

Entwicklung eines Modells zur systemorientierten Bewertung der Produktentwicklung hinsichtlich der Dimensionen Effektivität und Effizienz

Zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors *der Ingenieurwissenschaften*

(Dr.-Ing.)

von der KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

genehmigte

DISSERTATION

von

M.Sc. Benedict Pflaum

Tag der mündlichen Prüfung:	18.04.2018
Referent:	Prof. Dr. Marion Weissenberger-Eibl
Korreferent:	Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Albert Albers



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz (CC BY-SA 4.0): <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>

Vorwort

Die vorliegende Arbeit ist während meiner Zeit als Doktorand am Lehrstuhl für Innovations- und TechnologieManagement am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) im Rahmen einer Industriekooperation entstanden.

Mein herzlicher Dank gilt zunächst Frau Prof. Dr. Marion Weissenberger-Eibl für die hervorragende Betreuung der Arbeit. Ihre Ratschläge und Anregungen, die aus intensiven und lebhaften Diskussionen entstanden sind, haben diese Arbeit erst möglich gemacht. Durch die von Ihnen übertragene Verantwortung und der damit verbundenen Gestaltungsfreiheit konnte ich sehr viel lernen und mich persönlich weiterentwickeln. Bei Herrn Prof. Dr. Albert Albers bedanke ich mich für die Übernahme des Zweitgutachtens. Ihre ganzheitliche Sicht auf die Produktentwicklung gab mir wichtige Impulse für meine Arbeit.

Dr. Thomas Michl danke ich für die intensive und gute Betreuung der Arbeit aus firmenseitiger Sicht. Dein breiter Erfahrungsschatz stellte ein zentraler Erfolgsfaktor dar. Dr. Thomas Gülzow und Holger Levermann danke ich für die Möglichkeit, neben der Forschung auch praktische Arbeitserfahrung zu sammeln. Dem firmenseitigen Doktorandennetzwerk danke ich für den Erfahrungsaustausch und die gemeinsamen Aktivitäten abseits der fachlichen Ebene. Besonders meinem „Sparringspartner“ Harald Bräuchle danke ich für die vielen methodischen Diskussionen.

Meinen Kollegen am Lehrstuhl Dr. Daniel Koch, Katharina Grimm, Fanny Seus, Tim Hampel und André Almeida bin ich für die kritischen Diskussionen und die kollegiale Atmosphäre dankbar. Die Doktorandenkolloquien waren immer ein Highlight für mich.

Ohne die Unterstützung von meinem privaten Umfeld wäre die Arbeit nicht möglich gewesen. Oliver Schulz danke ich für das intensive Gegenlesen. Meiner Freundin Julia danke ich für die Unterstützung und die erlebten Momente neben der Dissertation. Vor allem in der Endphase hast du mir die notwendige Ruhe und den Freiraum gegeben. Der größte Dank gilt meinen Eltern Helga und Dieter Pflaum. Seit dem Studium habt ihr mich bedingungslos unterstützt und mir den Rücken freigehalten. Euch widme ich diese Arbeit.

Stuttgart, im April 2018

Benedict Pflaum

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	XI
Abkürzungsverzeichnis	XIII
1 Einleitung	1
1.1 <i>Motivation und Problemstellung</i>	1
1.2 <i>Behandlung der Themenstellung in der Literatur</i>	3
1.2.1 Stand der Wissenschaft	3
1.2.2 Identifizierung der Forschungslücke	6
1.3 <i>Aufbau und Zielsetzung der Arbeit</i>	7
1.3.1 Zielsetzung der Arbeit.....	7
1.3.2 Aufbau der Arbeit	8
2 Konzeptionelle Grundlagen	11
2.1 <i>Grundlagen Produktentwicklung</i>	11
2.1.1 Einordnung der Produktentwicklung in den Innovationsprozess	11
2.1.2 Vorgehensmodelle der Produktentwicklung.....	15
2.2 <i>Aspekte der Leistungsbewertung in der Produktentwicklung</i>	23
2.2.1 Leistungsdimensionen.....	25
2.2.2 Klassifizierung von Bewertungsgrößen	27
2.2.3 Bewertungsformen und -prozess.....	28
2.2.4 Ansätze zur Leistungsbewertung.....	30
2.2.5 Erfolgsfaktorenforschung	36
2.3 <i>Zwischenfazit</i>	38
3 Theoretischer Bezugsrahmen	41
3.1 <i>Systemtheorie</i>	41
3.1.1 Systemtheoretische Grundlagen	42
3.1.2 Entwicklung der Systemtheorie / Paradigmenwechsel.....	43
3.2 <i>Systemtechnik</i>	44
3.2.1 Systemtypen der Systemtechnik	45
3.2.2 Vernetztes Denken	47
3.2.3 Techniken für eine systemische Vorgehensweise	48
3.3 <i>Kontingenztheorie</i>	51
3.3.1 Grundlagen	51
3.3.2 Anwendung im Kontext Neuproduktentwicklung	55

3.4	<i>Ressourcenbasierter Ansatz</i>	61
3.4.1	Grundlagen	61
3.4.2	Anwendung im Kontext Neuproduktentwicklung.....	63
3.5	<i>Zwischenfazit</i>	65
4	Konzeptioneller Entwurf des Bewertungsmodells	67
4.1	<i>Ansatz und grundlegende Überlegungen</i>	67
4.2	<i>Systembeschreibung</i>	69
4.3	<i>Ermittlung der Modellkriterien</i>	70
4.3.1	Systemstruktur Input & Throughput	71
4.3.2	Systemstruktur Output & Outcome	73
4.4	<i>Ermittlung der Einflussgrößen</i>	74
4.4.1	Vorgehen und Methodik.....	74
4.4.2	Ergebnisse	77
4.4.3	Fazit der Literaturrecherche	80
4.5	<i>Analyse der Wirkbeziehungen</i>	81
4.6	<i>Systembewertung</i>	83
5	Qualitative Studie	86
5.1	<i>Forschungsdesign & Methode</i>	86
5.1.1	Datenmaterial	86
5.1.2	Analysemethoden	88
5.2	<i>Ergebnisse</i>	89
5.2.1	Deduktive Analyse	92
5.2.2	Induktive Analyse.....	93
5.2.3	Quantitative Bewertung	99
5.3	<i>Zwischenfazit</i>	101
6	Netzwerkanalyse	103
6.1	<i>Forschungsdesign & Methode</i>	103
6.2	<i>Ergebnisse</i>	106
6.3	<i>Zwischenfazit</i>	113
7	Quantitative Überprüfung	115
7.1	<i>Modellentwicklung und Hypothesenbildung</i>	116
7.2	<i>Untersuchungsdesign</i>	120
7.2.1	Vorgehen und Verlauf der Datenerhebung.....	120

7.2.2	Beurteilung der Datenbasis	121
7.2.3	Beschreibung der Stichprobe	126
7.3	<i>Methodik der Datenanalyse</i>	128
7.3.1	Grundlagen Strukturgleichungsmodelle.....	128
7.3.2	Sicherstellung der Güte des Gesamtmodells	131
7.3.3	Sicherstellung der Güte von reflektiven Konstrukten.....	134
7.3.4	Sicherstellung der Güte von formativen Konstrukten	137
7.3.5	Mediation und Moderation	138
7.4	<i>Operationalisierung und Validierung der Konstrukte</i>	141
7.4.1	Organisatorische Ebene.....	142
7.4.2	Projektebene als Mediator	146
7.4.3	Projektergebnis & moderierende Faktoren	153
7.5	<i>Ergebnisse der Modellschätzung</i>	159
7.5.1	Teilmodell Organisationsebene	160
7.5.2	Teilmodell Zielsystem Produkt	161
7.5.3	Teilmodell Projektteam.....	164
7.5.4	Teilmodell Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner.....	166
7.5.5	Teilmodell Arbeitsstil.....	169
7.5.6	Erweiterung der Teilmodelle um Moderationseffekte	171
7.6	<i>Zusammenfassung der Ergebnisse</i>	175
8	Entwicklung des Bewertungsmodells	178
8.1	<i>Konsolidierung der Ergebnisse der empirischen Studien</i>	178
8.1.1	Auswahl der Bewertungsgrößen.....	178
8.1.2	Ableitung der Bewertungssystematik.....	181
8.2	<i>Erkenntnisse</i>	185
9	Schlussbetrachtung	189
9.1	<i>Zusammenfassung</i>	189
9.2	<i>Limitationen der Arbeit und Ansatzpunkte für die Forschung</i>	191
9.3	<i>Implikationen für die Praxis</i>	193
	Literaturverzeichnis	198
	Anhang	217

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Aufbau der Arbeit	9
Abbildung 2-1:	Verankerung der Produktentwicklung im Innovationsprozess	13
Abbildung 2-2:	Typen von Entwicklungsprojekten nach <i>WHEELRIGHT & CLARK</i>	14
Abbildung 2-3:	Auflösungsgrade der Vorgehensmodelle der Produktentwicklung	16
Abbildung 2-4:	SPALTEN-Prozess.....	18
Abbildung 2-5:	Generelles Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren	19
Abbildung 2-6:	<i>Stage-Gate</i> Prozess.....	20
Abbildung 2-7:	Das integrierte Produktentstehungs-Modell.....	22
Abbildung 2-8:	Elemente eines Bewertungssystems	24
Abbildung 2-9:	<i>E² Performance Model</i>	25
Abbildung 2-10:	Klassifikation von Bewertungsgrößen für verschiedene Funktionsbereiche.....	27
Abbildung 2-11:	Quantitative Ansätze zur Leistungsbewertung der F&E	31
Abbildung 2-12:	Integrierte Ansätze zur Leistungsbewertung der F&E	34
Abbildung 2-13:	Subsysteme des Innovationsindikators.....	36
Abbildung 2-14:	Ansätze zur Identifikation von Erfolgsfaktoren.....	37
Abbildung 3-1:	Konzepte der Systemtheorie.....	42
Abbildung 3-2:	Vergleich der <i>Soft</i> und <i>Hard</i> Systems Ansätze.....	44
Abbildung 3-3:	Überblick über Systeme der Systemtechnik	46
Abbildung 3-4:	ZOPH-Modell	47
Abbildung 3-5:	Ausprägungsformen des Fit-Konzepts nach <i>VENKATRAMAN</i>	54
Abbildung 3-6:	Ausprägungsformen des Fit-Konzepts nach <i>DRAZIN & VAN DE VEN</i>	55
Abbildung 3-7:	Entwicklung des Komplexitätsbegriffes	57
Abbildung 3-8:	Dimensionen der Projekt Komplexität.....	58
Abbildung 3-9:	<i>NCTP Framework</i>	59

Abbildung 3-10:	Mögliche Kontextfaktoren zur Modellierung von Interaktionseffekten.....	61
Abbildung 3-11:	Fünf Schritte des ressourcenbasierten Ansatzes nach <i>GRANT</i>	63
Abbildung 3-12:	Ressourcenbasierte Ansatz in der Erfolgsfaktorenforschung ..	64
Abbildung 4-1:	Methodik zur Entwicklung des Bewertungsmodells.....	68
Abbildung 4-2:	Die Produktentwicklung als System.....	69
Abbildung 4-3:	Elemente des Bewertungsmodells	70
Abbildung 4-4:	Architektur des Bewertungsmodells	71
Abbildung 4-5:	Leistungsdimensionen mit Ergebnisgrößen.....	74
Abbildung 4-6:	Ansätze zur Analyse der Wirkbeziehungen.....	82
Abbildung 4-7:	Kriterienmatrix zur Auswahl der Einflussgrößen.....	83
Abbildung 4-8:	Bewertungsprozess für die Frühindikatoren	84
Abbildung 5-1:	Überblick Kontextsystem der Experteninterviews	87
Abbildung 5-2:	Ablaufschema inhaltlich strukturierende Inhaltsanalyse.....	88
Abbildung 5-3:	Einordnung der Dimensionen in die Systemstruktur	91
Abbildung 5-4:	Kodierbeispiel für die Kategorie Marktorientierung.....	94
Abbildung 5-5:	Ergebnisse der quantitativen Bewertung durch die Experten	100
Abbildung 6-1:	Schritte der Netzwerkanalyse	104
Abbildung 6-2:	Abhängigkeitsmatrix der Konsumgüterbranche.....	108
Abbildung 6-3:	Kausaldiagramme zur Visualisierung der Systemrollen	110
Abbildung 6-4:	Priorisierung der Einflussvariablen anhand deren Systemverhalten	111
Abbildung 7-1:	Allgemeiner Prozess der Strukturgleichungsmodellierung....	116
Abbildung 7-2:	Übersicht Forschungsmodell	117
Abbildung 7-3:	Überblick über die Stichprobe.....	127
Abbildung 7-4:	Aufbau eines Strukturgleichungsmodells.....	129
Abbildung 7-5:	Strukturen reflektive und formative Konstrukte.....	131
Abbildung 7-6:	Illustration der Moderations- und Mediationseffekte.....	139

Abbildung 7-7:	Konstrukt Entwicklungsorientierung als Faktor zweiter Ordnung	146
Abbildung 7-8:	Operationalisierung des Kontextsystems	155
Abbildung 7-9:	Übersicht Erklärungsansätze zur Prüfung der direkten und indirekten Wirkbeziehungen.....	160
Abbildung 7-10:	Pfadmodell organisatorische Ebene	161
Abbildung 7-11:	Teilmodell Zielsystem Produkt.....	162
Abbildung 7-12:	Teilmodell Projektteam	164
Abbildung 7-13:	Teilmodell Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner	167
Abbildung 7-14:	Teilmodell Arbeitsstil	169
Abbildung 7-15:	Ergebnisse Clusterbildung organisatorische Komplexität.....	173
Abbildung 7-16:	Signifikante Moderationseffekte für das Teilmodell Prozessgestaltung und Einbindung externer Partner	175
Abbildung 8-1:	Kriterienmatrix für die ausgewählten Frühindikatoren	179
Abbildung 8-2:	Struktur des Bewertungsmodells	180
Abbildung 8-3:	Einheitliche Bewertungsskalen für ein Fallbeispiel	182
Abbildung 8-4:	Inhaltliche Beschreibung der Bewertungsstufen für ein Fallbeispiel	183
Abbildung 8-5:	Beispielhaftes Layout für das Bewertungsmodell	184
Abbildung 8-6:	Elemente eines Bewertungssystems erweitert um die Kategorie Systemstruktur	186
Abbildung 9-1:	Diagnose-Therapie-Schema in Bezug auf das Bewertungsmodell.....	194
Abbildung 9-2:	Implikationen für die Aufgabenverteilung.....	196

