrahlschweißen thermoplastischer Kunststoffe  
LPT, 129 Seiten, 74 Bilder, 13 Tab. 2010. ISBN 978-3-87525-305-4.
- Band 213: Stephan Weidel**  
Grundlegende Untersuchungen zum Kontaktzustand zwischen Werkstück und Werkzeug bei umformtechnischen Prozessen unter tribologischen Gesichtspunkten  
LFT, 144 Seiten, 67 Bilder, 11 Tab. 2010. ISBN 978-3-87525-307-8.
- Band 214: Stefan Geißdörfer**  
Entwicklung eines mesoskopischen Modells zur Abbildung von Größeneffekten in der Kaltmassivumformung mit Methoden der FE-Simulation  
LFT, 133 Seiten, 83 Bilder, 11 Tab. 2010. ISBN 978-3-87525-308-5.
- Band 215: Christian Matzner**  
Konzeption produktsspezifischer Lösungen zur Robustheitssteigerung elektronischer Systeme gegen die Einwirkung von Betauung im Automobil  
FAPS, 165 Seiten, 93 Bilder, 14 Tab. 2010. ISBN 978-3-87525-309-2.
- Band 216: Florian Schüßler**  
Verbindungs- und Systemtechnik für thermisch hochbeanspruchte und miniaturisierte elektronische Baugruppen  
FAPS, 184 Seiten, 93 Bilder, 18 Tab. 2010. ISBN 978-3-87525-310-8.
- Band 217: Massimo Cojutti**  
Strategien zur Erweiterung der Prozessgrenzen bei der Innenhochdruck-Umformung von Rohren und Blechpaaren  
LFT, 125 Seiten, 56 Bilder, 9 Tab. 2010. ISBN 978-3-87525-312-2.
- Band 218: Raoul Plettke**  
Mehrkratierelle Optimierung komplexer Aktorsysteme für das Laserstrahljustieren  
LFT, 152 Seiten, 25 Bilder, 3 Tab. 2010. ISBN 978-3-87525-315-3.

- Band 219: Andreas Dobroschke**  
Flexible Automatisierungslösungen für die Fertigung wickeltechnischer Produkte  
FAPS, 184 Seiten, 109 Bilder, 18 Tab. 2011. ISBN 978-3-87525-317-7.
- Band 220: Azhar Zam**  
Optical Tissue Differentiation for Sensor-Controlled Tissue-Specific Laser Surgery  
LPT, 99 Seiten, 45 Bilder, 8 Tab. 2011. ISBN 978-3-87525-318-4.
- Band 221: Michael Rösch**  
Potenziale und Strategien zur Optimierung des Schablonendruckprozesses in der Elektronikproduktion  
FAPS, 192 Seiten, 127 Bilder, 19 Tab. 2011. ISBN 978-3-87525-319-1.
- Band 222: Thomas Rechtenwald**  
Quasi-isothermes Laserstrahlsintern von Hochtemperatur-Thermoplasten - Eine Betrachtung werkstoff-prozessspezifischer Aspekte am Beispiel PEEK  
LPT, 150 Seiten, 62 Bilder, 8 Tab. 2011. ISBN 978-3-87525-320-7.
- Band 223: Daniel Craiovan**  
Prozesse und Systemlösungen für die SMT-Montage optischer Baulemente auf Substrate mit integrierten Lichtwellenleitern  
FAPS, 165 Seiten, 85 Bilder, 8 Tab. 2011. ISBN 978-3-87525-324-5.
- Band 224: Kay Wagner**  
Beanspruchungsangepasste Kaltmassivumformwerkzeuge durch lokal optimierte Werkzeugoberflächen  
LFT, 147 Seiten, 103 Bilder, 17 Tab. 2011. ISBN 978-3-87525-325-2.
- Band 225: Martin Brandhuber**  
Verbesserung der Prognosegüte des Versagens von Punktschweißverbindungen bei höchstfesten Stahlgüten  
LFT, 155 Seiten, 91 Bilder, 19 Tab. 2011. ISBN 978-3-87525-327-6.
- Band 226: Peter Sebastian Feuser**  
Ein Ansatz zur Herstellung von pressgehärteten Karosseriekomponenten mit maßgeschneiderten mechanischen Eigenschaften: Temperierte Umformwerkzeuge, Prozessfenster, Prozesssimulation und funktionale Untersuchung  
LFT, 195 Seiten, 97 Bilder, 60 Tab. 2012. ISBN 978-3-87525-328-3.
- Band 227: Murat Arbak**  
Material Adapted Design of Cold Forging Tools Exemplified by Powder Metallurgical Tool Steels and Ceramics  
LFT, 109 Seiten, 56 Bilder, 8 Tab. 2012. ISBN 978-3-87525-330-6.
- Band 228: Indra Pitz**  
Beschleunigte Simulation des Laserstrahlumformens von Aluminiumblechen  
LPT, 137 Seiten, 45 Bilder, 27 Tab. 2012. ISBN 978-3-87525-333-7.
- Band 229: Alexander Grimm**  
Prozessanalyse und -überwachung des Laserstrahlhartlöten mittels optischer Sensorik  
LPT, 125 Seiten, 61 Bilder, 5 Tab. 2012. ISBN 978-3-87525-334-4.
- Band 230: Markus Kaupper**  
Biegen von höhenfesten Stahlblechwerkstoffen - Umformverhalten und Grenzen der Biegbarkeit  
LFT, 160 Seiten, 57 Bilder, 10 Tab. 2012. ISBN 978-3-87525-339-9.
- Band 231: Thomas Kroiß**  
Modellbasierte Prozessauslegung für die Kaltmassivumformung unter Berücksichtigung der Werkzeug- und Pressenauffederung  
LFT, 169 Seiten, 50 Bilder, 19 Tab. 2012. ISBN 978-3-87525-341-2.
- Band 232: Christian Goth**  
Analyse und Optimierung der Entwicklung und Zuverlässigkeit räumlicher Schaltungsträger (3D-MID)  
FAPS, 176 Seiten, 102 Bilder, 22 Tab. 2012. ISBN 978-3-87525-340-5.
- Band 233: Christian Ziegler**  
Ganzheitliche Automatisierung mechatronischer Systeme in der Medizin am Beispiel Strahlentherapie  
FAPS, 170 Seiten, 71 Bilder, 19 Tab. 2012. ISBN 978-3-87525-342-9.
- Band 234: Florian Albert**  
Automatisiertes Laserstrahllöten und -reparaturlöten elektronischer Baugruppen  
LPT, 127 Seiten, 78 Bilder, 11 Tab. 2012. ISBN 978-3-87525-344-3.
- Band 235: Thomas Stöhr**  
Analyse und Beschreibung des mechanischen Werkstoffverhaltens von presshärzbaren Bor-Manganstählen  
LFT, 118 Seiten, 74 Bilder, 18 Tab. 2013. ISBN 978-3-87525-346-7.
- Band 236: Christian Kägeler**  
Prozessdynamik beim Laserstrahlschweißen verzinkter Stahlbleche im Überlappstoß  
LPT, 145 Seiten, 80 Bilder, 3 Tab. 2013. ISBN 978-3-87525-347-4.
- Band 237: Andreas Sulzberger**  
Seriennahe Auslegung der Prozesskette zur wärmeunterstützten Umformung von Aluminiumblechwerkstoffen  
LFT, 153 Seiten, 87 Bilder, 17 Tab. 2013. ISBN 978-3-87525-349-8.
- Band 238: Simon Opel**  
Herstellung prozessangepasster Halbzeuge mit variabler Blechdicke durch die Anwendung von Verfahren der Blechmassivumformung  
LFT, 165 Seiten, 108 Bilder, 27 Tab. 2013. ISBN 978-3-87525-350-4.
- Band 239: Rajesh Kanawade**  
In-vivo Monitoring of Epithelium Vessel and Capillary Density for the Application of Detection of Clinical Shock and Early Signs of Cancer Development  
LPT, 124 Seiten, 58 Bilder, 15 Tab. 2013. ISBN 978-3-87525-351-1.
- Band 240: Stephan Busse**  
Entwicklung und Qualifizierung eines Schneidclinchverfahrens  
LFT, 119 Seiten, 86 Bilder, 20 Tab. 2013. ISBN 978-3-87525-352-8.