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Kennzahlenarten der Statistik.....	29
Tabelle 3-1:	Vergleich Situationsansatz und Gestaltansatz	52
Tabelle 4-1:	Überblick über die ausgewählten Erfolgsfaktorstudien.....	76
Tabelle 4-2:	Ergebnisse der Inhaltsanalyse	77
Tabelle 5-1:	Kodiersystem der inhaltlich strukturierenden Datenanalyse.....	90
Tabelle 6-1:	Parameterberechnung für DEMATEL und das Sensitivitätsmodell von <i>VESTER</i>	109
Tabelle 7-1:	Globale Gütemaße und deren Grenzwerte	134
Tabelle 7-2:	Reliabilitäts- und Validitätskriterien und deren Grenzwerte....	137
Tabelle 7-3:	Messmodell zur organisatorischen Ebene.....	143
Tabelle 7-4:	Ladungskoeffizienten explorative und konfirmatorische Faktorenanalyse	144
Tabelle 7-5:	Reliabilitäts- und Validitätskriterien zur organisatorischen Ebene.....	145
Tabelle 7-6:	Messmodell zum Zielsystem Produkt	147
Tabelle 7-7:	Messmodell zur Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner	148
Tabelle 7-8:	Messmodell zum Arbeitsstil	149
Tabelle 7-9:	Messmodell zum Projektteam.....	150
Tabelle 7-10:	Ladungskoeffizienten explorative und konfirmatorische Faktorenanalyse	152
Tabelle 7-11:	Reliabilitäts- und Validitätskriterien zur Projektebene	153
Tabelle 7-12:	Messmodell zum Projektergebnis	154
Tabelle 7-13:	Messmodell zum Kontextsystem	156
Tabelle 7-14:	Ladungskoeffizienten explorative und konfirmatorische Faktorenanalyse	158
Tabelle 7-15:	Reliabilitäts- und Validitätskriterien zum Projektergebnis & Moderatoren.....	158
Tabelle 7-16:	Ergebnisse Modellschätzung Teilmodell organisatorische Ebene.....	161

Tabelle 7-17:	Vollständig mediierendes Erklärungsmodell: Zielsystem Produkt.....	162
Tabelle 7-18:	Partiell mediierendes Erklärungsmodell: Teilmodell Zielsystem Produkt.....	163
Tabelle 7-19:	Vollständig mediierendes Erklärungsmodell: Teilmodell Projektteam	165
Tabelle 7-20:	Partiell mediierendes Erklärungsmodell: Teilmodell Projektteam	166
Tabelle 7-21:	Vollständig mediierendes Erklärungsmodell: Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner.....	167
Tabelle 7-22:	Partiell mediierendes Erklärungsmodell: Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner	168
Tabelle 7-23:	Vollständig mediierendes Erklärungsmodell: Arbeitsstil	170
Tabelle 7-24:	Partiell mediierendes Erklärungsmodell: Arbeitsstil.....	171
Tabelle 7-25:	Übersicht deskriptive Merkmale der Subgruppen.....	172
Tabelle 7-26:	Ergebnisse Moderationseffekte	174

Abkürzungsverzeichnis

AMOS	Analysis of Moment Structures
AVE	Average Variance Extracted
Bzw.	beziehungsweise
CFI	Comparative Fit Index
CMMI	Capability Maturity Model Integrated
CR	Composite Reliability
d.f.	Degrees of freedom (Freiheitsgrade)
d.h.	das heißt
DEA	Data Envelope Analysis
DEMATEL	Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
DSM	Design Structure Matrix
ebd.	Ebenda
EFQM	European Foundation for Quality Management
EI	Effectiveness Index
et al.	et alii/ et aliae
F&E	Forschung & Entwicklung
f.	folgende
ff.	fortfolgende
H	Hypothese
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
iPEM	integriertes Produktentstehungsmodell
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium
MKM	Münchener Produktkonkretisierungsmodell
NPD	New Product Development

PDCA	Plan-Do-Check-Act
PGE	Produktgenerationsentwicklung
PMI	Project Management Institute
PMPA	Project Management Performance Assessment
RMSEA	Root-Mean-Square-Error of Approximation
SOP	Start of Production
SRMR	Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)
TOTE	Test-Operate-Test-Exit
VDI	Verein deutscher Ingenieure
Vgl.	Vergleiche
VIF	Variance Inflation Factor
vs.	versus
z.B.	zum Beispiel
ZHO	Ziel-, Handlungs- und Objektsystem
ZOPH	Ziel-, Objekt-, Prozess- und Handlungssystem

1 Einleitung

1.1 Motivation und Problemstellung

Eine zukunftsorientierte Gestaltung der Produktentwicklung ist zwingend notwendig, da der heutige Entstehungsprozess zunehmend komplexer wird und die Anforderungen hinsichtlich der Effektivität und Effizienz stetig wachsen.¹ Nur Unternehmen, die mit ihren Produkten effektiv die Kundenbedürfnisse verstehen und befriedigen und die Entwicklungsressourcen effizient auf die Projekte verteilen, sind nachhaltig wettbewerbsfähig. In vielen Industriebereichen haben Produkte, die innerhalb der letzten drei Jahre auf den Markt gebracht wurden, einen Anteil von ca. 30 % am gesamten Jahresumsatz.² Trotz dieser Bedeutung ist es erstaunlich, dass viele Neuentwicklungsprojekte ihre festgelegten Ziele nicht erreichen. Nach der jährlich erhobenen Umfrage des *Project Management Institute* (PMI) erreicht nur die Hälfte aller Projekte die festgelegten Zeit- und Kostenziele.³ Weitere Studien kommen zu einem ähnlichen oder teilweise schlechteren Ergebnis.⁴ Aus diesen Ergebnissen resultiert die Fragestellung, wie Unternehmen ihre Produktentwicklung gestalten müssen, um die Erfolgsrate für Neuentwicklungsprojekte zu verbessern. Ein wesentlicher Beitrag leistet hierbei die Leistungsbewertung der Produktentwicklung, da ohne diese Bewertung grundlegende Fragen wie „Wo haben wir uns in der letzten Zeit verbessert“, „Wie effektiv und effizient entwickeln wir Produkte“ und „Wo haben wir noch Verbesserungspotenzial“ nicht zu beantworten sind.⁵

In der Unternehmenspraxis gestaltet sich die Leistungsbewertung der Produktentwicklung vielfach als unzureichend. Traditionelle finanzielle Bewertungsgrößen geben nur teilweise Informationen über tiefere Grundursachen, bewerten bereits abgeschlossene Aktivitäten und können nur beschränkt aggregiert werden.⁶ In einer aktuellen Studie über die Leistungsbewertung der Produktentwicklung stellen *COSTA ET AL.* jedoch fest, dass der Fokus auf den quantitativen finanziellen Bewertungsgrößen liegt. Darüber hinaus werden mehr als 50 % dieser Bewertungsgrößen nur als moderat sinnvoll bezeichnet.⁷

¹ Vgl. Lindemann 2009, S. 14

² Vgl. Cooper 2013, S. 3

³ Vgl. Project Management Institute (PMI) 2016: Datenbasis mehr als 2500 Projektmanager

⁴ Vgl. Barczak et al. 2009, S. 6, Cooper 2013, S. 3, Standish Group 2016

⁵ Vgl. Tatikonda 2008, S. 199

⁶ Vgl. Bhasin 2008, S. 671

⁷ Vgl. Mascarenhas Hornos da Costa et al. 2014, S. 379

Im Kontext der Produktentwicklung ist der zeitliche Verzug (*Time-Lag*) zwischen Einsatz und Wirkung von Entwicklungsaktivitäten besonders stark ausgeprägt.⁸ Zum Beispiel berechnet sich die häufig verwendete Kennzahl der F&E Quote aus dem Quotienten des Ressourcenaufwandes für die Forschung und Entwicklung und dem Umsatz. Zwischen diesen beiden Zahlen kann eine Zeitspanne von über fünf Jahren liegen, wodurch kein aktives Eingreifen in das aktuelle Entwicklungsgeschehen möglich ist. Aus diesem Grund werden Frühindikatoren benötigt, mit denen eine zeitnahe Bewertung der Entwicklungsaktivitäten möglich ist.⁹ *KERSSENS-VAN DRONGELEN & BILDERBEEK* beschreiben dies als „*feed forward control*“, also das Sicherstellen, dass alle kritischen Faktoren zum Erreichen des gewünschten Leistungsniveaus vorhanden sind.¹⁰ Dieser Paradigmenwechsel hat jedoch starke Auswirkungen auf die Gestaltungsprinzipien der Bewertungssysteme.

Zum einen haben die Frühindikatoren, welche die Eingangs- und Verarbeitungsgrößen im System Produktentwicklung darstellen, spezifische Anforderungen an die Bewertungsform und den -prozess.¹¹ Im Gegensatz zu der rein quantitativen Bewertung für die klassischen finanziellen Größen, sind für die Frühindikatoren in Bezug auf die Produktentwicklung quantitativ-subjektive oder qualitative Bewertungsgrößen geeignet.¹² Wie schon aus der Namensgebung dieser Bewertungsgrößen entnommen werden kann, ist der gestiegene Grad an Subjektivität und dessen Behandlung eine zentrale Problemstellung. Aus diesem Grund ist darauf zu achten, dass die Bewertungsgrößen hinreichend operationalisiert werden, um ein möglichst einheitliches Verständnis der jeweiligen Bedeutung zu gewährleisten.

Zum anderen stellt die Auswahl an geeigneten Frühindikatoren im Kontext der Produktentwicklung eine große Herausforderung dar. Der Produktentwicklungsprozess ist ein soziotechnisches System und demnach müssen die Handlungselemente Mensch, Technik und Organisation unter Berücksichtigung ihrer gegenseitigen Abhängigkeiten und ihrem Zusammenwirken verstanden werden.¹³ Aus diesem Grund ist ein fundiertes Systemverständnis notwendig, um möglichst alle erfolgstreibenden Stellhebel zu identifizieren. Darüber hinaus ist das kausale Wirkungsgefüge zwischen den einzelnen Faktoren

⁸ Vgl. Cedergren 2011, S. 168

⁹ Vgl. ebd.

¹⁰ Vgl. Kerssens-van Drongelen und Bilderbeek 1999, S. 36

¹¹ Vgl. Werner und Souder 1997, S. 40

¹² Vgl. ebd.

¹³ Vgl. Lindemann 2009, S. 12

noch nicht hinreichend untersucht. Die Interdependenz zwischen den Systemelementen hat jedoch einen großen Einfluss auf die Wirkung und die Auswahl der einzelnen Faktoren.¹⁴

1.2 Behandlung der Themenstellung in der Literatur

1.2.1 Stand der Wissenschaft

Die Leistungsbewertung der Produktentwicklung ist ein wachsendes interdisziplinäres Forschungsfeld. Der zentrale Themenkomplex der Leistungsbewertung der Produktentwicklung wird mit zwei inhaltlichen Schwerpunkten aufgegriffen: die Messung der Leistungsfähigkeit der Neuproduktentwicklung mit Fokus auf Methodik und Prozess sowie die Identifizierung von Erfolgsdeterminanten in Form von Erfolgsfaktoren.¹⁵

Allgemeine Ansätze zur Leistungsbewertung wie zum Beispiel die *Balanced Scorecard* wurden bereits im Umfeld von Forschung und Entwicklung eingesetzt. Auf Basis der *Scorecard* Systematik, welche sich in die Leistungsdimensionen interne Prozessperspektive, Kundenperspektive, finanzielle Perspektive und Wachstumsperspektive gliedert, wurden Bewertungsgrößen für die jeweiligen Dimensionen abgeleitet.¹⁶ Neben der *Scorecard* Systematik existieren weitere Ansätze zur Beschreibung der Leistungsdimensionen. *SCHUHMANN ET AL.* nutzen die Systematik von *BROWN & SVENSON* und entwickelten Bewertungsgrößen auf Basis der Modellierung des Systems Produktentwicklung mit Hilfe von Input-, Throughput- und Outputgrößen.¹⁷ Darüber hinaus können auch die Dimensionen Effektivität und Effizienz zur Ableitung von Bewertungsgrößen verwendet werden.¹⁸ Dies zeigt, dass es nach dem Stand der Wissenschaft kein Konsens darüber gibt, nach welchen Kriterien die Bewertungsgrößen für die Leistungsbewertung der Produktentwicklung auszuwählen sind.¹⁹

Bisher findet keine eindeutige Trennung zwischen den Bereichen Forschung und Entwicklung statt. Die Begriffe werden oftmals als Konglomerat bei der Leistungsbewertung benutzt. *BIGLIARDI & DORMINO* sowie *GARICIA-VALDERRAMA ET AL.* sprechen von

¹⁴ Vgl. Williams 2016, Fortune und White 2006

¹⁵ Vgl. Guo 2008, S. 254, Kodali 2014, S. 533

¹⁶ Vgl. Bigliardi und Ivo Dormio 2010, García-Valderrama et al. 2008

¹⁷ Vgl. Schumann Jr et al. 1995, Brown und Svenson 1988, S. 106

¹⁸ Vgl. Chiesa und Frattini 2007, S. 285

¹⁹ Vgl. Valderrama und Mulero-Mendigorry 2005, S. 311

einer *R&D Balanced Scorecard*.²⁰ WERNER & SOUDER stellten fest, dass der Anwendungsbereich einen starken Einfluss auf die Bewertungsgrößen hat.²¹ Zur Bewertung der Grundlagenforschung sowie der angewandten Forschung sind andere Bewertungsgrößen notwendig als zur Bewertung der Produktentwicklung, die einen klaren Marktbezug hat.²²

Im Vergleich zu anderen Forschungssträngen wie zum Beispiel der Marketingforschung hat die Skalenentwicklung bei der Leistungsbewertung der Produktentwicklung noch nicht den gleichen Implementierungsgrad.²³ Aus diesem Grund entwickelten GARCIA-VALDERRAMA & MULERO-MENDIGORRI eine Methodik zur Skalvalidierung für die Leistungsbewertung im Rahmen der Produktentwicklung.²⁴ Dieser Ansatz hebt vor allem die Validierung der Bewertungsgrößen durch eine ausreichende empirische Datenbasis hervor. Der von WEISSENBERGER-EIBL ET AL. entwickelte Innovationsindikator stellt einen Ansatz dar, der versucht die Lücke zwischen den Bewertungsgrößen und den Leistungsdimensionen zu schließen.²⁵ Er erfasst die Innovationsbedingungen und -leistung am Wirtschaftsstandort Deutschland und vergleicht sie in einem Ranking in den Bereichen Wirtschaft, Wissenschaft, Bildung, Staat und Gesellschaft mit den weltweit führenden Industrieländern und aufstrebenden Staaten.²⁶ Auf Basis einer Systemstruktur, welche die Indikatoren nach Input- und Outputgrößen sowie den gebildeten Subsystemen unterteilt, wurden die einzelnen Indikatoren durch statistische Analysen hinsichtlich ihrer Erklärungsrelevanz untersucht.²⁷

Trotz dieser Entwicklung fokussieren sich viele Ansätze noch auf die Bildung von Bewertungsgrößen. Zum Beispiel leiten BHASIN und BREMSER ET AL. in ihren Studien die Bewertungsgrößen direkt anhand der definierten Leistungsdimension ab.²⁸ MC GRATH & ROMERI und KNOTT vertreten in ihren Studien den Ansatz, dass die Leistungsbewertung der Produktentwicklung mit Hilfe einer einzigen quantitativen Kennzahl

²⁰ Vgl. Bigliardi und Ivo Dormio 2010, García-Valderrama et al. 2008

²¹ Vgl. Werner und Souder 1997, S. 40

²² Vgl. ebd.

²³ Vgl. Valderrama und Mulero-Mendigorri 2005

²⁴ Vgl. ebd., S. 315

²⁵ Vgl. Weissenberger-Eibl et al. 2011

²⁶ Vgl. ebd.

²⁷ Vgl. ebd., Schubert et al. 2011

²⁸ Vgl. Bhasin 2008, Bremser und Barsky 2004

bewertbar ist.²⁹ Der erste Schritt bei der Leistungsbewertung sollte jedoch die Entwicklung einer passenden Systemstruktur sein. Hierbei muss geklärt werden, welche Elemente im System Produktentwicklung bewertet werden sollen.³⁰ Es ist drauf zu achten, dass möglichst alle Dimension bzw. Bereiche der Produktentwicklung abgedeckt werden.³¹ Die bereits beschriebenen Leistungsdimensionen sind dabei nicht ausreichend, um alle Aspekte des Systems Produktentwicklung zu umfassen. Ein Ansatzpunkt zur Bildung einer Systemstruktur, die eben genannte Anforderungen erfüllt, ist die Erfolgsfaktorenforschung.³²

Die Erfolgsfaktorenforschung hat sich parallel zum bereits beschriebenen Themenschwerpunkt der Leistungsbewertung entwickelt. In der Vergangenheit sind zahlreiche empirische Untersuchungen mit dem Ziel durchgeführt worden, die kritischen Erfolgsfaktoren im Rahmen der Neuproduktentwicklung zu identifizieren. Die methodische Vorgehensweise variiert zwischen den Studien nur gering, während der betrachtete Untersuchungsgegenstand sehr heterogen ist. Zum Beispiel versuchen *MONTOYA-WEISS & CALANTONE* mit ihrer Meta-Studie möglichst viele Bereiche abzudecken, während sich *KESTER ET AL.* auf das Produktportfolio fokussieren und dessen Einfluss auf den Produkterfolg untersuchen.³³ Forschungsbedarf sehen *HOPPMANN ET AL.* und *KALLURI & KODALI* noch bei der Stärkung der Systemperspektive³⁴. Ein Ansatzpunkt ist dabei die Bildung von komplexeren Pfadmodellen, indem zwischen unterschiedlichen Ebenen unterschieden wird. Dadurch können längere Wirkketten untersucht werden und die Vorläufer bzw. Befähiger bereits bekannter Erfolgsfaktoren identifiziert werden.³⁵

Die klassische Erfolgsfaktorenforschung wird zunehmend mit dem Kontingenzansatz erweitert. Ziel ist es, anhand einer geeigneten Projektklassifizierung diejenigen Erfolgsfaktoren zu identifizieren, welche für den definierten Kontext besonders relevant sind. Das Postulat dieser Studien ist, dass es keine „one size fits all“ Lösung an potenziellen Erfolgsfaktoren gibt. Auf übergeordneter Ebene können die Kontingenzfaktoren meist zu den Dimensionen Komplexität und Unsicherheit zugeordnet werden.³⁶ Aufgrund der

²⁹ Vgl. McGrath und Romeri 1994, Knott 2008, Knott 2009

³⁰ Vgl. Tangen 2005, S. 47

³¹ Vgl. Mascarenhas Hornos da Costa et al. 2014, S. 379

³² Vgl. Cedergren und Parida 2012, Cedergren 2011

³³ Vgl. Montoya-Weiss und Calantone 1994, Kester et al. 2014

³⁴ Vgl. Hoppmann et al. 2011, S. 14, Kalluri und Kodali 2014, S. 549

³⁵ Vgl. Kleinschmidt et al. 2007, S. 422

³⁶ Vgl. Padalkar und Gopinath 2016

steigenden Variablenanzahl bei der Berücksichtigung von Kontextfaktoren muss eine Priorisierung erfolgen. Ein bekannter Kontextfaktor, der oftmals verwendet wird, ist die Volatilität der Umwelt in Form der Markt- und Technologiedynamik.³⁷

Zumeist stehen die linearen Wirkbeziehungen zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen im Fokus der Studien. Das Prinzip des vernetzten Denkens, das von bekannten Systemtheoretikern wie unter anderem *VESTER* und *FORRESTER* geprägt wurde, findet bei der Validierung der Erfolgsfaktoren aktuell noch keine Anwendung.³⁸ In anderen Bereichen hat sich die Analyse der gegenseitigen Abhängigkeiten zur Komplexitätsbewältigung bereits etabliert.³⁹ Zum Beispiel hat sich die *Design Structure Matrix* (DSM) als geeignetes Werkzeug zur Modellierung der Aufgabenabhängigkeiten im Produktentwicklungsprozess herausgestellt.⁴⁰ Darüber hinaus beschäftigen sich vermehrt Studien im Rahmen des Projektmanagements mit den Ansätzen der Systemtechnik. *WILLIAMS* nutzte *Causal Mapping*, um die Grundursachen für den Projekterfolg zu identifizieren. *Causal Mapping* ist eine Technik aus dem Forschungsbereich der Problemstrukturierungsmethoden und gehört zu den kognitiven Mapping-Techniken.⁴¹ Des Weiteren existieren verschiedene Ausprägungsformen der Netzwerkanalyse, welche die Wechselbeziehungen nicht nur identifizieren, sondern auch deren Wirkstärke bewerten.⁴²

1.2.2 Identifizierung der Forschungslücke

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die systemische Modellierung der Produktentwicklung eine notwendige Bedingung zur Ableitung von Bewertungsgrößen ist. Eine verstärkte Integration der Erfolgsfaktorenforschung mit den Aspekten der Leistungsbewertung ist hierbei notwendig. Die vorliegende Arbeit soll den aktuellen Stand der Wissenschaft an folgenden drei Kernpunkten erweitern:

Validierung der Struktur und der Bewertungsgrößen des Bewertungsmodells - Vor der eigentlichen Entwicklung und Validierung der Bewertungsgrößen wird der Fokus auf eine konsistente Systemstruktur gelegt. Dieser Schritt schließt die aktuell vorhandene Lücke zwischen der Wahl der Leistungsdimensionen und der Auswahl der Bewertungsgrößen. Die zentralen Systemelemente werden dabei als mehrdimensionale Konstrukte operationalisiert, um die Reliabilitäts- und Validitätskriterien zu erfüllen. Darüber hinaus

³⁷ Vgl. Langerak et al. 2007, Kock et al. 2016

³⁸ Vgl. Vester 2002, Forrester 1994

³⁹ Vgl. Meade und Presley 2002, Tohumcu und Karasakal 2010

⁴⁰ Vgl. Browning 2001, Collins et al. 2010

⁴¹ Vgl. Ackermann und Alexander 2016, S. 892

⁴² Vgl. Bai und Sarkis 2013, Chang et al. 2011

sollten bei der Entwicklung der Systemstruktur die systemtechnischen Gestaltungsprinzipien berücksichtigt werden. Die empirische Validierung der Bewertungsgrößen mit Hilfe von explorativen und konfirmatorischen Faktorenanalysen rundet die Systemvalidierung ab.

Interdependenz - Anstatt einer Fokussierung auf lineare Wirkbeziehungen zwischen den Frühindikatoren und den Ergebnisgrößen, sind die Wechselbeziehungen durch unterschiedliche Ansätze zu modellieren. Dabei sind nicht nur die Wirkbeziehungen zwischen den Frühindikatoren und den Ergebnisgrößen zu analysieren, sondern auch das Wirkgefüge zwischen den ausgewählten Frühindikatoren zu modellieren. Zudem sollen die Wirkbeziehungen als komplexe Pfadmodelle modelliert werden. Dies ermöglicht eine Prüfung auf potenzielle Mediationseffekte sowie die simultane Berücksichtigung mehrerer abhängiger und unabhängiger Variablen. Die daraus gezogenen Schlüsse sind explizit für die Auswahl und Gewichtung der Bewertungsgrößen sowie bei der Ableitung der Bewertungssystematik zu berücksichtigen.

Kontingenz - Aufgrund der zunehmenden Bedeutung des Kontingenzansatzes wird die gebildete Systemstruktur hinsichtlich ihrer Wechselwirkungen mit der Systemumwelt untersucht. Als vorbereitender Schritt ist das Kontextsystem mit Hilfe der Dimensionen Komplexität und Unsicherheit zu operationalisieren. Danach wird geprüft, inwieweit sich Änderungen im Kontext, wie zum Beispiel die Steigerung des Produktneuheitsgrades, auf das Wirkgefüge der postulierten Beziehungen zwischen den Frühindikatoren und Ergebnisgrößen auswirken. Die Ergebnisse sollen zeigen, inwieweit das zu entwickelnde Bewertungsmodell an das vorliegende Kontextsystem bzw. die Systemumwelt anzupassen ist.

1.3 Aufbau und Zielsetzung der Arbeit

Nachdem die Forschungslücke identifiziert wurde, soll im Folgenden genauer adressiert werden, wie diese Arbeit einen Beitrag zur Lösung des Problems leisten kann. Dazu wird in diesem Abschnitt das Forschungsziel konkretisiert sowie der grundlegende Aufbau der Arbeit erläutert.

1.3.1 Zielsetzung der Arbeit

Vor dem Hintergrund der identifizierten Forschungslücke ist es das Ziel der Arbeit, ein Bewertungsmodell für die Produktentwicklung zu konzipieren, das eine systemorientierte und proaktive Bewertung der Produktentwicklung ermöglicht. Bestehende Bewertungsansätze sind bezüglich der Prinzipien der Interdependenz und Kontingenz weiter zu entwickeln und an den dynamischen Kontext der Produktentwicklung anzupassen. Mit der

Systemtechnik liegt ein grundlegender Ansatz zur Lösung dieser Problemstellung vor. Im Rahmen der Arbeit soll zunächst der aktuelle Stand der Wissenschaft zum Themengebiet Leistungsbewertung in der Produktentwicklung erläutert werden. Darüber hinaus sind aus bekannten theoretischen Ansätzen wie zum Beispiel der Systemtechnik und der Kontingenztheorie geeignete Methoden abzuleiten, die die Gestaltung des Bewertungsmodells unterstützen. Die Entwicklung eines systemorientierten Modells baut auf den Erkenntnissen der vorangegangenen Analyse auf. Wesentliche Hauptelemente sind dabei die Systemgestaltung und die Entwicklung geeigneter Bewertungsgrößen. Bei der Systemgestaltung steht die Identifizierung erfolgstreibender Elemente im Fokus. Die resultierende Systemstruktur des Bewertungsmodells sollte daher das soziotechnische System Produktentwicklung möglichst ganzheitlich darstellen.

Anschließend sind geeignete Bewertungsgrößen in der Form von Input-, Throughput- und Outputgrößen für die definierten Elemente zu ermitteln. Bei der Operationalisierung sollen die Ursache-Wirkungsbeziehungen der entwickelten Größen empirisch belegt werden. Die Modellierung und Analyse der Interdependenzen zwischen den Systemelementen und die Ermittlung des externen Einflusses durch die Berücksichtigung geeigneter Kontingenzfaktoren unterstützen die Auswahl. Anhand der Ergebnisse aus der empirischen Analyse ist das Bewertungsmodell zu konzipieren. Die Arbeit resultiert in einem Bewertungsmodell für die Produktentwicklung, mit dem, in Abhängigkeit vom ermittelten Kontext, Handlungsempfehlungen zur Steigerung der Effektivität und Effizienz in der Produktentwicklung abgeleitet werden können. Zusammenfassend stehen demnach bei der Entwicklung des Bewertungsmodells folgende Fragestellungen im Mittelpunkt dieser Arbeit:

- Wie sollte die Systemstruktur des Bewertungsmodells gestaltet werden, so dass möglichst alle erfolgstreibende Elemente im soziotechnischen System Produktentwicklung erfasst werden können?
- Mit welchen Bewertungsgrößen lassen sich die Elemente innerhalb der Systemstruktur bewerten?
- Welchen Einfluss hat das Umfeld auf die Auswahl der Bewertungsgrößen und wie kann dies bei der Bewertung berücksichtigt werden?