- Band 241: Karl-Heinz Leitz**  
Mikro- und Nanostrukturierung mit kurz und ultrakurz gepulster Laserstrahlung  
LPT, 154 Seiten, 71 Bilder, 9 Tab.  
2013. ISBN 978-3-87525-355-9.
- Band 242: Markus Michl**  
Webbasierte Ansätze zur ganzheitlichen technischen Diagnose  
FAPS, 182 Seiten, 62 Bilder, 20 Tab.  
2013. ISBN 978-3-87525-356-6.
- Band 243: Vera Sturm**  
Einfluss von Chargenschwankungen auf die Verarbeitungsgrenzen von Stahlwerkstoffen  
LFT, 113 Seiten, 58 Bilder, 9 Tab.  
2013. ISBN 978-3-87525-357-3.
- Band 244: Christian Neudel**  
Mikrostrukturelle und mechanisch-technologische Eigenschaften widerstandspunktgeschweißter Aluminium-Stahl-Verbindungen für den Fahrzeugbau  
LFT, 178 Seiten, 171 Bilder, 31 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-358-0.
- Band 245: Anja Neumann**  
Konzept zur Beherrschung der Prozessschwankungen im Presswerk  
LFT, 162 Seiten, 68 Bilder, 15 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-360-3.
- Band 246: Ulf-Hermann Quentin**  
Laserbasierte Nanostrukturierung mit optisch positionierten Mikrolinsen  
LPT, 137 Seiten, 89 Bilder, 6 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-361-0.
- Band 247: Erik Lamprecht**  
Der Einfluss der Fertigungsverfahren auf die Wirbelstromverluste von Stator-Einzelzahnblechpaketen für den Einsatz in Hybrid- und Elektrofahrzeugen  
FAPS, 148 Seiten, 138 Bilder, 4 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-362-7.
- Band 248: Sebastian Rösel**  
Wirkmedienbasierte Umformung von Blechhalbleusen unter Anwendung magnetorheologischer Flüssigkeiten als kombiniertes Wirk- und Dichtmedium  
LFT, 148 Seiten, 61 Bilder, 12 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-363-4.
- Band 249: Paul Hippchen**  
Simulative Prognose der Geometrie indirekt pressgehärteter Karosseriebauteile für die industrielle Anwendung  
LFT, 163 Seiten, 89 Bilder, 12 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-364-1.
- Band 250: Martin Zubeil**  
Versagensprognose bei der Prozesssimulation von Biegeumform- und Falzverfahren  
LFT, 171 Seiten, 90 Bilder, 5 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-365-8.
- Band 251: Alexander Kühl**  
Flexible Automatisierung der Stahlgussmontage mit Hilfe einer universellen ambidexteren Kinematik  
FAPS, 142 Seiten, 60 Bilder, 26 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-367-2.
- Band 252: Thomas Albrecht**  
Optimierte Fertigungstechnologien für Rotoren getriebointegrierter PM-Synchronmotoren von Hybirdfahrzeugen  
FAPS, 198 Seiten, 130 Bilder, 38 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-368-9.
- Band 253: Florian Risch**  
Planning and Production Concepts for Contactless Power Transfer Systems for Electric Vehicles  
FAPS, 185 Seiten, 125 Bilder, 13 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-369-6.
- Band 254: Markus Weigl**  
Laserstrahlschweißen von Mischverbindungen aus austenitischen und ferritischen korrosionsbeständigen Stahlwerkstoffen  
LPT, 184 Seiten, 110 Bilder, 6 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-370-2.
- Band 255: Johannes Noneder**  
Beanspruchungserfassung für die Validierung von FE-Modellen zur Auslegung von Massivumformwerkzeugen  
LFT, 161 Seiten, 65 Bilder, 14 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-371-9.
- Band 256: Andreas Reinhardt**  
Ressourceneffiziente Prozess- und Produktionstechnologie für flexible Schaltungsträger  
FAPS, 123 Seiten, 69 Bilder, 19 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-373-3.
- Band 257: Tobias Schmuck**  
Ein Beitrag zur effizienten Gestaltung globaler Produktions- und Logistiknetzwerke mittels Simulation  
FAPS, 151 Seiten, 74 Bilder. 2014.  
ISBN 978-3-87525-374-0.
- Band 258: Bernd Eichenhüller**  
Untersuchungen der Effekte und Wechselwirkungen charakteristischer Einflussgrößen auf das Umformverhalten bei Mikroumformprozessen  
LFT, 127 Seiten, 29 Bilder, 9 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-375-7.
- Band 259: Felix Lütteke**  
Vielseitiges autonomes Transportsystem basierend auf Weltmodellerstellung mittels Datenfusion von Deckenkameras und Fahrzeugsensoren  
FAPS, 152 Seiten, 54 Bilder, 20 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-376-4.
- Band 260: Martin Grüner**  
Hochdruck-Blechumformung mit formlos festen Stoffen als Wirkmedium  
LFT, 144 Seiten, 66 Bilder, 29 Tab.  
2014. ISBN 978-3-87525-379-5.
- Band 261: Christian Brock**  
Analyse und Regelung des Laserstrahlieforschweißprozesses durch Detektion der Metalldampffackelposition  
LPT, 126 Seiten, 65 Bilder, 3 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-380-1.
- Band 262: Peter Vatter**  
Sensitivitätsanalyse des 3-Rollen-Schubbiegens auf Basis der Finite Elemente Methode  
LFT, 145 Seiten, 57 Bilder, 26 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-381-8.
- Band 263: Florian Klämpfl**  
Planung von Laserbestrahlungen durch simulationsbasierte Optimierung  
LPT, 169 Seiten, 78 Bilder, 32 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-384-9.
- Band 264: Matthias Domke**  
Transiente physikalische Mechanismen bei der Laserablation von dünnen Metallschichten  
LPT, 133 Seiten, 43 Bilder, 3 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-385-6.

- Band 265: Johannes Götz**  
Community-basierte Optimierung des Anlagenengineering  
FAPS, 177 Seiten, 80 Bilder, 30 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-386-3.
- Band 266: Hung Nguyen**  
Qualifizierung des Potentials von Verfestigungseffekten zur Erweiterung des Umformvermögens austärbarer Aluminiumlegierungen  
LFT, 137 Seiten, 57 Bilder, 16 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-387-0.
- Band 267: Andreas Kuppert**  
Erweiterung und Verbesserung von Versuchs- und Auswertetechniken für die Bestimmung von Grenzformänderungskurven  
LFT, 138 Seiten, 82 Bilder, 2 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-388-7.
- Band 268: Kathleen Klaus**  
Erstellung eines Werkstofforientierten Fertigungsprozessfensters zur Steigerung des Formgebungsvermögens von Aluminiumlegierungen unter Anwendung einer zwischengeschalteten Wärmebehandlung  
LFT, 154 Seiten, 70 Bilder, 8 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-391-7.
- Band 269: Thomas Svec**  
Untersuchungen zur Herstellung von funktionsoptimierten Bauteilen im partiellen Presshärtprozess mittels lokal unterschiedlich temperierter Werkzeuge  
LFT, 166 Seiten, 87 Bilder, 15 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-392-4.
- Band 270: Tobias Schrader**  
Grundlegende Untersuchungen zur Verschleißcharakterisierung beschichteter Kaltmassivumformwerkzeuge  
LFT, 164 Seiten, 55 Bilder, 11 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-393-1.
- Band 271: Matthäus Brela**  
Untersuchung von Magnetfeld-Messmethoden zur ganzheitlichen Wertschöpfungsoptimierung und Fehlerdetektion an magnetischen Akten  
FAPS, 170 Seiten, 97 Bilder, 4 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-394-8.
- Band 272: Michael Wieland**  
Entwicklung einer Methode zur Prognose adhäsiven Verschleißes an Werkzeugen für das direkte Presshärten  
LFT, 156 Seiten, 84 Bilder, 9 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-395-5.
- Band 273: René Schramm**  
Strukturierte additive Metallisierung durch kaltaktives Atmosphärendruckplasma  
FAPS, 136 Seiten, 62 Bilder, 15 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-396-2.
- Band 274: Michael Lechner**  
Herstellung beanspruchungsangepasster Aluminiumblechhalbzeuge durch eine maßgeschneiderte Variation der Abkühlgeschwindigkeit nach Lösungsglühen  
LFT, 136 Seiten, 62 Bilder, 15 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-397-9.
- Band 275: Kolja Andreas**  
Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit auf das Werkzeugeinsatzverhalten beim Kaltfließpressen  
LFT, 169 Seiten, 76 Bilder, 4 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-398-6.
- Band 276: Marcus Baum**  
Laser Consolidation of ITO Nanoparticles for the Generation of Thin Conductive Layers on Transparent Substrates  
LPT, 158 Seiten, 75 Bilder, 3 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-399-3.
- Band 277: Thomas Schneider**  
Umformtechnische Herstellung dünnwandiger Funktionsbauteile aus Feinblech durch Verfahren der Blechmassivumformung  
LFT, 188 Seiten, 95 Bilder, 7 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-401-3.
- Band 278: Jochen Merhof**  
Schematische Modellierung automatisierter Produktionssysteme zur Verbesserung der IT-Integration zwischen Anlagen-Engineering und Steuerungsebene  
FAPS, 157 Seiten, 88 Bilder, 8 Tab.  
2015. ISBN 978-3-87525-402-0.
- Band 279: Fabian Zöller**  
Erarbeitung von Grundlagen zur Abbildung des tribologischen Systems in der Umformsimulation  
LFT, 126 Seiten, 51 Bilder, 3 Tab.  
2016. ISBN 978-3-87525-403-7.
- Band 280: Christian Hezler**  
Einsatz technologischer Versuche zur Erweiterung der Versagensvorhersage bei Karosseriebauteilen aus höchstfesten Stählen  
LFT, 147 Seiten, 63 Bilder, 44 Tab.  
2016. ISBN 978-3-87525-404-4.
- Band 281: Jochen Bönig**  
Integration des Systemverhaltens von Automobil-Hochvoltleitungen in die virtuelle Absicherung durch strukturmechanische Simulation  
FAPS, 177 Seiten, 107 Bilder, 17 Tab.  
2016. ISBN 978-3-87525-405-1.
- Band 282: Johannes Kohl**  
Automatisierte Datenerfassung für diskret ereignisorientierte Simulationen in den energieflexiblen Fabrik  
FAPS, 160 Seiten, 80 Bilder, 27 Tab.  
2016. ISBN 978-3-87525-406-8.
- Band 283: Peter Bechtold**  
Mikroschockwellenumformung mittels ultrakurzer Laserpulse  
LPT, 155 Seiten, 59 Bilder, 10 Tab.  
2016. ISBN 978-3-87525-407-5.
- Band 284: Stefan Berger**  
Laserstrahlschweißen thermoplastischer Kohlenstofffaserverbundwerkstoffe mit spezifischem Zusatzdraht  
LPT, 118 Seiten, 68 Bilder, 9 Tab.  
2016. ISBN 978-3-87525-408-2.
- Band 285: Martin Bornschlegl**  
Methods-Energy Measurement - Eine Methode zur Energieplanung für Fügeverfahren im Karosseriebau  
FAPS, 136 Seiten, 72 Bilder, 46 Tab.  
2016. ISBN 978-3-87525-409-9.
- Band 286: Tobias Rackow**  
Erweiterung des Unternehmenscontrollings um die Dimension Energie  
FAPS, 164 Seiten, 82 Bilder, 29 Tab.  
2016. ISBN 978-3-87525-410-5.
- Band 287: Johannes Koch**  
Grundlegende Untersuchungen zur Herstellung zyklisch-symmetrischer Bauteile mit Nebenformelementen durch Blechmassivumformung  
LFT, 125 Seiten, 49 Bilder, 17 Tab.  
2016. ISBN 978-3-87525-411-2.