1.3.2 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit lässt sich generell in einen theoretischen und empirischen Teil aufgliedern. Abbildung 1-1 stellt den Aufbau der Arbeit grafisch dar.

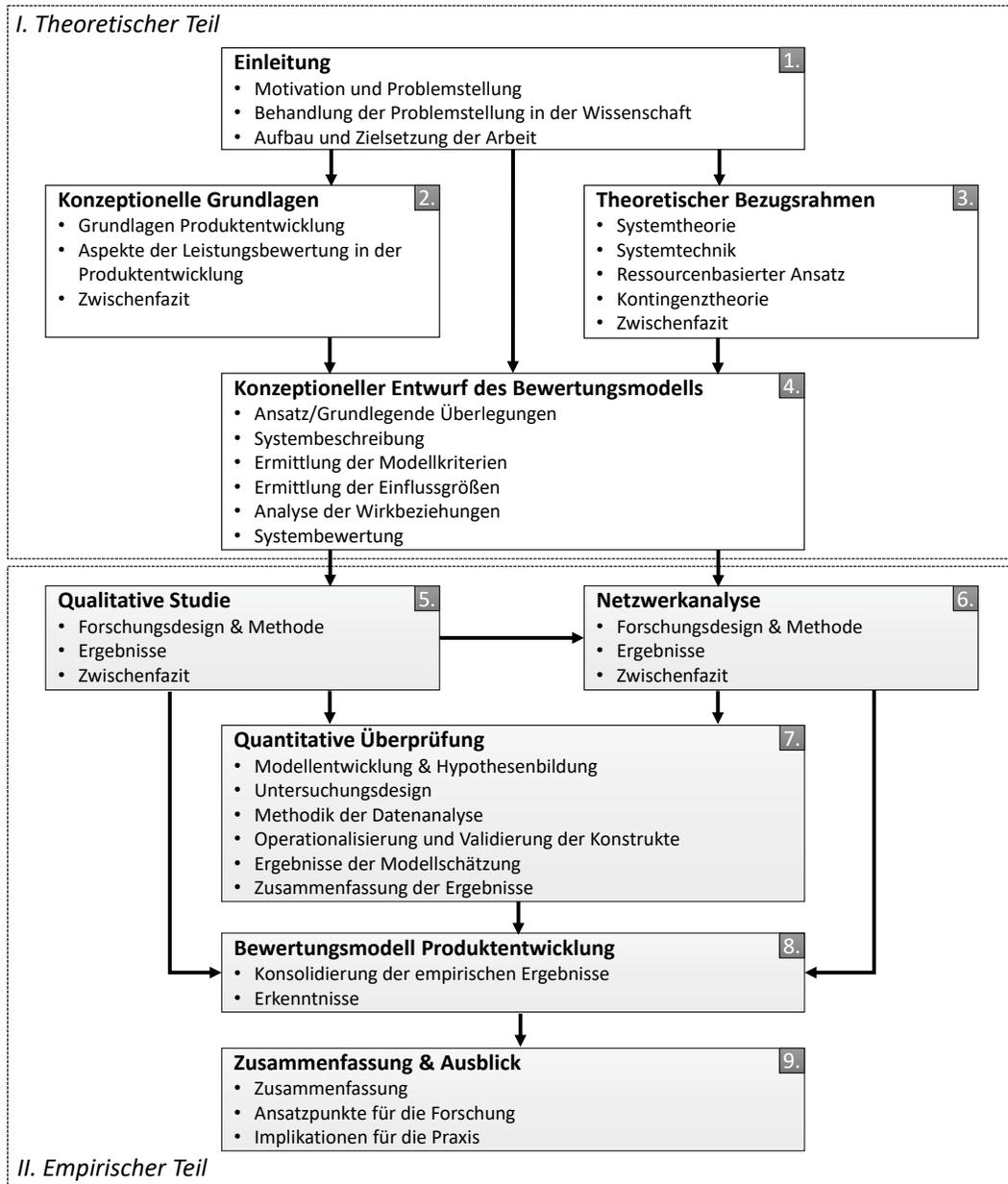


Abbildung 1-1: Aufbau der Arbeit⁴³

Nach der bereits erfolgten Einführung in die Forschungsthematik werden zunächst im theoretischen Teil die notwendigen konzeptionellen Grundlagen in Kapitel 2 erläutert. Neben der Beschreibung und Einordnung der Produktentwicklung in den Innovationsprozess dient dieses Kapitel dazu, die wichtigsten Aspekte zur Leistungsbewertung im

⁴³ Eigene Darstellung

Rahmen der Produktentwicklung zu erklären. Kapitel 3 beschreibt den theoretischen Bezugsrahmen der Arbeit. Nach einer kurzen allgemeinen Einführung wird dabei für jeden theoretischen Ansatz die Anwendung im Kontext der Neuproduktentwicklung beschrieben. Aufgrund der Zielsetzung bilden die Systemtheorie, die Systemtechnik, der ressourcenbasierte Ansatz und die Kontingenztheorie das notwendige theoretische Fundament der Arbeit. Die Konsolidierung des theoretischen Teils findet in Kapitel 4 mit dem konzeptionellen Entwurf des Bewertungsmodells statt. In Anlehnung an die Erkenntnisse der vorherigen Kapitel wird ein fünfstufiger Gestaltungsrahmen entwickelt, der die Basis für die empirische Validierung bildet.

Der empirische Teil der Arbeit beginnt in Kapitel 5 mit der Beschreibung der qualitativen Studie in Form von Experteninterviews. Die Untersuchung der Wirkbeziehungen zwischen den identifizierten Einflussgrößen ist der darauffolgende Schritt und erfolgt in Kapitel 6. Unter Anwendung der Netzwerkanalyse soll das Systemverständnis geschärft werden und als Ergebnis jede Einflussgröße einer Systemrolle zugeordnet werden. Als letzte empirische Studie erfolgt in Kapitel 7 die quantitative Überprüfung der postulierten Zusammenhänge. Die wesentliche Eingangsgröße für die Modellentwicklung und die Ableitung der Hypothesen bilden die vorangegangenen Studien. Im Anschluss erfolgt in Kapitel 8 die Entwicklung des Bewertungsmodells, welches als logischer Schluss der empirischen Studien resultiert. In diesem Kapitel erfolgt die finale Auswahl der Bewertungsgrößen und die Ableitung einer Bewertungssystematik. Die Arbeit schließt in Kapitel 9 mit einer Zusammenfassung und der Ableitung von Implikation für die Wissenschaft und die betriebliche Praxis ab.

2 Konzeptionelle Grundlagen

In diesem Teil der Arbeit werden die konzeptionellen Grundlagen für die Beantwortung der Forschungsfragen gelegt. Dabei werden zunächst die relevanten Grundlagen für die Produktentwicklung erläutert. Im Anschluss werden die Aspekte zur Leistungsbewertung im Rahmen der Produktentwicklung dargestellt. Die Konsolidierung der Ergebnisse bildet erste Erkenntnisse, wie der konzeptionelle Entwurf des Bewertungsmodells zu gestalten ist.

2.1 Grundlagen Produktentwicklung

2.1.1 Einordnung der Produktentwicklung in den Innovationsprozess

Wesentliches Merkmal des Begriffs Innovation ist die Entstehung von etwas Neuem. Für die Operationalisierung des Neuheitsbegriffs gibt es jedoch keine einheitliche wissenschaftliche Definition.⁴⁴ HAUSCHILDT & SALOMO unterscheiden nach Betrachtung einer Vielzahl unterschiedlicher Definitionen zwischen fünf Dimensionen der Innovation:⁴⁵

- Inhaltliche Dimension: Was ist neu?
- Intensitätsdimension: Wie neu?
- Subjektive Dimension: Neu für wen?
- Prozessuale Dimension: Wo beginnt, wo endet die Neuerung?
- Normative Dimension: Ist neu gleich erfolgreich?

Durch diese Beschreibung wird deutlich, dass der Neuheitsgrad einer Innovation aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet werden kann und somit ein Grad an Subjektivität aufweist. Die Beurteilung, ob etwas als „neu“ zu bezeichnen ist, hängt zum Beispiel stark von dem betrachtenden Personenkreis ab.⁴⁶ Aus entwicklungsmethodischer Perspektive lässt sich der Neuheitsgrad anhand der Produktgenerationsentwicklung (PGE) beschreiben. Neue Produkte oder technische Lösungen werden fast immer auf der Grundlage von Referenzprodukten oder Referenzlösungen entwickelt. Die Entwicklung neuer Produktgenerationen erfolgt durch die Kombination der Aktivitäten Übernahme-, Gestalt- und Prinzipvariation.⁴⁷

⁴⁴ Vgl. Hauschildt und Salomo 2007, S. 3

⁴⁵ Vgl. ebd., S. 8

⁴⁶ Vgl. Weissenberger-Eibl und Koch 2013, S. 19

⁴⁷ Vgl. Albers et al. 2015, 4 ff.

Als Gemeinsamkeit der Ansichten lässt sich jedoch ableiten, dass mit einer Innovation untrennbar eine tatsächliche Nutzung bzw. Marktdiffusion verbunden ist. Der Begriff Innovation kann dabei unterschiedlich weit interpretiert werden.⁴⁸ Innovation im engeren Sinne liegt vor, wenn eine Erfindung wirtschaftlichen Erfolg verspricht und eine Einführung auf dem Markt erreicht werden kann. Kann sich im Anschluss die Erfindung auf dem Markt durchsetzen, wurde eine Diffusion erreicht und es kann von einer Innovation im weiteren Sinne gesprochen werden.⁴⁹

Der Innovationsprozess lässt sich konzeptionell in unterschiedliche Teilfunktionen gliedern. Die Forschung und Entwicklung (F&E) bezieht sich auf die frühe Phase des Innovationsprozesses. Obwohl die Inhalte der Forschung und Entwicklung unterschiedlich sind, werden beide oftmals als ein Element im Innovationsprozess beschrieben. Dies kann daran liegen, dass Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in einer Invention resultieren können.⁵⁰ Unter Inventionen ist die Realisierung von für das Unternehmen wirtschaftlich relevanten Lösungen für naturwissenschaftlich-technische Probleme zu verstehen.⁵¹ Mit einer Invention wird somit die Erfindung bezeichnet und der Begriff umfasst sowohl die erstmalige technische Umsetzung als auch die Kombination bestehender Erkenntnisse.⁵² Die verschiedenen F&E Aktivitäten können mit Hilfe ihres Anwendungsbezuges in Grundlagenforschung, angewandte Forschung bzw. Technologieentwicklung, Vorentwicklung und Produkt- & Prozessentwicklung gegliedert werden.⁵³ Abbildung 2-1 stellt die Zusammenhänge grafisch dar und ordnet die Produktentwicklung in den Innovationsprozess ein. Die fließenden Übergänge zwischen den Phasen sind anhand der Überlappungen skizziert.

⁴⁸ Vgl. Specht et al. 2002, S. 13

⁴⁹ Vgl. Brockhoff 1998, S. 37

⁵⁰ Vgl. Specht et al. 2002, S. 13

⁵¹ Vgl. Gerpott 1999, S. 28

⁵² Vgl. Specht et al. 2002, S. 13

⁵³ Vgl. ebd., S. 14

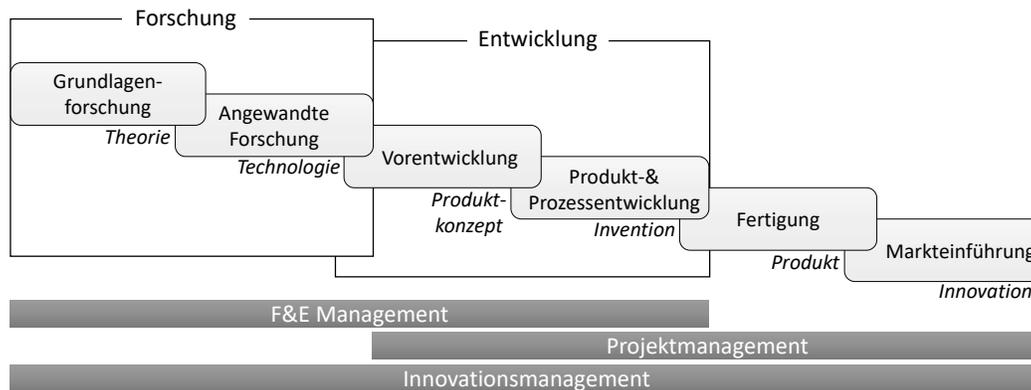


Abbildung 2-1: Verankerung der Produktentwicklung im Innovationsprozess⁵⁴

In Abbildung 2-1 werden der Forschung und Entwicklung unterschiedliche Teilfunktionen zugeordnet. Die Trennung zwischen Forschung und Entwicklung wird auch im Rahmen dieser Arbeit verfolgt. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf dem Bereich Entwicklung, der in der Wissenschaft als Neuproduktentwicklung (*New Product Development (NPD)*) bezeichnet wird. Im *PDMA Handbook of New Product Development* wird der Begriff *New Product Development (NPD)* als „the overall process of strategy, organization, concept generation, product and marketing plan creation and evaluation, and commercialization of a new product“ definiert.⁵⁵ Der Begriff Neu (*New*) bezieht sich auf den Neuheitsgrad des Produktes (Service oder Gut) für die Firma.⁵⁶ Diese Definition unterstreicht den breiten Geltungsbereich des Forschungsbereichs Neuproduktentwicklung. Es wird folglich von einer grundsätzlichen Neuartigkeit des Produktes gesprochen. Wie schon bei der Definition des Innovationsbegriffs existiert keine einheitliche objektive Definition zum Neuheitsgrad innerhalb des Forschungsstranges Neuproduktentwicklung. Daher sind zur Operationalisierung des Neuheitsgrades für Neuentwicklungsprojekte zahlreiche Klassifizierungstypologien in der Literatur entstanden.⁵⁷ Der bereits erwähnte entwicklungsmethodische PGE-Ansatz von *ALBERS ET AL.* ist ein Beispiel zur Operationalisierung.⁵⁸ Ein weiteres bekanntes Beispiel ist die Klassifizierungstypologie von

⁵⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an ebd., S.16

⁵⁵ Vgl. Kahn et al. 2013, S. 458. PDMA steht für Product Development & Management Association

⁵⁶ Vgl. Kahn et al. 2013, S. 458

⁵⁷ Vgl. Weissenberger-Eibl 2004, S. 73

⁵⁸ Vgl. Albers et al. 2015, Albers et al. 2017

HENDERSON & CLARK, die zwischen einer inkrementellen, modularen, architektonischen und radikalen Innovation unterscheiden und diese in eine 2x2 Matrix einordnen.⁵⁹ Um eine Innovation einzuordnen, wird geprüft, ob das Kernkonzept der Komponenten beibehalten oder ersetzt wird und ob die Verbindung zu den anderen Komponenten verändert wird.⁶⁰ Eine radikale Innovation liegt gemäß dieser Klassifizierung vor, wenn sie die Beziehungen zwischen den Komponenten anhand einer neuen Architektur verändert und die Gestaltungskonzepte der Komponenten modifiziert.