- Band 288: Hans Ulrich Vierzigmann**  
Beitrag zur Untersuchung der tribologischen Bedingungen in der Blechmassivumformung - Bereitstellung von tribologischen Modellversuchen und Realisierung von Tailored Surfaces  
LFT, 174 Seiten, 102 Bilder, 34 Tab. 2016. ISBN 978-3-87525-412-9.
- Band 289: Thomas Senner**  
Methodik zur virtuellen Absicherung der formgebenden Operation des Nasspressprozesses von Gelege-Mehrschichtverbunden  
LFT, 156 Seiten, 96 Bilder, 21 Tab. 2016. ISBN 978-3-87525-414-3.
- Band 290: Sven Kreitlein**  
Der grundoperationsspezifische Mindestenergiebedarf als Referenzwert zur Bewertung der Energieeffizienz in der Produktion  
FAPS, 185 Seiten, 64 Bilder, 30 Tab. 2016. ISBN 978-3-87525-415-0.
- Band 291: Christian Roos**  
Remote-Laserstrahlschweißen verzinkter Stahlbleche in Kehlnahtgeometrie  
LPT, 123 Seiten, 52 Bilder, 0 Tab. 2016. ISBN 978-3-87525-416-7.
- Band 292: Alexander Kahrimanidis**  
Thermisch unterstützte Umformung von Aluminiumblechen  
LFT, 165 Seiten, 103 Bilder, 18 Tab. 2016. ISBN 978-3-87525-417-4.
- Band 293: Jan Tremel**  
Flexible Systems for Permanent Magnet Assembly and Magnetic Rotor Measurement / Flexible Systeme zur Montage von Permanentmagneten und zur Messung magnetischer Rotoren  
FAPS, 152 Seiten, 91 Bilder, 12 Tab. 2016. ISBN 978-3-87525-419-8.
- Band 294: Ioannis Tsoupis**  
Schädigungs- und Versagensverhalten hochfester Leichtbauwerkstoffe unter Biegebeanspruchung  
LFT, 176 Seiten, 51 Bilder, 6 Tab. 2017. ISBN 978-3-87525-420-4.
- Band 295: Sven Hildering**  
Grundlegende Untersuchungen zum Prozessverhalten von Silizium als Werkzeugwerkstoff für das Mikroscherschneiden metallischer Folien  
LFT, 177 Seiten, 74 Bilder, 17 Tab. 2017. ISBN 978-3-87525-422-8.
- Band 296: Sasia Mareike Hertweck**  
Zeitliche Pulsformung in der Lasermikromaterialbearbeitung – Grundlegende Untersuchungen und Anwendungen  
LPT, 146 Seiten, 67 Bilder, 5 Tab. 2017. ISBN 978-3-87525-423-5.
- Band 297: Paryanto**  
Mechatronic Simulation Approach for the Process Planning of Energy-Efficient Handling Systems  
FAPS, 162 Seiten, 86 Bilder, 13 Tab. 2017. ISBN 978-3-87525-424-2.
- Band 298: Peer Stenzel**  
Großserientaugliche Nadelwickeltechnik für veteilte Wicklungen im Anwendungsfäll der E-Traktionsantriebe  
FAPS, 239 Seiten, 147 Bilder, 20 Tab. 2017. ISBN 978-3-87525-425-9.
- Band 299: Mario Lušić**  
Ein Vorgehensmodell zur Erstellung montageführender Werkerinformationssysteme simultan zum Produktentstehungsprozess  
FAPS, 174 Seiten, 79 Bilder, 22 Tab. 2017. ISBN 978-3-87525-426-6.
- Band 300: Arnd Buschhaus**  
Hochpräzise adaptive Steuerung und Regelung robotergeführter Prozesse  
FAPS, 202 Seiten, 96 Bilder, 4 Tab. 2017. ISBN 978-3-87525-427-3.
- Band 301: Tobias Laumer**  
Erzeugung von thermoplastischen Werkstoffverbunden mittels simultanem, intensitätsselektivem Laserstrahlschmelzen  
LPT, 140 Seiten, 82 Bilder, 0 Tab. 2017. ISBN 978-3-87525-428-0.
- Band 302: Nora Unger**  
Untersuchung einer thermisch unterstützten Fertigungskette zur Herstellung umgeformter Bauteile aus der höherfesten Aluminiumlegierung EN AW-7020  
LFT, 142 Seiten, 53 Bilder, 8 Tab. 2017. ISBN 978-3-87525-429-7.
- Band 303: Tommaso Stellin**  
Design of Manufacturing Processes for the Cold Bulk Forming of Small Metal Components from Metal Strip  
LFT, 146 Seiten, 67 Bilder, 7 Tab. 2017. ISBN 978-3-87525-430-3.
- Band 304: Bassim Bachy**  
Experimental Investigation, Modeling, Simulation and Optimization of Molded Interconnect Devices (MID) Based on Laser Direct Structuring (LDS) / Experimentelle Untersuchung, Modellierung, Simulation und Optimierung von Molded Interconnect Devices (MID) basierend auf Laser Direktsystematisierung (LDS)  
FAPS, 168 Seiten, 120 Bilder, 26 Tab. 2017. ISBN 978-3-87525-431-0.
- Band 305: Michael Spahr**  
Automatisierte Kontaktierungsverfahren für flachleiterbasierte Pkw-Bordnetzsysteme  
FAPS, 197 Seiten, 98 Bilder, 17 Tab. 2017. ISBN 978-3-87525-432-7.
- Band 306: Sebastian Suttner**  
Charakterisierung und Modellierung des spannungszustandsabhängigen Werkstoffverhaltens der Magnesiumlegierung AZ31B für die numerische Prozessauslegung  
LFT, 150 Seiten, 84 Bilder, 19 Tab. 2017. ISBN 978-3-87525-433-4.
- Band 307: Bhargav Potdar**  
A reliable methodology to deduce thermo-mechanical flow behaviour of hot stamping steels  
LFT, 203 Seiten, 98 Bilder, 27 Tab. 2017. ISBN 978-3-87525-436-5.
- Band 308: Maria Löffler**  
Steuerung von Blechmassivumformprozessen durch maßgeschneiderte tribologische Systeme  
LFT, viii u. 166 Seiten, 90 Bilder, 5 Tab. 2018. ISBN 978-3-96147-133-1.