Mit dem Fokus auf Entwicklungsprojekte hat sich im Forschungsstrang Neuproduktentwicklung eine andere Klassifizierungstypologie etabliert. *WHEELRIGHT & CLARK* definieren Projekttypen anhand der beiden Dimensionen Produkt- und Prozessänderungen.⁶¹ Für beide Dimensionen existieren jeweils vier Ausprägungsstufen, die den Neuheitsgrad semantisch beschreiben. Die Bewertungsskala für die Dimension Produktänderung umfasst zum Beispiel den Bereich von einer Funktionsverbesserung bis zu einem neuen Kernprodukt. Abbildung 2-2 ordnet die definierten Typen von Entwicklungsprojekten mit Hilfe der beiden Dimensionen ein.

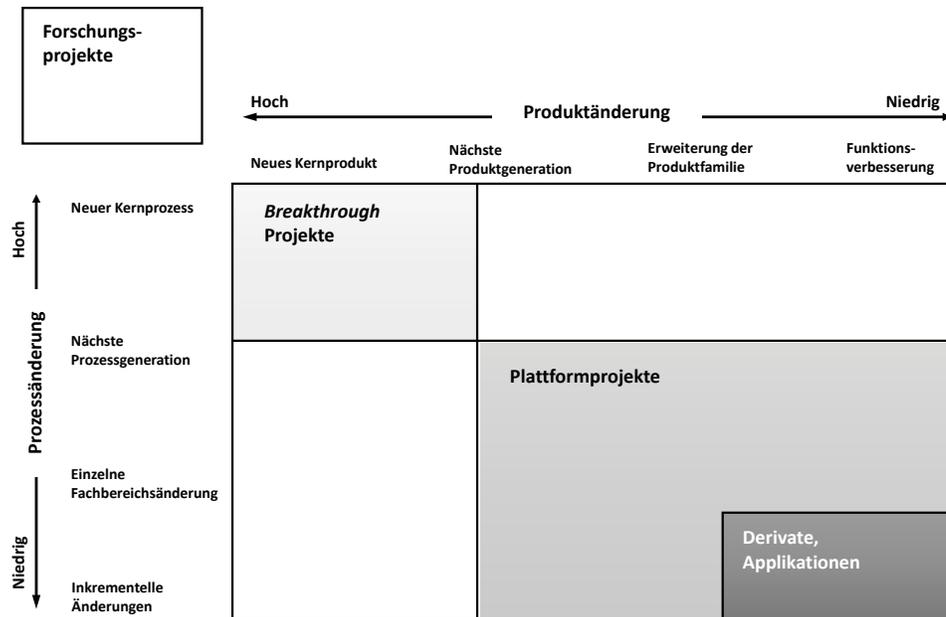


Abbildung 2-2: Typen von Entwicklungsprojekten nach *WHEELRIGHT & CLARK*⁶²

⁵⁹ Vgl. Henderson und Clark 1990, S. 12

⁶⁰ Vgl. ebd.

⁶¹ Vgl. Wheelwright und Clark 1992a, S. 4

⁶² Vgl. in Anlehnung an Wheelwright und Clark 1992a, S. 6, Wheelwright und Clark 1992b, S. 93

Insgesamt unterscheiden *WHEELRIGHT & CLARK* zwischen fünf Typen, wovon vier in Abbildung 2-2 eingeordnet sind. Der fünfte Projekttyp bezieht sich auf Allianzen und Partnerschaften, die jeweils alle anderen Projekttypen enthalten können. Die kommerziellen Entwicklungsprojekte werden durch die Typen bahnbrechende Projekte, Plattformprojekte und Derivate bzw. Applikationen beschrieben und bilden den Kern des Frameworks.⁶³ Bezogen auf die Zielsetzung der Arbeit und der bereits definierten Trennung zwischen Forschung und Entwicklung liegt der Fokus der Arbeit auf diesen drei Projekttypen.

2.1.2 Vorgehensmodelle der Produktentwicklung

Da der Fokus dieser Arbeit auf der Neuproduktentwicklung liegt, soll diese im Folgenden noch genauer beschrieben werden. Das Hauptziel der Produktentwicklung ist es, herstellbare, funktionsfähige und marktfähige Produkte zu entwickeln. Vorgehensmodelle stellen ein Hilfsmittel dar, das bei der Planung zukünftiger Prozesse, der Orientierung innerhalb aktueller Prozesse und der Reflexion abgeschlossener Prozesse unterstützt.⁶⁴ Hierbei existiert eine Vielzahl unterschiedlicher Vorgehensmodelle, die nach *LINDEMANN* anhand von vier Auflösungsgraden des Produktentwicklungsprozesses in Verbindung mit unterschiedlichen Zielen der Betrachtung gruppiert werden können.⁶⁵ *PULM* unterscheidet nur zwischen allgemeinen Problemlösevorgängen und spezifischen Modellen des Entwickelns.⁶⁶ Abbildung 2-3 stellt beide Ansätze in einem Schaubild dar. Eine detaillierte Beschreibung anhand von Beispielen für die unterschiedlichen Gruppen erfolgt in den nächsten Abschnitten.

⁶³ Vgl. ebd.

⁶⁴ Vgl. Lindemann 2009, S. 33

⁶⁵ Vgl. Lindemann 2009, S. 37

⁶⁶ Vgl. Pulm 2004, S. 77

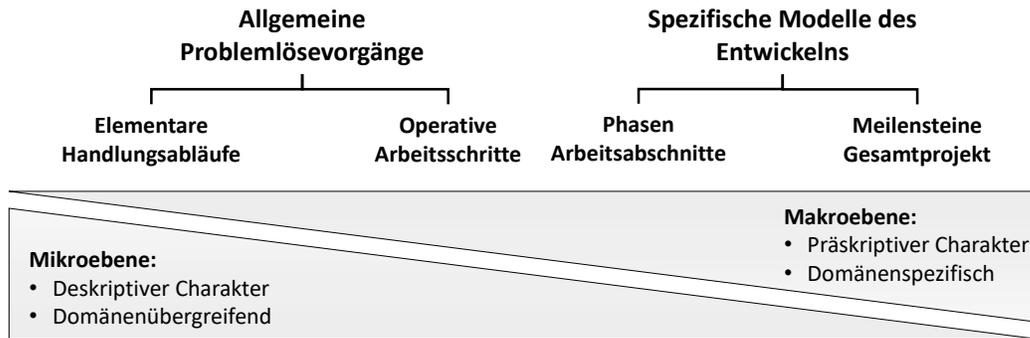


Abbildung 2-3: Auflösungsgrade der Vorgehensmodelle der Produktentwicklung⁶⁷

2.1.2.1 Allgemeine Problemlösevorgänge

Die Ebene mit dem höchsten Auflösungsgrad (Mikroebene) untersucht Prozesse mit elementaren Denk- und Handlungsabläufen. Zu dieser Kategorie gehören zum Beispiel das TOTE-Schema (Test-Operate-Test-Exit) und der PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act).⁶⁸ Das TOTE-Modell besteht aus einer hierarchischen Anordnung von Prüf- und Handlungsphasen. In der initialen Prüfphase wird überprüft, ob der Ist-Wert mit dem Soll-Wert übereinstimmt. Ist dies nicht der Fall werden gezielte Maßnahmen zur Erreichung des Soll-Wertes abgeleitet. Anschließend erfolgt wieder ein Ist-Soll Abgleich und bei bestehender Differenz eine weitere Handlungsphase. Abbruchkriterium (Exit) ist somit das Erreichen der Übereinstimmung zwischen Soll und Ist.⁶⁹ *DEMING* führte, basierend auf einem Ansatz von *SHEWARD*, den PDCA-Zyklus als Werkzeug zur kontinuierlichen Qualitätsverbesserung ein.⁷⁰ Im Unterschied zum TOTE-Schema gibt es keinen festen Zielzustand, der den Zyklus beendet. Vielmehr wird nach jedem Zyklus die Zielsetzung kontinuierlich angepasst und weiterentwickelt. In der Analysephase geht es um die Analyse der Ist-Situation und der Festlegung von Verbesserungsmaßnahmen (Plan). Im nächsten Schritt werden die festgelegten Maßnahmen implementiert (Do). Wie die Bezeichnung der nächsten Phase schon verdeutlicht, wird anschließend die neue Ist-Situation gemäß den festgelegten Zielen überprüft (Check). Auf Basis der Ergebnisüberprüfung wird dann entschieden, ob die Verbesserung standardisiert wird oder ein erneutes Durchlaufen der Schleife notwendig ist, um die festgelegten Ziele zu erreichen (Act).⁷¹

⁶⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Lindemann 2009, S. 38 ; Braun 2005, S. 29

⁶⁸ Vgl. Miller et al. 1986 für das TOTE-Schema, Pfeifer und Schmitt 2008, S. 34–35 & Deming 1986 für den PDCA-Zyklus

⁶⁹ Vgl. Miller et al. 1986

⁷⁰ Vgl. Pfeifer und Schmitt 2008, S. 34–35, Deming 1986

⁷¹ Vgl. Pfeifer und Schmitt 2008, S. 35

Die nächste Kategorie der Vorgehensmodelle bilden die Modelle der operativen Problemlösung. Im Gegensatz zu der ersten Kategorie weisen sie einen höheren Detaillierungsgrad bei den Handlungsabläufen auf.⁷² Der Problemlösungszyklus des Systems Engineering von *DAENZER & HABERFAELLER* ist ein klassischer Vertreter dieser Kategorie.⁷³ Er setzt sich aus sechs Schritten zusammen, die sich in die Abschnitte Zielsuche, Lösungssuche und Auswahl einordnen lassen.⁷⁴ Die Situationsanalyse und Zielformulierung gehören zu der Zielsuche und geben Hilfestellung zur Analyse der Ausgangssituation sowie Grundregeln zur Zielformulierung. Die Lösungssuche besteht aus den Schritten Synthese von Lösungen und Analyse von Lösungen. Die Synthese von Lösungen ist der konstruktive und kreative Schritt mit dem Ziel Lösungsvarianten zu erarbeiten, während die Analyse von Lösungen den kritischen und analytischen Schritt mit dem Fokus auf der Anforderungsprüfung darstellt.⁷⁵ Die Bewertung und Entscheidung sind Schritte des Abschnitts Auswahl. Hierbei geht es um die systematische Gegenüberstellung machbarer Varianten und die anschließende Festlegung auf eine Lösungsvariante.⁷⁶

Der von *ALBERS ET AL.* entwickelte SPALTEN-Problemlösungsprozess ist ein weiterer Vertreter dieser Gruppe.⁷⁷ Der SPALTEN-Prozess besteht aus sieben Schritten, die im Problemlösungsprozess sequenziell oder fallspezifisch angewandt werden können. Dabei wird mehrmals die Informationsgüte verdichtet und erweitert. Nach einer aktuellen empirischen Studie in der mehrere Problemlösungsmethoden hinsichtlich ihres Bekanntheits- und Verwendungsgrads bewertet wurden, wird der SPALTEN-Prozess an oberster Stelle geführt.⁷⁸ Abbildung 2-4 stellt den Problemlösungsprozess grafisch dar.

⁷² Vgl. Lindemann 2009, S. 37

⁷³ Vgl. Daenzer und Haberfellner 2002

⁷⁴ Vgl. ebd., S. 47 ff.

⁷⁵ Vgl. ebd., S. 52

⁷⁶ Vgl. ebd., S. 53 f.

⁷⁷ Vgl. Albers et al. 2016

⁷⁸ Vgl. ebd.