- Band 309: Martin Müller**  
Untersuchung des kombinierten Trenn- und Umformprozesses beim Fügen artungleicher Werkstoffe mittels Schneidclinchverfahren  
LFT, xi u. 149 Seiten, 89 Bilder, 6 Tab. 2018. ISBN: 978-3-96147-135-5.
- Band 310: Christopher Kästle**  
Qualifizierung der Kupfer-Drahtbondtechnologie für integrierte Leistungsmodule in harschen Umgebungsbedingungen  
FAPS, xii u. 167 Seiten, 70 Bilder, 18 Tab. 2018. ISBN 978-3-96147-145-4.
- Band 311: Daniel Vipavc**  
Eine Simulationsmethode für das 3-Rollen-Schubbiegen  
LFT, xiii u. 121 Seiten, 56 Bilder, 17 Tab. 2018. ISBN 978-3-96147-147-8.
- Band 312: Christina Ramer**  
Arbeitsraumüberwachung und autonome Bahnplanung für ein sicheres und flexibles Roboter-Assistentensystem in der Fertigung  
FAPS, xiv u. 188 Seiten, 57 Bilder, 9 Tab. 2018. ISBN 978-3-96147-153-9.
- Band 313: Miriam Rauer**  
Der Einfluss von Poren auf die Zuverlässigkeit der Lötverbindungen von Hochleistungs-Leuchtdioden  
FAPS, xii u. 209 Seiten, 108 Bilder, 21 Tab. 2018.  
ISBN 978-3-96147-157-7.
- Band 314: Felix Tenner**  
Kamerabasierte Untersuchungen der Schmelze und Gasströmungen beim Laserstrahlschweißen verzinkter Stahlbleche  
LPT, xxiii u. 184 Seiten, 94 Bilder, 7 Tab. 2018. ISBN 978-3-96147-160-7.
- Band 315: Aarief Syed-Khaja**  
Diffusion Soldering for High-temperature Packaging of Power Electronics  
FAPS, x u. 202 Seiten, 144 Bilder, 32 Tab. 2018. ISBN 978-3-87525-162-1.
- Band 316: Adam Schaub**  
Grundlagenwissenschaftliche Untersuchung der kombinierten Prozesskette aus Umformen und Additive Fertigung  
LFT, xi u. 192 Seiten, 72 Bilder, 27 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-166-9.
- Band 317: Daniel Gröbel**  
Herstellung von Nebenformelementen unterschiedlicher Geometrie an Blechen mittels Fließpresserverfahren der Blechmassivumformung  
LFT, x u. 165 Seiten, 96 Bilder, 13 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-168-3.
- Band 318: Philipp Hildenbrand**  
Entwicklung einer Methodik zur Herstellung von Tailored Blanks mit definierten Halbzeugeigenschaften durch einen Taumelprozess  
LFT, ix u. 153 Seiten, 77 Bilder, 4 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-174-4.
- Band 319: Tobias Konrad**  
Simulative Auslegung der Spann- und Fixierkonzepte im Karosseriebau: Bewertung der Baugruppenmaßhaltigkeit unter Berücksichtigung schwankender Einflussgrößen  
LFT, x u. 203 Seiten, 134 Bilder, 32 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-176-8.
- Band 320: David Meinel**  
Architekturapplikationsspezifischer Multi-Physics-Simulationskonfiguratoren am Beispiel modularer Triebzüge  
FAPS, xii u. 166 Seiten, 82 Bilder, 25 Tab. 2019.  
ISBN 978-3-96147-184-3.
- Band 321: Andrea Zimmermann**  
Grundlegende Untersuchungen zum Einfluss fertigungsbedingter Eigenschaften auf die Ermüdungsfestigkeit kaltmassivumgeformter Bauteile  
LFT, ix u. 160 Seiten, 66 Bilder, 5 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-190-4.
- Band 322: Christoph Amann**  
Simulative Prognose der Geometrie nassgepresster Karosseriebauteile aus Gelege-Mehrschichtverbunden  
LFT, xvi u. 169 Seiten, 80 Bilder, 13 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-194-2.
- Band 323: Jennifer Tenner**  
Realisierung schmierstofffreier Tieftziehprozesse durch maßgeschneiderte Werkzeugoberflächen  
LFT, x u. 187 Seiten, 68 Bilder, 13 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-196-6.
- Band 324: Susan Zöller**  
Mapping Individual Subjective Values to Product Design  
KTmfk, xi u. 223 Seiten, 81 Bilder, 25 Tab. 2019.  
ISBN 978-3-96147-202-4.
- Band 325: Stefan Lutz**  
Erarbeitung einer Methodik zur semiempirischen Ermittlung der Umwandlungskinetik durchhärtender Wälzlagerstähle für die Wärmebehandlungssimulation  
LFT, xiv u. 189 Seiten, 75 Bilder, 32 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-209-3.
- Band 326: Tobias Gnibl**  
Modellbasierte Prozesskettenabbildung rührreibgeschweißter Aluminiumhalbzeuge zur umformtechnischen Herstellung höchstfester Leichtbau-strukturteile  
LFT, xii u. 167 Seiten, 68 Bilder, 17 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-217-8.
- Band 327: Johannes Bürrer**  
Technisch-wirtschaftliche Optionen zur Lastflexibilisierung durch intelligente elektrische Wärmespeicher  
FAPS, xiv u. 233 Seiten, 89 Bilder, 27 Tab. 2019.  
ISBN 978-3-96147-219-2.
- Band 328: Wolfgang Böhm**  
Verbesserung des Umformverhaltens von mehrlagigen Aluminiumblechwerkstoffen mit ultrafeinkörnigem Gefüge  
LFT, ix u. 160 Seiten, 88 Bilder, 14 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-227-7.
- Band 329: Stefan Landkammer**  
Grundsatzuntersuchungen, mathematische Modellierung und Ableitung einer Auslegungsmethodik für Gelenkantriebe nach dem Spinnenbeinprinzip  
LFT, xii u. 200 Seiten, 83 Bilder, 13 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-229-1.
- Band 330: Stephan Rapp**  
Pump-Probe-Ellipsometrie zur Messung transienter optischer Materialeigenschaften bei der Ultrakurzpuls-Lasermaterialbearbeitung  
LPT, xi u. 143 Seiten, 49 Bilder, 2 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-235-2.

- Band 331: Michael Scholz**  
Intralogistics Execution System mit integrierten autonomen, servicebasierten Transportentitäten  
FAPS, xi u. 195 Seiten, 55 Bilder, 11 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-237-6.
- Band 332: Eva Bogner**  
Strategien der Produktindividuierung in der produzierenden Industrie im Kontext der Digitalisierung  
FAPS, ix u. 201 Seiten, 55 Bilder, 28 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-246-8.
- Band 333: Daniel Benjamin Krüger**  
Ein Ansatz zur CAD-integrierten muskuloskelettalen Analyse der Mensch-Maschine-Interaktion  
KTmfk, x u. 217 Seiten, 102 Bilder, 7 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-250-5.
- Band 334: Thomas Kuhn**  
Qualität und Zuverlässigkeit laserdirektstrukturierter mechatronisch integrierter Baugruppen (LDS-MID)  
FAPS, ix u. 152 Seiten, 69 Bilder, 12 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-252-9.
- Band 335: Hans Fleischmann**  
Modellbasierte Zustands- und Prozessüberwachung auf Basis soziocyber-physischer Systeme  
FAPS, xi u. 214 Seiten, 111 Bilder, 18 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-256-7.
- Band 336: Markus Michalski**  
Grundlegende Untersuchungen zum Prozess- und Werkstoffverhalten bei schwingungsüberlagerter Umformung  
LFT, xii u. 197 Seiten, 93 Bilder, 11 Tab. 2019. ISBN 978-3-96147-270-3.
- Band 337: Markus Brandmeier**  
Ganzheitliches ontologiebasiertes Wissensmanagement im Umfeld der industriellen Produktion  
FAPS, xi u. 255 Seiten, 77 Bilder, 33 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-275-8.
- Band 338: Stephan Purr**  
Datenerfassung für die Anwendung lernender Algorithmen bei der Herstellung von Blechformteilen  
LFT, ix u. 165 Seiten, 48 Bilder, 4 Tab. 2020. ISBN 978-3-96147-281-9.
- Band 339: Christoph Kiener**  
Kaltfließpressen von gerad- und schrägverzahnten Zahnrädern  
LFT, viii u. 151 Seiten, 81 Bilder, 3 Tab. 2020. ISBN 978-3-96147-287-1.
- Band 340: Simon Spreng**  
Numerische, analytische und empirische Modellierung des Heißcrimprozesses  
FAPS, xix u. 204 Seiten, 91 Bilder, 27 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-293-2.
- Band 341: Patrik Schwingenschlögl**  
Erarbeitung eines Prozessverständnisses zur Verbesserung der tribologischen Bedingungen beim Presshärten  
LFT, x u. 177 Seiten, 81 Bilder, 8 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-297-0.
- Band 342: Emanuela Affronti**  
Evaluation of failure behaviour of sheet metals  
LFT, ix u. 136 Seiten, 57 Bilder, 20 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-303-8.
- Band 343: Julia Degner**  
Grundlegende Untersuchungen zur Herstellung hochfester Aluminiumblechbauteile in einem kombinierten Umform- und Abschreckprozess  
LFT, x u. 172 Seiten, 61 Bilder, 9 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-307-6.
- Band 344: Maximilian Wagner**  
Automatische Bahnplanung für die Aufteilung von Prozessbewegungen in synchrone Werkstück- und Werkzeugbewegungen mittels Multi-Roboter-Systemen  
FAPS, xxi u. 181 Seiten, 111 Bilder, 15 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-309-0.
- Band 345: Stefan Härtter**  
Qualifizierung des Montageprozesses hochminiaturisierter elektronischer Bauelemente  
FAPS, ix u. 194 Seiten, 97 Bilder, 28 Tab. 2020. ISBN 978-3-96147-314-4.
- Band 346: Toni Donhauser**  
Ressourcenorientierte Auftragsregelung in einer hybriden Produktion mittels betriebsbegleitender Simulation  
FAPS, xix u. 242 Seiten, 97 Bilder, 17 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-316-8.
- Band 347: Philipp Amend**  
Laserbasiertes Schmelzkleben von Thermoplasten mit Metallen  
LPT, xv u. 154 Seiten, 67 Bilder. 2020. ISBN 978-3-96147-326-7.
- Band 348: Matthias Ehler**  
Simulationsunterstützte funktionale Grenzlagenabsicherung  
KTmfk, xvi u. 300 Seiten, 101 Bilder, 73 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-328-1.
- Band 349: Thomas Sander**  
Ein Beitrag zur Charakterisierung und Auslegung des Verbundes von Kunststoffsubstraten mit harten Dünnschichten  
KTmfk, xiv u. 178 Seiten, 88 Bilder, 21 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-330-4.
- Band 350: Florian Pilz**  
Fließpressen von Verzahnungselementen an Blechen  
LFT, x u. 170 Seiten, 103 Bilder, 4 Tab. 2020. ISBN 978-3-96147-332-8.
- Band 351: Sebastian Josef Katona**  
Evaluation und Aufbereitung von Produktsimulationen mittels abweichungsbehafteter Geometriemodelle  
KTmfk, ix u. 147 Seiten, 73 Bilder, 11 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-336-6.
- Band 352: Jürgen Herrmann**  
Kumulatives Walzplattieren. Bewertung der Umformeigenschaften mehrlagiger Blechwerkstoffe der ausscheidungshärtbaren Legierung AA6014  
LFT, x u. 157 Seiten, 64 Bilder, 5 Tab. 2020. ISBN 978-3-96147-344-1.

- Band 353: Christof Küstner**  
Assistenzsystem zur Unterstützung der datengetriebenen Produktentwicklung  
KTmfk, xii u. 219 Seiten, 63 Bilder, 14 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-348-9.
- Band 354: Tobias Gläsel**  
Prozessketten zum Laserstrahlschweißen von flachleiterbasierten Formspulenwicklungen für automobile Traktionsantriebe  
FAPS, xiv u. 206 Seiten, 89 Bilder, 11 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-356-4.
- Band 355: Andreas Meinel**  
Experimentelle Untersuchung der Auswirkungen von Axialschwüngen auf Reibung und Verschleiß in Zylinderradlenlagern  
KTmfk, xii u. 162 Seiten, 56 Bilder, 7 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-358-8.
- Band 356: Hannah Riedle**  
Haptische, generische Modelle weicher anatomischer Strukturen für die chirurgische Simulation  
FAPS, xxx u. 179 Seiten, 82 Bilder, 35 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-367-0.
- Band 357: Maximilian Landgraf**  
Leistungselektronik für den Einsatz dielektrischer Elastomere in aktorischen, sensorischen und integrierten sensormotorischen Systemen  
FAPS, xxiii u. 166 Seiten, 71 Bilder, 10 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-380-9.
- Band 358: Alireza Esfandyari**  
Multi-Objective Process Optimization for Overpressure Reflow Soldering in Electronics Production  
FAPS, xviii u. 175 Seiten, 57 Bilder, 23 Tab. 2020.  
ISBN 978-3-96147-382-3.
- Band 359: Christian Sand**  
Prozessübergreifende Analyse komplexer Montageprozessketten mittels Data Mining  
FAPS, XV u. 168 Seiten, 61 Bilder, 12 Tab. 2021.  
ISBN 978-3-96147-398-4.
- Band 360: Ralf Merkl**  
Closed-Loop Control of a Storage-Supported Hybrid Compensation System for Improving the Power Quality in Medium Voltage Networks  
FAPS, xxvii u. 200 Seiten, 102 Bilder, 2 Tab. 2021.  
ISBN 978-3-96147-402-8.
- Band 361: Thomas Reitberger**  
Additive Fertigung polymerer optischer Wellenleiter im Aerosol-Jet-Verfahren  
FAPS, xix u. 141 Seiten, 65 Bilder, 11 Tab. 2021. ISBN 978-3-96147-400-4.
- Band 362: Marius Christian Fechter**  
Modellierung von Vorentwürfen in der virtuellen Realität mit natürlicher Fingerinteraktion  
KTmfk, x u. 188 Seiten, 67 Bilder, 19 Tab. 2021.  
ISBN 978-3-96147-404-2.
- Band 363: Franziska Neubauer**  
Oberflächenmodifizierung und Entwicklung einer Auswertemethodik zur Verschleißcharakterisierung im Presshärteprozess  
LFT, ix u. 177 Seiten, 42 Bilder, 6 Tab. 2021. ISBN 978-3-96147-406-6.
- Band 364: Eike Wolfram Schäffer**  
Web- und wissensbasierter Engineering-Konfigurator für roboterzentrierte Automatisierungslösungen  
FAPS, xxiv u. 195 Seiten, 108 Bilder, 25 Tab. 2021.  
ISBN 978-3-96147-410-3.
- Band 365: Daniel Gross**  
Untersuchungen zur kohlenstoffdioxidbasierten kryogenen Minimalmengenschmierung  
REP, xii u. 184 Seiten, 56 Bilder, 18 Tab. 2021. ISBN 978-3-96147-412-7.
- Band 366: Daniel Junker**  
Qualifizierung laser-additiv gefertigter Komponenten für den Einsatz im Werkzeugbau der Massivumformung  
LFT, vii u. 142 Seiten, 62 Bilder, 5 Tab. 2021. ISBN 978-3-96147-416-5.
- Band 367: Tallal Jawied**  
Totally Integrated Ecology Management for Resource Efficient and Eco-Friendly Production  
FAPS, xv u. 160 Seiten, 60 Bilder, 13 Tab. 2021. ISBN 978-3-96147-418-9.
- Band 368: David Marco Hochrein**  
Wälzlager im Beschleunigungsfeld – Eine Analysestrategie zur Bestimmung des Reibungs-, Axialschub- und Temperaturverhaltens von Nadelkränzen –  
KTmfk, xiii u. 279 Seiten, 108 Bilder, 39 Tab. 2021.  
ISBN 978-3-96147-420-2.
- Band 369: Daniel Gräf**  
Funktionalisierung technischer Oberflächen mittels prozessüberwachter aerosolbasiert Drucktechnologie  
FAPS, xxii u. 175 Seiten, 97 Bilder, 6 Tab. 2021.  
ISBN 978-3-96147-433-2.
- Band 370: Andreas Gröschl**  
Hochfrequent fokusabstandsmodulierte Konfokalsensoren für die Nanokoordinatenmesstechnik  
FMT, x u. 144 Seiten, 98 Bilder, 6 Tab. 2021. ISBN 978-3-96147-435-6.
- Band 371: Johann Tüchsen**  
Konzeption, Entwicklung und Einführung des Assistenzsystems D-DAS für die Produktentwicklung elektrischer Motoren  
KTmfk, xii u. 178 Seiten, 92 Bilder, 12 Tab. 2021.  
ISBN 978-3-96147-437-0.
- Band 372: Max Marian**  
Numerische Auslegung von Oberflächenmikrotextruren für geschmierte tribologische Kontakte  
KTmfk, xviii u. 276 Seiten, 85 Bilder, 45 Tab. 2021.  
ISBN 978-3-96147-439-4.
- Band 373: Johannes Strauß**  
Die akustooptische Strahlformung in der Lasermaterialbearbeitung  
LPT, xvi u. 113 Seiten, 48 Bilder. 2021. ISBN 978-3-96147-441-7.