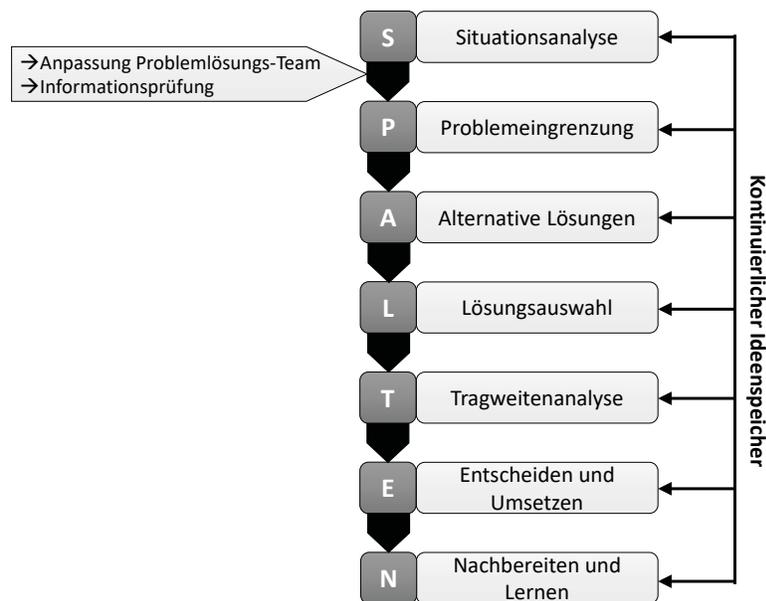


Abbildung 2-4: SPALTEN-Prozess⁷⁹

Weitere Merkmale des Spalten-Prozesses sind die Anpassung des Problemlösungs-Teams nach jedem Schritt, der kontinuierliche Ideenspeicher und die verpflichtende Informationsprüfung bevor die nächste Stufe gestartet wird.⁸⁰

2.1.2.2 Spezifische Modelle des Entwickelns

Neben den allgemeinen Problemlösungsprozessen existieren entwicklungs- bzw. konstruktionsspezifische Prozesse, welche entweder das Gesamtprojekt oder das Vorgehen unterschiedlicher Phasen bzw. Arbeitsschritte mit einem geringeren Auflösungsgrad untersuchen. Das generelle Vorgehen zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte gemäß der VDI Richtlinie 2221 ist ein solches Beispiel. Die VDI Richtlinie lässt sich in die vier Phasen Aufgabe klären, Konzipieren, Entwerfen und Ausarbeiten gliedern.⁸¹ Abbildung 2-5 zeigt die einzelnen Arbeitsabschnitte und -ergebnisse der VDI Richtlinie.

⁷⁹ Eigene Darstellung nach ebd., S. 5

⁸⁰ Vgl. Ebd.

⁸¹ Vgl. Richtlinie VDI 2221

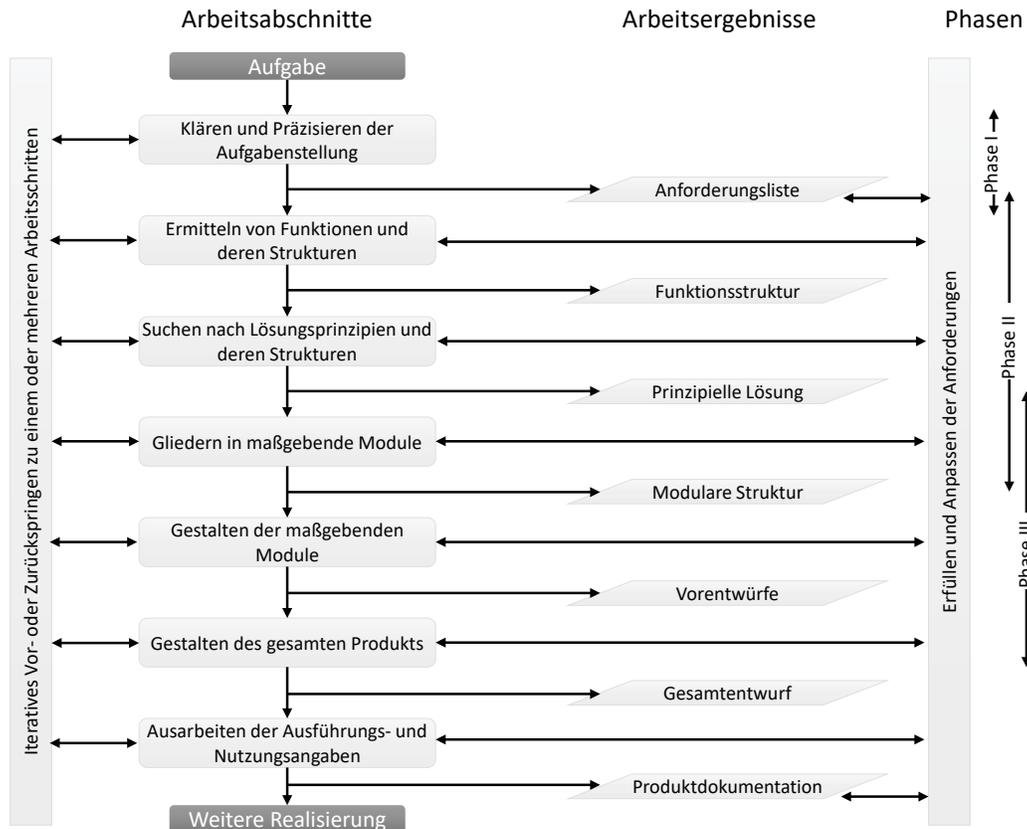


Abbildung 2-5: Generelles Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren⁸²

Ein weiteres Beispiel für eine VDI Richtlinie ist das V-Modell, also ein Makrozyklus zur Entwicklung mechatronischer Systeme.⁸³ Das V-Modell beschreibt ein generisches und systematisches Vorgehen zum Entwurf mechatronischer Systeme und untergliedert den Entwicklungsprozess in drei übergeordnete Phasen: domänenübergreifender Systementwurf, domänenspezifischer Entwurf und Systemintegration.⁸⁴

Ein weiteres bekanntes Vorgehensmodell zur Beschreibung des kompletten Neuprodukt-Entwicklungsprozesses ist das *Stage-Gate* Modell von COOPER.⁸⁵ Der *Stage-Gate* Prozess besteht aus unterschiedlichen Phasen, die durch Meilensteine voneinander getrennt sind. In seiner ursprünglichen Form beschreibt dieser die wesentlichen Pha-

⁸² Vgl. Richtlinie VDI 2221

⁸³ Vgl. Richtlinie VDI 2206

⁸⁴ Vgl. ebd.

⁸⁵ Vgl. Cooper 1994

sen des Neuprodukt-Entwicklungsprozesses: Ideengenerierung, Voruntersuchung, Business Case Erstellung, Entwicklung, Validierung und Serienanlauf.⁸⁶ Diese werden sequentiell durchlaufen und nach Abschluss jeder Phase wird das Ergebnis anhand eines Kriterienkataloges geprüft. Abbildung 2-6 stellt den *Stage-Gate* Prozess dar.

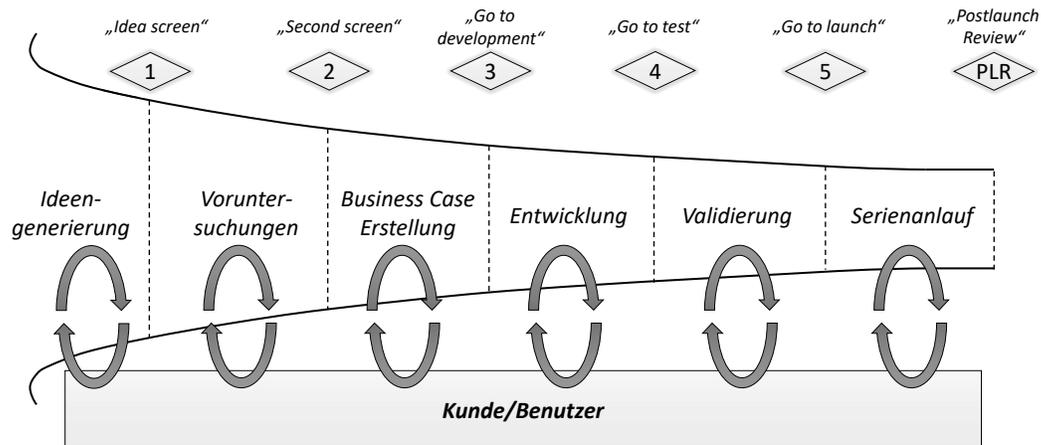


Abbildung 2-6: *Stage-Gate* Prozess⁸⁷

Mit Hilfe dieses Beispiels lassen sich die Probleme der entwicklungspezifischen Modelle beschreiben. Je konkreter die Ablaufreihenfolge und die Inhalte der jeweiligen Phasen, desto domänenspezifischer wird die Eignung des Vorgehensmodells. *COOPER* hat diesen Sachverhalt erkannt und demnach sein *Stage-Gate* Modell im Laufe der Zeit mehrfach modifiziert. In der dritten Generation ist die Entwicklung hin zu flexibleren Modellen mit überlappenden Phasen und flexiblen Meilensteinen (*fuzzy Gates*) vollzogen.⁸⁸ In konkreten Anwendungsfällen können komplette Phasen und Meilensteine weggelassen bzw. übersprungen werden.⁸⁹

Mit der steigenden Popularität der agilen Produktentwicklung wurde zudem der Versuch unternommen, ein Hybrid zwischen dem klassischen *Stage-Gate* Vorgehensmodell und der agilen Methodik *Scrum* zu bilden.⁹⁰ Erste empirische Ergebnisse zeigen, dass beide Ansätze gut miteinander kombinierbar sind.⁹¹

⁸⁶ Vgl. ebd., S. 5

⁸⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Cooper in Kahn et al. 2013, S. 29

⁸⁸ Vgl. Cooper 1994, S. 8

⁸⁹ Vgl. Cooper et al. 2002, S. 45

⁹⁰ Vgl. Cooper und Sommer 2016

⁹¹ Vgl. Sommer et al. 2015

Die *Scrum*-Methodik wird auch ohne in Kombination mit dem *Stage-Gate* Vorgehensmodell im Rahmen der Produktentwicklung angewandt. Das *Scrum*-Framework beinhaltet ein Vorgehensmodell, eine Rollenverteilung und ein Regelwerk, um die agilen Prinzipien umzusetzen.⁹² Der Ansatz begründet sich auf der Erfahrung, dass ein wesentlicher Teil der Anforderungen und der Lösungsansätze zu Beginn eines Projektes unklar ist. Ein vollumfänglicher Plan, in dem alle Entwicklungsaktivitäten durchplanbar sind, ist unter diesen Rahmenbedingungen schwer möglich. Aus diesem Grund wird neben dem Produkt auch die Planung iterativ und inkrementell entwickelt. Anstatt der Definition eines Lasten- und Pflichtenheftes werden die Anforderungen in Form von Eigenschaften aus der Anwendersicht formuliert. Die Liste dieser Anforderungen wird in dem sogenannten *Product Backlog* gespeichert. Das Produktentwicklungsvorhaben ist in *Sprints* unterteilt, deren Zeitdauer (*Time Box*) maximal vier Wochen betragen sollte. Innerhalb jedes *Sprints* wird ein potenziell auslieferbares und nutzbares Produktinkrement fertiggestellt. Innerhalb eines *Sprints* werden keine Änderungen am Ziel oder Qualitätsanspruch vorgenommen.⁹³ Nach jedem *Sprint* kann der *Product Backlog* aufgrund des erhaltenen Kundenfeedbacks sowie der Testergebnisse modifiziert werden.⁹⁴

Das *Scrum*-Framework ist nur ein Vertreter der flexibleren Vorgehensmodelle. Ein weiteres generisches Vorgehensmodell ist das von *BOEHM* entwickelte Spiralmodell. Der iterative Prozess umfasst folgende vier Stufen:⁹⁵

- Festlegung von Zielen und Beschreibung von Rahmenbedingungen
- Beurteilen von Alternativen und Risikoanalysen
- Realisierung und Überprüfung des Zwischenprodukts
- Planung der nächsten Iteration

Durch das iterative Durchlaufen dieser vier Phasen steigt die Produktreife kontinuierlich. Nach jedem Zyklus findet ein Review über das erreichte Ergebnis statt. Von der Vorgehensweise haben die Schritte eine hohe Ähnlichkeit mit dem PDCA-Zyklus.

2.1.2.3 Übergreifende Modelle des Entwickelns

LINDEMANN betont für seine Klassifizierung anhand der Auflösungsgrade, dass die Grenzen zwischen den Gruppen nicht immer eindeutig sind und somit einige Modelle

⁹² Vgl. Gloger 2013, S. 6

⁹³ Vgl. ebd., S. 6 ff.

⁹⁴ Vgl. Sommer et al. 2015, S. 36

⁹⁵ Vgl. Boehm 1988, S. 64

mehrere Typen umfassen können.⁹⁶ Zusätzlich zu den bereits beschriebenen Gruppen der Vorgehensmodelle existiert noch die Gruppe der übergreifenden Modelle. Wie der Name schon sagt, umfassen Modelle dieser Gruppe mehrere Auflösungsgrade, was eine ganzheitliche Modellierung des Produktentstehungsprozesses unterstützt. Ein Beispiel hierfür stellt das von *ALBERS* entwickelte integrierte Produktentstehungsmodell (iPeM) dar.⁹⁷ Das iPeM beschreibt, in Anlehnung an die zweite Hypothese von *ALBERS*, die Produktentwicklung als zunächst vages Zielsystem, das mit Hilfe eines Handlungssystems in ein Objektsystem transferiert wird.⁹⁸ Das generische und zeitunabhängige Handlungssystem des Metamodells besteht aus einer Matrix von Aktivitäten der Produktentstehung sowie den bereits beschriebenen Aktivitäten der Problemlösung (SPALTEN) und einem Ressourcensystem. Durch die Kombination der Aktivitäten der Problemlösung mit den Aktivitäten der Produktentstehung entsteht eine Matrix mit 70 Aktivitäten, die eine projektunabhängige Modellierung des Produktentstehungsprozesses ermöglicht. Die zeitspezifische und projektspezifische Planung entsteht erst, wenn in dem Phasenmodell einzelne Projektaktivitäten geplant werden.⁹⁹ Der systemische Ansatz des iPeM ermöglicht somit eine individuelle Anpassung an jeden spezifischen Entwicklungsprozess. Abbildung 2-7 stellt das iPeM grafisch dar.