- Band 374: Martin Hohmann**  
Machine learning and hyper spectral imaging: Multi Spectral Endoscopy in the Gastro Intestinal Tract towards Hyper Spectral Endoscopy  
LPT, x u. 137 Seiten, 62 Bilder, 29 Tab. 2021. ISBN 978-3-96147-445-5.
- Band 375: Timo Kordaß**  
Lasergestütztes Verfahren zur selektiven Metallisierung von epoxidharzbasierten Duromeren zur Steigerung der Integrationsdichte für dreidimensionale mechatronische Package-Baugruppen  
FAPS, xviii u. 198 Seiten, 92 Bilder, 24 Tab. 2021.  
ISBN 978-3-96147-443-1.
- Band 376: Philipp Kestel**  
Assistenzsystem für den wissensbasierten Aufbau konstruktionsbegleitender Finite-Elemente-Analysen  
KTmfk, xviii u. 209 Seiten, 57 Bilder, 17 Tab. 2021.  
ISBN 978-3-96147-457-8.
- Band 377: Martin Lerchen**  
Messverfahren für die pulverbettbasierte additive Fertigung zur Sicherstellung der Konformität mit geometrischen Produktspezifikationen  
FMT, x u. 150 Seiten, 60 Bilder, 9 Tab. 2021. ISBN 978-3-96147-463-9.
- Band 378: Michael Schneider**  
Inline-Prüfung der Permeabilität in weichmagnetischen Komponenten  
FAPS, xxii u. 189 Seiten, 79 Bilder, 14 Tab. 2021.  
ISBN 978-3-96147-465-3.
- Band 379: Tobias Sprügel**  
Sphärische Detektorflächen als Unterstützung der Produktentwicklung zur Datenanalyse im Rahmen des Digital Engineering  
KTmfk, xiii u. 213 Seiten, 84 Bilder, 33 Tab. 2021.  
ISBN 978-3-96147-475-2.
- Band 380: Tom Häfner**  
Multipulseffekte beim Mikro-Materialabtrag von Stahllegierungen mit Pikosekunden-Laserpulsen  
LPT, xxviii u. 159 Seiten, 57 Bilder, 13 Tab. 2021.  
ISBN 978-3-96147-479-0.
- Band 381: Björn Heling**  
Einsatz und Validierung virtueller Absicherungsmethoden für abweichungs-behaftete Mechanismen im Kontext des Robust Design  
KTmfk, xi u. 169 Seiten, 63 Bilder, 27 Tab. 2021.  
ISBN 978-3-96147-487-5.
- Band 382: Tobias Kolb**  
Laserstrahl-Schmelzen von Metallen mit einer Serienanlage – Prozesscharakterisierung und Erweiterung eines Überwachungssystems  
LPT, xv u. 170 Seiten, 128 Bilder, 16 Tab. 2021. ISBN 978-3-96147-491-2.
- Band 383: Mario Meinhardt**  
Widerstandselementschweißen mit gestauchten Hilfsfügeelementen - Umformtechnische Wirkzusammenhänge zur Beeinflussung der Verbindungsfestigkeit  
LFT, xii u. 189 Seiten, 87 Bilder, 4 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-473-8.
- Band 384: Felix Bauer**  
Ein Beitrag zur digitalen Auslegung von Fügeprozessen im Karosseriebau mit Fokus auf das Remote-Laserstrahlschweißen unter Einsatz flexibler Spanntechnik  
LFT, xi u. 185 Seiten, 74 Bilder, 12 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-498-1.
- Band 385: Jochen Zeitler**  
Konzeption eines rechnergestützten Konstruktionssystems für optomechatronische Baugruppen  
FAPS, xix u. 172 Seiten, 88 Bilder, 11 Tab. 2022.  
ISBN 978-3-96147-499-8.
- Band 386: Vincent Mann**  
Einfluss von Strahloszillation auf das Laserstrahlschweißen hochfester Stähle  
LPT, xiii u. 172 Seiten, 103 Bilder, 18 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-503-2.
- Band 387: Chen Chen**  
Skin-equivalent opto-/elastofluidic in-vitro microphysiological vascular models for translational studies of optical biopsies  
LPT, xx u. 126 Seiten, 60 Bilder, 10 Tab. 2022.  
ISBN 978-3-96147-505-6.
- Band 388: Stefan Stein**  
Laser drop on demand joining as bonding method for electronics assembly and packaging with high thermal requirements  
LPT, x u. 112 Seiten, 54 Bilder, 10 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-507-0
- Band 389: Nikolaus Urban**  
Untersuchung des Laserstrahlschmelzens von Neodym-Eisen-Bor zur additiven Herstellung von Permanentmagneten  
FAPS, x u. 174 Seiten, 88 Bilder, 18 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-501-8.
- Band 390: Yiting Wu**  
Großflächige Topographiemessungen mit einem Weißlichtinterferenzmikroskop und einem metrologischen Rasterkraftmikroskop  
FMT, xii u. 142 Seiten, 68 Bilder, 11 Tab. 2022. ISBN: 978-3-96147-513-1.
- Band 391: Thomas Papke**  
Untersuchungen zur Umformbarkeit hybrider Bauteile aus Blechgrundkörper und additiv gefertigter Struktur  
LFT, xii u. 194 Seiten, 71 Bilder, 16 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-515-5.
- Band 392: Bastian Zimmermann**  
Einfluss des Vormaterials auf die mehrstufige Kaltumformung vom Draht  
LFT, xi u. 182 Seiten, 36 Bilder, 6 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-519-3.
- Band 393: Harald Völk**  
Ein simulationsbasierter Ansatz zur Auslegung additiv gefertigter FLM-Faserverbundstrukturen  
KTmfk, xx u. 204 Seiten, 95 Bilder, 22 Tab. 2022.  
ISBN 978-3-96147-523-0.
- Band 394: Robert Schulte**  
Auslegung und Anwendung prozessangepasster Halbzeuge für Verfahren der Blechmassivformung  
LFT, x u. 163 Seiten, 93 Bilder, 5 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-525-4.
- Band 395: Philipp Frey**  
Umformtechnische Strukturierung metallischer Einleger im Folgeverbund für mediendichte Kunststoff-Metall-Hybridbauteile  
LFT, ix u. 180 Seiten, 83 Bilder, 7 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-534-6.

- Band 396: Thomas Johann Luft**  
 Komplexitätsmanagement in der Produktentwicklung - Holistische Modellierung, Analyse, Visualisierung und Bewertung komplexer Systeme  
 KTmfk, xiii u. 510 Seiten, 166 Bilder, 16 Tab. 2022.  
 ISBN 978-3-96147-540-7.
- Band 397: Li Wang**  
 Evaluierung der Einsetzbarkeit des lasergestützten Verfahrens zur selektiven Metallisierung für die Verbesserung passiver Intermodulation in Hochfrequenzanwendungen  
 FAPS, xxii u. 151 Seiten, 72 Bilder, 22 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-542-1.
- Band 398: Sebastian Reitelshöfer**  
 Der Aerosol-Jet-Druck Dielektrischer Elastomere als additives Fertigungsverfahren für elastische mechatronische Komponenten  
 FAPS, xxv u. 206 Seiten, 87 Bilder, 13 Tab. 2022.  
 ISBN 978-3-96147-547-6.
- Band 399: Alexander Meyer**  
 Selektive Magnetmontage zur Verringerung des Rastmomentes permanentreger Synchrongmotoren  
 FAPS, xv u. 164 Seiten, 90 Bilder, 18 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-555-1.
- Band 400: Rong Zhao**  
 Design verschleißreduzierender amorpher Kohlenstoffschichtsysteme für trockene tribologische Gleitkontakte  
 KTmfk, x u. 148 Seiten, 69 Bilder, 14 Tab. 2022.  
 ISBN 978-3-96147-557-5.
- Band 401: Christian P. J. Schwarzer**  
 Kupfersintern als Fügetechnologie für Leistungselektronik  
 FAPS, xxvii u. 234 Seiten, 125 Bilder, 24 Tab. 2022.  
 ISBN 978-3-96147-566-7.
- Band 402: Alexander Horn**  
 Grundlegende Untersuchungen zur Gradierung der mechanischen Eigenschaften pressgehärteter Bauteile durch eine örtlich begrenzte Aufkohlung  
 LFT, xii u. 204 Seiten, 58 Bilder, 6 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-568-1.
- Band 403: Artur Klos**  
 Werkstoff- und umformtechnische Bewertung von hochfesten Aluminiumblechwerkstoffen für den Karosseriebau  
 LFT, x u. 192 Seiten, 73 Bilder, 12 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-572-8.
- Band 404: Harald Schmid**  
 Ganzheitliche Erarbeitung eines Prozessverständnisses von Tiefziehprozessen mit Ziehsicken auf Basis mechanischer und tribologischer Analysen  
 LFT, xiii u. 211 Seiten, 78 Bilder, 5 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-577-3.
- Band 405: Johannes Henneberg**  
 Blechmassivumformung von Funktionsbauteilen aus Bandmaterial  
 LFT, viii u. 176 Seiten, 101 Bilder, 2 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-579-7.
- Band 406: Anton Schmailzl**  
 Festigkeits- und zeitoptimierte Prozessführung beim quasi-simultanen Laser-Durchstrahlschweißen  
 LPT, xiii u. 157 Seiten, 84 Bilder, 7 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-583-4.
- Band 407: Alexander Wolf**  
 Modellierung und Vorhersage menschlichen Interaktionsverhaltens zur Analyse der Mensch-Produkt Interaktion  
 KTmfk, x u. 207 Seiten, 69 Bilder, 10 Tab. 2022.  
 ISBN 978-3-96147-585-8.
- Band 408: Tim Weikert**  
 Modifikationen amorpher Kohlenstoffschichten zur Anpassung der Reibungsbedingungen und zur Erhöhung des Verschleißschutzes  
 KTmfk, xvii u. 258 Seiten, 91 Bilder, 9 Tab. 2022.  
 ISBN 978-3-96147-589-6.
- Band 409: Stefan Götz**  
 Frühzeitiges konstruktionsbegleitendes Toleranzmanagement  
 KTmfk, ix u. 276 Seiten, 127 Bilder, 13 Tab. 2022.  
 ISBN 978-3-96147-593-3.
- Band 410: Markus Hubert**  
 Einsatzpotenziale der Rotations-schneidtechnologie in der Verarbeitung von metallischen Funktionsfolien für mechatronische Produkte  
 FAPS, xviii u. 139 Seiten, 86 Bilder, 7 Tab. 2022.  
 ISBN 978-3-96147-603-9.
- Band 411: Manfred Vogel**  
 Grundlagenuntersuchungen und Erarbeitung einer Methodik zur Herstellung maßgeschneiderter Halbzeuge auf Basis eines neuartigen flexiblen Walzprozesses  
 LFT, ix u. 176 Seiten, 61 Bilder, 11 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-605-3.
- Band 412: Michael Weigelt**  
 Multidimensionale Optionenanalyse alternativer Antriebskonzepte für die individuelle Langstreckenmobilität  
 FAPS, xv u. 222 Seiten, 89 Bilder, 38 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-607-7.
- Band 413: Frank Bodendorf**  
 Machine Learning im Cost Engineering des Supply Managements  
 FAPS, xiii u. 165 Seiten, 75 Bilder, 13 Tab. 2023.  
 ISBN 978-3-96147-609-1.
- Band 414: Maximilian Metzner**  
 Planung und Simulation taktiler, intelligenter und kollaborativer Roboterfähigkeiten in der Montage  
 FAPS, xix u. 174 Seiten, 72 Bilder, 3 Tab. 2023.  
 ISBN 978-3-96147-611-4.
- Band 415: Tina Buker**  
 Ein Ansatz zur Reduktion produktinduzierter Nutzerstigmatisierung durch Förderung einer gleichermaßen gebrauchstauglichen wie emotionalen Produktgestalt  
 KTmfk, x u. 236 Seiten, 54 Bilder, 44 Tab. 2022.  
 ISBN 978-3-96147-613-8.
- Band 416: Marlene Kuhn**  
 Model-based Traceability System Development for Complex Manufacturing Applying Blockchain and Graphs  
 FAPS, xv u. 167 Seiten, 63 Bilder, 10 Tab. 2022. ISBN 978-3-96147-615-2.