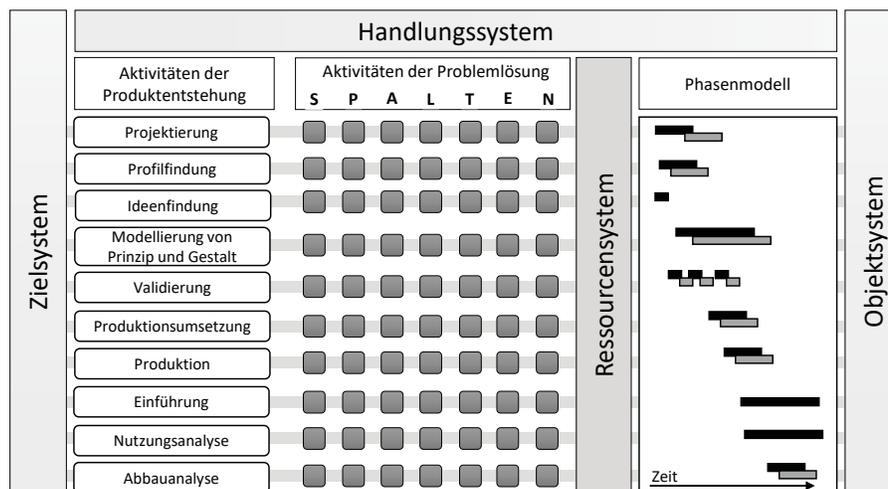


Abbildung 2-7: Das integrierte Produktentstehungs-Modell¹⁰⁰

⁹⁶ Vgl. Lindemann 2009, S. 39

⁹⁷ Vgl. Albers 2010, S. 348, Albers und Braun 2011, S. 11

⁹⁸ Eine detailliertere Erläuterung zu den einzelnen Systemtypen erfolgt in Kapitel 3.2.1

⁹⁹ Vgl. Albers und Braun 2011, S. 11

¹⁰⁰ Vgl. ebd., S. 12

Ein weiteres Beispiel für übergreifende Modelle ist das Münchener Produktkonkretisierungsmodell (MKM). Das MKM ist „ein Navigationsmodell für den Entwicklungsprozess, dass sich an den Eigenschaften der für den Entwicklungsprozess relevanten Produktmodelle orientiert“. ¹⁰¹ Es setzt sich aus folgenden vier Ebenen zusammen: Anforderungsmodell, Funktionsmodell, Wirkmodell und Baummodell. Die Anforderungsklä rung wird demnach durch die Funktions-, Wirk- und Bauebene konkretisiert. Da das Modell keine spezifische Arbeitsrichtung zwischen den Modellebenen vorgibt, ist eine flexible Anwendung gewährleistet. ¹⁰²

2.2 Aspekte der Leistungsbewertung in der Produktentwicklung

Wie bereits in der Einleitung dieser Arbeit beschrieben, kann die Leistungsbewertung der Produktentwicklung in zwei Schwerpunkte gegliedert werden. Bei der ersten Gruppe steht die Bewertung der Leistungsfähigkeit der Neuproduktentwicklung im Fokus. Dabei sind unterschiedliche Ansätze zur Ableitung von Bewertungsgrößen entstanden. Bei der zweiten Gruppe steht die Identifizierung von Erfolgsdeterminanten in Form von Erfolgsfaktoren an oberster Stelle. ¹⁰³ Die Erfolgsdeterminanten lassen sich wiederum in allgemeine, technische oder marktfokussierte Erfolgsfaktoren gliedern. ¹⁰⁴

Wissenschaftler mit verschiedenem Hintergrund forschen an diesem Thema. *TATICCHI ET AL.* stellten im Rahmen einer Literaturrecherche fest, dass die vier meistzitierten Autoren aus unterschiedlichen Bereichen stammen - Kaplan (Accounting), Nelly (Operations Management), Banker (Information systems) und Charnes (Mathematics/Operations research). ¹⁰⁵ Dies zeigt, dass die Leistungsbewertung ein interdisziplinäres Thema ist und keinem konkreten Forschungsgebiet zugeordnet werden kann.

Im Laufe der Zeit wurden von Wissenschaftlern diverse Frameworks entwickelt, um das Leistungsniveau der Produktentwicklung ganzheitlich zu erfassen. Ziel hierbei ist es, anhand einer strukturierten Vorgehensweise den Leistungsbegriff in der Produktentwicklung systematisch mit Hilfe von festgelegten Dimensionen zu bewerten. Auf der Basis der definierten Wirkzusammenhänge zwischen den einzelnen Gestaltungsdimensionen

¹⁰¹ Vgl. Lindemann 2009, S. 44

¹⁰² Vgl. ebd., S. 46

¹⁰³ Vgl. Guo 2008, S. 254, Kodali 2014, S. 533

¹⁰⁴ Vgl. ebd.

¹⁰⁵ Vgl. Taticchi et al. 2010, S. 5

können Bewertungsgrößen abgeleitet werden. Die Bestandteile eines Mess- oder Bewertungssystems lassen sich in fünf Elemente gliedern.¹⁰⁶ In Abbildung 2-8 sind die Bausteine eines Bewertungssystems dargestellt.

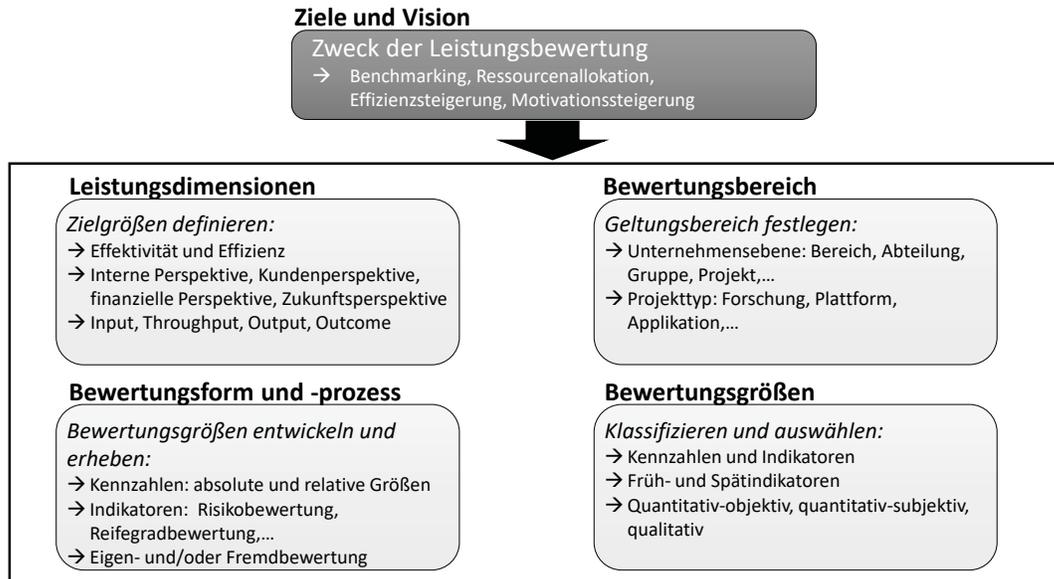


Abbildung 2-8: Elemente eines Bewertungssystems¹⁰⁷

Es liegt hierbei ein hoher Grad an Interdependenz zwischen den Bausteinen vor. Dies bedeutet, dass zum Beispiel die Wahl geeigneter Bewertungsgrößen stark von den vorliegenden Leistungsdimensionen abhängt. Darüber hinaus ist eine Übereinstimmung (*Fit*) zwischen dem Bewertungsprozess und den ausgewählten Bewertungsgrößen eine notwendige Bedingung für ein gut funktionierendes Bewertungssystem.¹⁰⁸

Nach Abbildung 2-8 beginnt die Entwicklung eines Bewertungssystems mit der Zieldefinition. Anschließend sind die Leistungsdimensionen des Bewertungssystems zu definieren. Dadurch wird festgelegt, welche Ergebnisgrößen anhand des Bewertungssystems adressiert werden sollen. Der Baustein Bewertungsbereich beschreibt den Untersuchungsgegenstand des Modells. Hierbei ist zu definieren, ob zum Beispiel einzelne Projekte, eine Entwicklungsabteilung oder ein ganzes Unternehmen im Fokus der Untersuchung stehen.¹⁰⁹ Für die festgelegten Leistungsdimensionen und Bewertungsbereiche sind dann geeignete Bewertungsgrößen abzuleiten. Der Baustein Bewertungsprozess

¹⁰⁶ Vgl. Chiesa et al. 2007, S. 188, Chiesa et al. 2009, S. 27

¹⁰⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Chiesa et al. 2009, S. 31

¹⁰⁸ Vgl. Chiesa et al. 2007, S. 188, Chiesa et al. 2009, S. 27

¹⁰⁹ Vgl. Ojanen und Vuola 2005, S. 286

legt unter anderem fest, in welcher Frequenz die Bewertungsgrößen überprüft werden und in welcher Form die Bewertungsgrößen ermittelt werden. Einzelne Bausteine werden im Folgenden im Detail beschrieben. Darüber hinaus werden im Anschluss einige Ansätze zur Leistungsbewertung im Rahmen der Produktentwicklung beschrieben.

2.2.1 Leistungsdimensionen

Der Begriff Leistung wird in der Literatur oft verwendet, aber selten konkret definiert. *NEELY ET AL.* definieren Leistung als Funktion effizienter und effektiver Aktivitäten.¹¹⁰ Eine einheitliche und allgemein akzeptierte Definition der Begriffe Effektivität und Effizienz ist bis heute nicht vorhanden. Die vorhandenen Definitionen unterscheiden sich aufgrund der bestehenden Anwendungsgebiete und Themenschwerpunkte. Allerdings lässt sich ein allgemeines Grundverständnis zwischen den Definitionen erkennen. Dies lässt sich am besten mit dem *E² Performance Model* von *O'DONNELL & DUFFY* erklären.¹¹¹ In Abbildung 2-9 ist eine vereinfachte Darstellung des Modells abgebildet. Im ursprünglichen Modell ist noch ein Pfeil zur Repräsentation des Ressourceneinsatzes bei der Aktivitätendurchführung enthalten. In Abbildung 2-9 wird dies mit der Eingangsgröße (Input) zusammengefasst, da es die Übersichtlichkeit erhöht und den Vergleich mit anderen Definitionen vereinfacht.

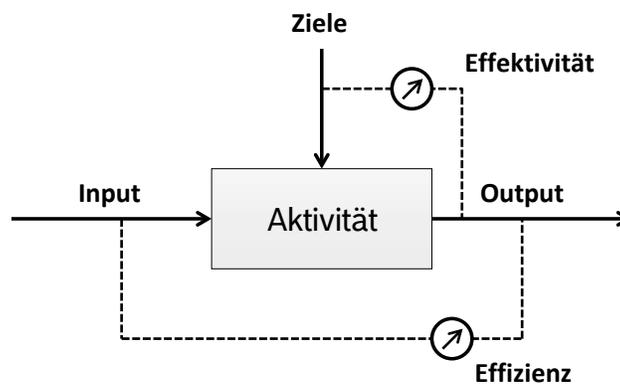


Abbildung 2-9: *E² Performance Model* ¹¹²

¹¹⁰ Vgl. Neely et al. 2005

¹¹¹ Vgl. O'Donnell und Duffy 2002

¹¹² In Anlehnung an ebd., S. 1204

Effizienz ist demnach die Ratio zwischen dem Wertbeitrag der Aktivität (Output) und dem Ressourceneinsatz (Input).¹¹³ Effektivität wird als Grad der Zielerreichung, also die Differenz zwischen dem erreichten Output und dem vorgegebenen Ziel einer Aktivität, definiert.¹¹⁴ *GLADEN* definiert Effizienz als die Wirksamkeit des eingesetzten Inputs. Dies bedeutet, dass „für gegebene Outputinhalte günstige Verhältnisse zwischen Ergebnissen und Inputs“ zu erzielen sind.¹¹⁵ *DELLMANN & PEDELL* beschreiben Effizienz als ressourcenorientierte Wirksamkeit. Somit geht es um „die Frage der bestmöglichen Ausführung vorgegebener Aufgaben, was mit dem Slogan „die Dinge richtig tun“ treffend bezeichnet wird“. ¹¹⁶ Effizienz ist für einen nachhaltigen Unternehmenserfolg notwendig, aber nicht hinreichend. Bereiche oder Funktionseinheiten, die zum Beispiel periodenbezogen nur an einer Effizienzgröße gemessen werden, können Aufgaben zur Sicherstellung des nachhaltigen Unternehmenserfolges vernachlässigen. Effizienz muss um die Effektivität, also die Wirksamkeit des erzeugten Outputs, ergänzt werden.¹¹⁷ *DELLMANN & PEDELL* definieren Effektivität als zielorientierte Wirksamkeit. „Effektivität zielt somit auf die Leistungsseite des unternehmerischen Wertschöpfungsprozesses mit der Frage, ob und wie weit die "richtigen Dinge zur richtigen Zeit" getan werden“. ¹¹⁸

MARQUES ET AL. wenden dieses theoretische Modell im Kontext des Projektmanagements an. Sie erweitern das Modell um die Dimension Relevanz, welche bewertet, ob die eingesetzten Ressourcen angemessen für das festgelegte Ziel waren. In Abbildung 2-9 wäre das die Relation zwischen dem Input und den Zielen.

Neben der Fokussierung auf die Effektivität und Effizienz als mögliche Leistungsdimensionen existieren noch weitere Ansätze. In Anlehnung an den *Balanced Scorecard* Ansatz werden zum Beispiel die Dimensionen interne Prozesse, Kunde, finanzielles Ergebnis und Innovation & Lernen als Leistungsdimensionen definiert.¹¹⁹ In einem weiteren Ansatz wird das ganzheitliche Entwicklungssystem von *BROWN & SVENSON* als Referenz genutzt. Demnach orientieren sich die Leistungsdimensionen am zeitlichen Verlauf und werden mit den Dimensionen Input, Throuput, Output und Outcome abgebildet.¹²⁰

¹¹³ Vgl. ebd.

¹¹⁴ Vgl. ebd.

¹¹⁵ Vgl. Gladen 2014, S. 186

¹¹⁶ Vgl. Dellmann und Pedell 1994, S. 25

¹¹⁷ Vgl. Gladen 2014, S. 186

¹¹⁸ Vgl. Dellmann und Pedell 1994, S. 25

¹¹⁹ Vgl. Bremser und Barsky 2004, García-Valderrama et al. 2008, Bigliardi und Ivo Dormio 2010

¹²⁰ Vgl. Schumann Jr et al. 1995, Valderrama und Mulero-Mendigorry 2005

2.2.2 Klassifizierung von Bewertungsgrößen

In der Literatur existiert eine Vielzahl von Klassifizierungsmöglichkeiten für Bewertungsgrößen. Generell lassen sich drei Ansätze identifizieren, aus denen die jeweiligen Klassifizierungskriterien abgeleitet werden können.