- Band 417: Benjamin Lengenfelder**  
 Remote photoacoustic sensing using speckle-analysis for biomedical imaging  
 LPT, xv u. 124 Seiten, 86 Bilder, 10 Tab. 2023. ISBN 978-3-96147-617-6.
- Band 418: Benjamin Pohrer**  
 Analyse des Zusammenhangs zwischen dem tribochemischen Aufbau von Grenzschichten und der Ausbildung von White Etching Crack-Schäden  
 KTmfk, xv u. 258 Seiten, 103 Bilder, 10 Tab. 2023. ISBN 978-3-96147-621-3.
- Band 419: Matthias Friedlein**  
 Zuverlässigkeitstests zur Beschleunigung von Qualifizierungsuntersuchungen für Steckkontakte  
 FAPS, xxv u. 162 Seiten, 98 Bilder, 7 Tab. 2023.  
 ISBN 978-3-96147-625-1.
- Band 420: Thomas Stoll**  
 Laser Powder Bed Fusion von Kupfer auf Aluminiumoxid-Keramiken  
 FAPS, xxvii u. 236 Seiten, 103 Bilder, 11 Tab. 2023. ISBN 978-3-96147-631-2.
- Band 421: Eric Eschner**  
 Relation of Particle Motion and Process Zone Formation as a Basis for Sensing Approaches within PBF-LB/M  
 LPT, xiv u. 143 Seiten, 87 Bilder, 0 Tab. 2023.  
 ISBN 978-3-96147-633-6.
- Band 422: Fanuel Mehari**  
 Laser-induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) as a diagnostics tool for biological tissue analysis.  
 LPT, xv u. 145 Seiten, 68 Bilder, 12 Tab. 2023. ISBN 978-3-96147-641-1.
- Band 423: Uwe Leicht**  
 Ultraschallüberlagertes Umformen und Verstemmen von Stahlwerkstoffen  
 LFT, xi u. 165 Seiten, 65 Bilder, 6 Tab. 2023. ISBN 978-3-96147-643-5.
- Band 424: Thomas Braun**  
 Potenzialanalyse der plasmabasierten, strukturierten Metallisierung thermoaktiver Oberflächen im industriellen Hausbau  
 FAPS, xvii u. 152 Seiten, 72 Bilder, 11 Tab. 2023. ISBN 978-3-96147-653-4.
- Band 425: Reinhardt Seidel**  
 Modellbasierte Optimierung des Selektivwellenlötprozesses  
 FAPS, xxii u. 167 Seiten, 73 Bilder, 23 Tab. 2023.  
 ISBN 978-3-96147-651-0.
- Band 426: Matthias Lenzen**  
 Maßgeschneiderte Werkstoffcharakterisierung für die numerische Auslegung von Blechumformprozessen  
 LFT, xi u. 187 Seiten, 77 Bilder, 13 Tab. 2023. ISBN 978-3-96147-663-3.
- Band 427: Matthias Graser**  
 Analyse lokaler Kurzzeitwärmebehandlungsmethoden zur Verbesserung des Umformverhaltens und der Bauteileigenschaften von Aluminiumstrangpresshohlprofilen  
 LFT, xi u. 169 Seiten, 81 Bilder, 1 Tab. 2023.  
 ISBN 978-3-96147-666-4.
- Band 428: Markus Lieret**  
 Sicheres autonomes Flugrobotersystem für den Einsatz im Produktions- und Logistikumfeld  
 FAPS, xix u. 198 Seiten, 54 Bilder, 7 Tab. 2023.  
 ISBN 978-3-96147-668-8.
- Band 429: Petar Vukovic**  
 Simulation komplexer Kommunikationssysteme in der Fertigungsautomatisierung  
 FAPS, xiv u. 163 Seiten, 57 Bilder, 21 Tab. 2023. ISBN 978-3-96147-673-2.
- Band 430: Fabian Knieps**  
 Finite Elemente Simulation dünner Verpackungsstähle: Entwicklung einer geeigneten Charakterisierungs- und Validierungsstrategie  
 LFT, xix, 189 Seiten, 122 Bilder, 17 Tab. 2023. ISBN 978-3-96147-689-3
- Band 431: Julian Seßner**  
 Multimodale Bildsegmentierung gering strukturierter Umgebungen für die Navigation am Beispiel eines Assistenzsystems für sehbehinderte Personen  
 FAPS, xxv, 203 Seiten, 57 Bilder, 25 Tab. 2023. ISBN 978-3-96147-697-8
- Band 432: Benjamin Samuel Lutz**  
 Smart Manufacturing System for Process Optimization Regarding Deviations among Material Batches  
 FAPS, xix, 208 Seiten, 77 Bilder, 14 Tab. 2023. ISBN 978-3-96147-703-6
- Band 433: Michael Jüttner**  
 Bewertung von Kantenpressungen auf Basis von Simulationen mehrfach überrollter elasto-plastischer Kontakte  
 KTmfk, xii, 162 Seiten, 59 Bilder, 7 Tab. 2024.  
 ISBN 978-3-96147-713-5.
- Band 434: Sebastian Wiesenmayer**  
 Untersuchungen zur Stoffflussteuerung beim Fügen durch Umformen von hochfesten Aluminiumlegierungen mittels lokaler Kurzzeitwärmebehandlung  
 LFT, xii u. 197 Seiten, 81 Bilder, 19 Tab. 2024. ISBN 978-3-96147-715-9.
- Band 435: Clara-Maria Kuball**  
 Grundlegende Untersuchungen zur umformtechnischen Herstellung von Halbhohlstanznieten aus hochverfestigenden Werkstoffen  
 LFT, viii u. 180 Seiten, 64 Bilder, 13 Tab. 2024.  
 ISBN 978-3-96147-717-3.
- Band 436: Martin Roth**  
 Sampling-based Tolerance-Cost Optimization: The Key to Optimal Tolerance Allocation  
 KTmfk, xxxvii u. 337 Seiten, 97 Bilder, 56 Tab. 2024.  
 ISBN 978-3-96147-719-7.
- Band 437: Stephan Schirdewahn**  
 Verbesserung des tribologischen Einsatzverhaltens im Presshärteprozess durch Verwendung maßgeschneiderter laserimplantiertener Werkzeuge  
 LFT, viii u. 177 Seiten, 63 Bilder, 7 Tab. 2024. ISBN 978-3-96147-721-0.

- Band 438: Andreas Rohrmoser**  
Erarbeitung eines grundlegenden Verständnisses zum Fließpressen betriebsangepasster Verzahnungen für den Einsatz in der Materialpaarung Metall-Kunststoff  
LFT, x u. 166 Seiten, 94 Bilder, 6 Tab. 2024. ISBN 978-3-96147-723-4.
- Band 439: Andreas Selmaier**  
DMAICS-Zyklus zur Digitalisierung in produzierenden Unternehmen  
FAPS, xv u. 185 Seiten, 73 Bilder, 19 Tab. 2024. ISBN 978-3-96147-733-3.
- Band 440: Thomas Kistner**  
Entwicklung von Modellen der Oberflächenform für die Messunsicherheitsbestimmung von taktilen Koordinatenmessungen durch Simulation  
FMT, xiii u. 134 Seiten, 64 Bilder, 9 Tab. 2024.  
ISBN 978-3-96147-735-7.
- Band 441: Fabian Dworschak**  
Selbstverstärkendes Lernen als Beitrag zur Automatisierung der Anpassungskonstruktion  
KTmfk, x, 205 Seiten, 87 Bilder, 16 Tab. 2024. ISBN 978-3-96147-739-5.
- Band 442: Martin Killmann**  
Vorspannung und Ermüdung von Kaltmassivumformwerkzeugen für unrunde Bauteilgeometrien  
LFT, ix u. 160 Seiten, 85 Bilder, 6 Tab. 2024. ISBN 978-3-96147-741-8.
- Band 443: Ann-Kathrin Wiemann**  
Beitrag zur Messunsicherheitsermittlung für die Messung großer Zahnräder zur Erweiterung des virtuellen Koordinatenmessgerätes der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt  
FMT, xxiv u. 133 Seiten, 41 Bilder, 22 Tab. 2024.  
ISBN 978-3-96147-747-0.
- Band 444: Andreas Jobst**  
Eigenspannungen beim Voll-Vorwärts-Fließpressen – Entstehung, Einstellung und Stabilität  
LFT, ix u. 162 Seiten, 89 Bilder, 5 Tab. 2024.  
ISBN 978-3-96147-749-4.
- Band 445: Martin Anton Kraus**  
Grundlagenwissenschaftliche Untersuchungen zum Kaltfließpressen kleinster metallischer Pin-Strukturen aus der Blechebene  
LFT, x u. 191 Seiten, 64 Bilder, 10 Tab. 2024.  
ISBN 978-3-96147-757-9.
- Band 446: Moritz Späth**  
Assessment of microcirculation by shifted position-diffuse reflectance imaging (SP-DRI)  
LPT, xi u. 109 Seiten, 37 Bilder, 8 Tab. 2024. ISBN 978-3-96147-759-3.
- Band 447: Benedikt Göddeke**  
Methode zur Auswahl eines alternativen Blechwerkstoffes für flexibel gewalzte und direkt warmumgeformte Karosseriestrukturbau-teile  
LFT, xvi u. 222 Seiten, 66 Bilder, 27 Tab. 2024. ISBN 978-3-96147-762-3.
- Band 448: Jan Hafenecker**  
Systematische Untersuchung zur Blechumformung von Hybridbau-teilen  
LFT, xxi u. 173 Seiten, 78 Bilder, 6 Tab. 2024.  
ISBN 978-3-96147-764-7.
- Band 449: Sven Wirsching**  
Numerische Optimierung von sekundären, geschmierten Punkt- und Ellipsenkontakten zur gezielten Auslegung von Rollenlagern  
KTmfk, xxv u. 206 Seiten, 70 Bilder, 16 Tab. 2024.  
ISBN 978-3-96147-766-1.
- Band 450: Tobias Lechler**  
Der Digitale Zwilling im Ramp-down automatisierter Produktionsysteme  
FAPS, xvii u. 152 Seiten, 83 Bilder, 4 Tab. 2024.  
ISBN 978-3-96147-691-6.
- Band 451: Eva Russwurm**  
Kombinierte Material- und Energiefließsimulation gleichstrombasierter, automatisierter Produktionsanlagen  
FAPS, xvi u. 165 Seiten, 67 Bilder, 13 Tab. 2024.  
ISBN 978-3-96147-770-8.
- Band 452: Janik Schauder**  
Untersuchungen zur rasterkraft- und konfokalmikroskopischen Charakterisierung nanometrologischer Referenzkörper  
FMT, x u. 167 Seiten, 74 Bilder, 4 Tab. 2024.  
ISBN 978-3-96147-776-0.
- Band 453: Philipp Bräuer**  
Nahinfrarot-Laser-Strukturierung und nasschemische Metallisierung von Aluminiumoxid mittels Laser-Absorptionsschicht  
FAPS, xx u. 152 Seiten, 55 Bilder, 19 Tab. 2024.  
ISBN 978-3-96147-780-7.
- Band 454: Andreas Michael Müller**  
Definition and applications of the spatially discrete metrological descriptor framework for triangle mesh geometry data in 3D coordinate metrology  
FMT, x u. 220 Seiten, 75 Bilder, 16 Tab. 2024.  
ISBN 978-3-96147-782-1.
- Band 455: Sina Martin**  
Einstellung anisotroper Eigen-schaften dielektrischer Elastomer-systeme mittels eines selektiven Druckverfahrens  
FAPS, xxiii u. 166 Seiten, 76 Bilder, 6 Tab. 2024.  
ISBN 978-3-96147-789-0.
- Band 456: Manuel Reck**  
Grundlegendes Prozessverständnis zur Herstellung von Bauteilen mit texturierten Oberflächen durch Mikroprägen in einem kombinier-ten Umformprozess  
LFT, ix u. 170 Seiten, 83 Bilder, 10 Tab. 2025.  
ISBN 978-3-96147-798-2.
- Band 457: Simone Neermann**  
Untersuchung photonischer Sin-terverfahren und Entwicklung ei-nes neuen elektrischen Messver-fahrens zur Qualifizierung der Sin-terung gedruckter Elektronik  
FAPS, xix u. 145 Seiten, 75 Bilder, 6 Tab. 2025. ISBN 978-3-96147-800-2.

**Band 458: Christian Witzgall**  
Berücksichtigung vorausgegangener Ermüdungsschädigung in der Crashsimulation kurzfaserverstärkter Thermoplaste  
KTmfk, xxiv u. 201 Seiten, 109 Bilder, 19 Tab. 2025.  
ISBN 978-3-96147-802-6.

**Band 459: Lorenz Butzhammer**  
3-D-Scantrajektorien für die dimensionelle Röntgen-Computer-tomographie durch adaptive Messobjektneigung  
FMT, xvi u. 212 Seiten, 81 Bilder, 2 Tab. 2025.  
ISBN 978-3-96147-812-5.

**Band 460: Benjamin Gerschütz**  
Identifikation von Anwendungsfällen und Integration datengetriebener Methoden im Produktentwicklungsprozess  
KTmfk, xi u. 209 Seiten, 56 Bilder, 17 Tab. 2025.  
ISBN 978-3-96147-814-9.

**Band 461: Andreas Winkler**  
Numerische Verschleißmodellierung von trocken-, misch- und grenzreibungsbehafteten Wälzkontakte  
KTmfk, xx u. 263 Seiten, 118 Bilder, 30 Tab. 2025.  
ISBN 978-3-96147-816-3

**Band 462: Barbara Hansen**  
Methode zur Berücksichtigung von Schwankungen der tribologischen Halbzeigenschaften für die umformtechnische Herstellung von Karosseriebauteilen im Serienprozess  
LFT, x u. 163 Seiten, 64 Bilder, 13 Tab. 2025.  
ISBN 978-3-96147-820-0

**Band 463: Sebastian Hörlin**  
Integration von Kurzeitspeichern zur Erhöhung der Energieeffizienz von elektrischen Antriebssträngen  
FAPS, xxiii u. 155 Seiten, 78 Bilder, 38 Tab. 2025.  
ISBN 978-3-96147-824-8

**Band 464: Matthias Müller**  
Potenziale und Perspektiven eines Ringschmiersystems zur Schmierstoffversorgung von Wälz- und Gleitlagern  
KTmfk, xiii u. 237 Seiten, 90 Bilder, 27 Tab. 2025.  
ISBN 978-3-96147-826-2

**Band 465: Andreas Hetzel**  
Erarbeitung und Qualifizierung einer Wärmebehandlungsstrategie zur Stoffflusssteuerung in der Blechmassivumformung  
LFT, xiii u. 203 Seiten, 74 Bilder, 9 Tab. 2025.  
ISBN 978-3-96147-830-9

**Band 466: Sebastian Bickel**  
Entwicklung eines Vorgehensmodells zur automatisierten Ähnlichkeitssuche in den frühen Phasen der Produktentwicklung  
KTmfk, xx u. 337 Seiten, 116 Bilder, 22 Tab. 2025.  
ISBN 978-3-96147-832-3

**Band 467: Nikolaos Rigas**  
Erarbeitung eines Prozessverständnisses für die thermisch gestützte Herstellung funktionsangepasster Aluminiumbauteile  
LFT, xi u. 193 Seiten, 72 Bilder, 8 Tab. 2025.  
ISBN 978-3-96147-834-7

**Band 468: Fabian Hartner**  
Klassifizierung digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie anhand einer wertschöpfungsorientierten Perspektive  
FAPS, xv u. 186 Seiten, 55 Bilder, 12 Tab. 2025.  
ISBN 978-3-96147-840-8

## **Abstract**

Amazon, Airbnb, Apple, Facebook, or Uber - the success of companies with platform-based business models underlines the motivation for a detailed research on digital platforms. In the industrial context, however, there is a heterogeneous understanding of platforms and their market dynamics. As existing mechanisms from the product business are not directly transferable and research on digital platforms has so far mainly focused on the private consumer market, there is an explicit need for a fundamental investigation of digital platforms for the manufacturing industry.

The aim of this study is to classify digital platforms in the manufacturing industry into different, clearly defined platform patterns from a value-based perspective. As a result, eight platform archetypes were identified and described in detail: Transactional platforms (brokerage, e-shop and content platforms), the innovation platform archetype, the integrated platform and data exchange, SCM and collaboration platforms. The developed classification also serves as a foundation for deriving further insights into platform mechanisms and network effects.

As a contribution to practice, the results offer a structured and uniformly defined toolkit for understanding digital platforms in the manufacturing industry. For companies, the analysis show potential value propositions, revenue streams and possible types of network effects to be addressed for the strategic orientation of a current or future platform-based business model.

Amazon, Airbnb, Apple, Facebook oder Uber - der Erfolg dieser Unternehmen verdeutlicht die Relevanz zur Erforschung digitaler Plattformen. Allerdings liegt im industriellen Kontext ein heterogenes Verständnis von Plattformen und deren Marktdynamik vor. Da etablierte Mechanismen aus dem Produktgeschäft nicht direkt übertragbar sind und die bisherige Forschung sich auf den privaten Konsumentenmarkt konzentriert hat, besteht der Bedarf an einer grundlegenden Erforschung digitaler Plattformen für die produzierende Industrie.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, digitale Plattformen in der produzierenden Industrie aus einer wertschöpfungsorientierten Perspektive in eindeutig abgrenzbare Plattformmuster zu klassifizieren. Als Ergebnis wurden acht Plattformarchetypen identifiziert und detailliert beschrieben: Transaktionsplattformen (Vermittlungs-, E-Shop- und Content-Plattformen), Innovationsplattformen, integrierte Plattformen sowie Datenaustausch-, SCM- und Kollaborationsplattformen. Die entwickelte Klassifikation dient zudem als Grundlage für die Ableitung weiterer Erkenntnisse über Plattformmechanismen und Netzwerkeffekte.

Als Beitrag für die Praxis bieten die Ergebnisse einen Baukasten zur strukturierten Analyse und zum Verständnis digitaler Plattformen in der produzierenden Industrie. Unternehmen erhalten eine Struktur zur Analyse der Wertschöpfungsnetze, Einkommensströme und möglichen Arten von Netzwerkeffekten, die bei der strategischen Ausrichtung eines plattformbasierten Geschäftsmodells zu berücksichtigen sind.

ISBN 978-3-96147-840-8

A standard 1D barcode representing the ISBN number 978-3-96147-840-8. The barcode is black on a white background and consists of vertical bars of varying widths.