Eine gängige Klassifizierung ist hierbei die Unterscheidung zwischen qualitativen und quantitativen Bewertungsgrößen. *WERNER & SOUDER* und *CHIESA & FRATTINI* erweitern diese Klassifizierung, indem sie zwischen quantitativ-objektiven, quantitativ-subjektiven und qualitativen Bewertungsgrößen unterscheiden.¹²¹ Zusätzlich ordnen *WERNER & SOUDER* die drei Typen von Bewertungsgrößen in den Innovationsprozess ein. Abbildung 2-10 stellt die Einordnung der unterschiedlichen Typen dar. Je näher sich die Funktionen in Richtung Markteinführung bewegen, desto greifbarer bzw. quantitativ messbarer werden die Bewertungsgrößen.

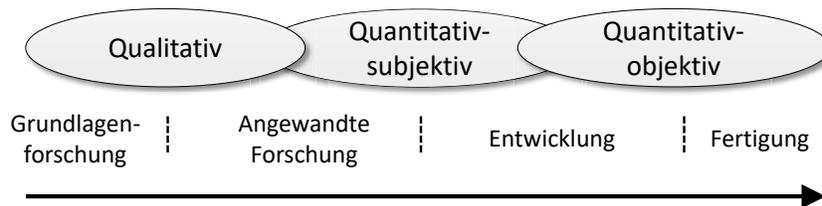


Abbildung 2-10: Klassifikation von Bewertungsgrößen für verschiedene Funktionsbereiche¹²²

Die Unterscheidung zwischen Indikatoren und Kennzahlen ist eine weitere Möglichkeit zur Klassifizierung der Bewertungsgrößen. Als quantitative Bewertungsgrößen lassen sich sowohl absolute als auch Verhältniszahlen für die Berechnung verwenden.¹²³ Im bisherigen Verlauf der Arbeit wurde der Begriff Bewertungsgröße als Verallgemeinerung der Begriffe Kennzahlen und Indikatoren verwendet. *GLADEN* erläutert anhand der folgenden zwei Definitionen den Unterschied zwischen Kennzahlen und Indikatoren:¹²⁴

Kennzahlen im engeren Sinne sind Maßgrößen, die willentlich stark verdichtet werden zu absoluten oder relativen Zahlen, um mit ihnen in einer konzentrierten Form über einen zahlenmäßig erfassbaren Sachverhalt berichten zu können.

¹²¹ Vgl. Werner und Souder 1997, S. 34, Chiesa und Frattini 2007, S. 285

¹²² Eigene Darstellung in Anlehnung an Werner und Souder 1997, S. 40

¹²³ Vgl. Dellmann und Pedell 1994, S. 106, Gladen 2014, S. 14

¹²⁴ Vgl. Gladen 2014, S. 9

Indikatoren sind im engeren Sinne keine über Verdichtung gewonnenen quantitativen Informationen. Sie sind Ersatzgrößen, deren Ausprägung oder Veränderung den Schluss auf die Ausprägung und Veränderung einer anderen als wichtig erachteten Größe zulassen.

Indikatoren werden benutzt, um nicht direkt messbare oder nicht direkt beobachtbare Tatbestände, sogenannte weiche Faktoren, abzubilden.

Eine weitere Möglichkeit zur Klassifizierung ist die Unterscheidung zwischen Früh- und Spätindikatoren.¹²⁵ Als wesentlicher Ausgangspunkt dient dabei das von ANSOFF mitentwickelte Konzept der schwachen Signale (*weak signals*) im Bereich der strategischen Früherkennung.¹²⁶ Frühindikatoren sind Frühwarnsysteme, mit deren Hilfe proaktiv positive sowie negative Trends bei den Spätindikatoren identifiziert werden können.¹²⁷ Oftmals werden Frühindikatoren auch als *early warning signs* bezeichnet. WILLIAMS ET AL. definieren Frühindikatoren als „an early warning sign is an observation, signal, message, or some other form of communication that is or can be seen as an expression, indication, proof, or sign of the existence of some future or incipient positive or negative issue“.¹²⁸ Sowohl für den Projektstart und die frühe Phase als auch für die eigentliche Projektdurchführung sind Frühindikatoren ableitbar.¹²⁹

Bezogen auf die Produktentwicklung kann auch der zeitliche Verlauf als Klassifizierungsgröße für Früh- und Spätindikatoren dienen. Eingangs- sowie Prozessgrößen des Verarbeitungssystems stellen nach dem F&E Produktionssystem von BROWN & SVENSON die Frühindikatoren dar, während die Spätindikatoren durch die Ausgangsgrößen (Output und Outcome) repräsentiert werden.¹³⁰

2.2.3 Bewertungsformen und -prozess

Quantitative Kennzahlen lassen sich anhand von absoluten Kennzahlen oder von Verhältniskennzahlen direkt bestimmen. Absolute Kennzahlen können sich auf einen Zeitpunkt (Bestandsgrößen) sowie einen Zeitraum (Stromgrößen) beziehen. Relative Kennzahlen lassen sich wiederum in Gliederungszahlen, Beziehungszahlen und Messzahlen

¹²⁵ Englische Bezeichnung: leading and lagging indicators

¹²⁶ Vgl. Ansoff 1975

¹²⁷ Vgl. Williams et al. 2012, S. 38

¹²⁸ Vgl. ebd.

¹²⁹ Vgl. ebd., S. 45

¹³⁰ Das F&E Produktionssystem wird bei der Entwicklung des konzeptionellen Modells noch im Detail erläutert. Siehe hierzu Abbildung 4-2, S. 65

unterteilen.¹³¹ „Gliederungszahlen geben den Anteil einer Größe an einer Gesamtmenge an. [...] Sie werden aus gleichartigen, aber ungleichrangigen Zahlen derselben Grundgesamtheit gebildet.“¹³² Im Gegensatz dazu stellen Beziehungskennzahlen Beziehungen zwischen ungleichartigen Zahlen dar. Messzahlen haben zum Ziel, den zeitlichen Verlauf von ausgewählten Größen darzustellen.¹³³ Tabelle 2-1 gibt einen Überblick über die beschriebenen Kennzahlenarten der Statistik. Für die vier Kennzahlenarten sind Beispiele in Bezug auf die Produktentwicklung dargestellt.

Tabelle 2-1: Kennzahlenarten der Statistik¹³⁴

Absolute Messgrößen	Verhältniszahlen		
	Gliederungszahlen	Beziehungszahlen	Messzahlen
<ul style="list-style-type: none"> • Bilanzsumme • Zahl der Angestellten • Durchschnittliche Entwicklungszeit • Entwicklungskosten 	<ul style="list-style-type: none"> • $\frac{\text{Entwicklungskosten}}{\text{Gesamtkosten}}$ • $\frac{\text{Kosten Vorentwicklung}}{\text{Entwicklungskosten}}$ • $\frac{\text{Validierungskosten}}{\text{Entwicklungskosten}}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • $\frac{\text{F\&E Kosten}}{\text{Umsatz}}$ • $\frac{\text{Anzahl Patente}}{\text{F\&E Kosten}}$ • $\frac{\text{Marktanteilswachstum}}{\text{F\&E Kosten}}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Preissteigerungsindex • Kundenzufriedenheitsindex • Umsatzindex

Quantitativ-subjektive und quantitativ-objektive Bewertungsgrößen haben aufgrund ihrer bereits beschriebenen Charakteristik unterschiedliche Anforderungen an die Auswahl der Bewertungsform bzw. die Bewertungssystematik. Im Gegensatz zu den quantitativen Bewertungsgrößen nehmen die Bewertungsmethoden einen höheren Stellenwert ein.

Für den Erhebungsprozess existieren unterschiedliche Instrumente. Diese reichen vom reinen „Bauchgefühl“ und *Brainstorming* bis zu umfassenden Reifegradmodellen und Risikobewertungen.¹³⁵ Die Ausgestaltung des Bewertungsprozesses für die jeweiligen Bewertungsgrößen kann an die vorliegende Zielsetzung adaptiert werden. Zur Konsolidierung der Ergebnisse und zur Erhöhung der Objektivität bzw. der Vergleichbarkeit eignen sich Bewertungsstufen. Die Bewertungsstufen, auch Ratingskalen genannt, beschreiben einzelne Ausprägungsstufen der Bewertungsgrößen. Der Detaillierungsgrad bei der Beschreibung der Bewertungsstufen hängt stark von der Bewertungsgröße und der Zielsetzung ab. Zum Beispiel können die Bewertungsstufen nach dem Implementierungsgrad (von Level 0 „nicht bekannt“ bis Level 5 „vollständig umgesetzt“) für alle Bewertungsgrößen einheitlich definiert werden. Alternativ ist es jedoch auch möglich für

¹³¹ Vgl. Gladen 2014, S. 14–15

¹³² Vgl. ebd., S. 15

¹³³ Vgl. ebd.

¹³⁴ In Anlehnung an ebd., S. 15

¹³⁵ Vgl. Haji-Kazemi et al. 2013, S. 60

jede Bewertungsgröße eine individuelle Beschreibung der Bewertungsstufen zu definieren. Hierbei werden die Ausprägungen der Messgrößen für alle Bewertungsstufen semantisch beschrieben.

Darüber hinaus gibt es auch Unterschiede bei der Durchführung des Bewertungsprozesses. Einzelbewertung, moderierte Selbstbewertung, Gruppenbewertung und externe Audits sind mögliche Vorgehensweisen für den Bewertungsprozess.¹³⁶

2.2.4 Ansätze zur Leistungsbewertung

Aufgrund der beschriebenen Interdisziplinarität des Forschungsstranges Neuproduktentwicklung existieren bereits verschiedene Ansätze zur Leistungsbewertung. Im Folgenden wird daher auf diejenigen Ansätze fokussiert, die bereits im Kontext der Neuproduktentwicklung angewandt wurden. Die für diese Arbeit identifizierten Ansätze können in zwei Gruppen gegliedert werden. Zum einen gibt es die Gruppe, die den Fokus auf einen quantitativ-objektiven Bewertungsprozess legt. Zum anderen gibt es Ansätze, die versuchen das System ganzheitlich zu beschreiben, indem sie auch qualitative Aspekte berücksichtigen. Meist wird auch eine Mischung von qualitativen und quantitativen Bewertungsgrößen verwendet, was in einem integrativen Ansatz resultiert.

2.2.4.1 Quantitative Ansätze

Ansätze mit dem Fokus auf einer quantitativ-objektiven Bewertung versuchen meist mit mathematischen Gleichungen die *Black Box* Forschung und Entwicklung zu operationalisieren. Abbildung 2-11 gibt einen Überblick über zwei quantitative Ansätze, die bereits im Kontext der Neuproduktentwicklung eingesetzt wurden.

¹³⁶ Vgl. Werner und Souder 1997, S. 37

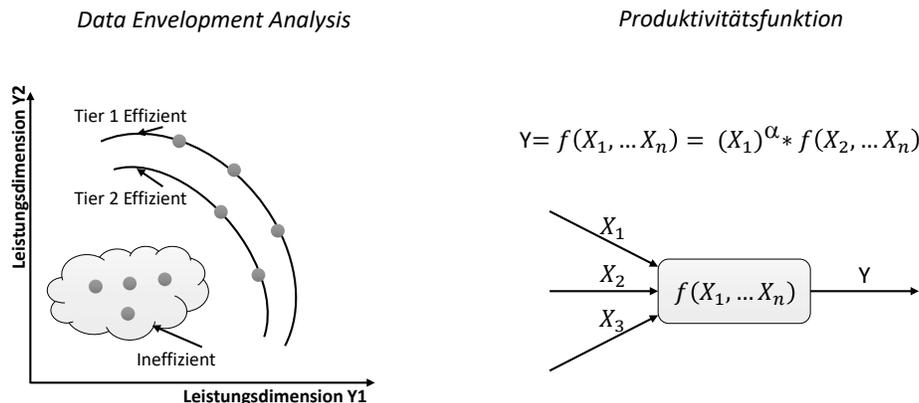


Abbildung 2-11: Quantitative Ansätze zur Leistungsbewertung der F&E¹³⁷

Die *Data Envelopment Analysis* (DEA) ist ein quantitativer Ansatz für die Effizienzmessung aus dem Bereich Operations Research. Ursprünglich von *CHARNES ET AL.* entworfen, bewertet die DEA die relative Effizienz von sogenannten Entscheidungseinheiten (*Decision Making Units*).¹³⁸ Eine Entscheidungseinheit kann ein ganzes Unternehmen sowie auch einzelne Bereiche oder eine Abteilung darstellen. Voraussetzung ist, dass die Entscheidungseinheit einen sogenannten Produktionsprozess darstellt, der durch Eingangs- und Ausgangsgrößen beschreibbar ist. Die Quantifizierung der Effizienz einer Entscheidungseinheit erfolgt durch Abstandsmessung des zugehörigen Input-Output-Vektors zum effizienten Rand, der aus der Gruppe der in der Analyse berücksichtigten Entscheidungseinheiten gebildet wird.¹³⁹ Bezogen auf den Kontext Neuproduktentwicklung werden häufig Projekte als Entscheidungseinheiten definiert und hinsichtlich ihrer Effizienz bewertet.¹⁴⁰ Eingangsgrößen können zum Beispiel der Arbeitsaufwand in Stunden, die technische Komplexität und die Anzahl an Projektmitgliedern sein. Ausgangsgrößen können wiederum die Projektdauer, die Entwicklungskosten und das erreichte Qualitätsniveau sein.¹⁴¹

Ein weiterer quantitativer Ansatz fokussiert sich auf die Berechnung eines Leistungsindex, indem die F&E als Produktivitätsfunktion modelliert wird. In Anlehnung an diesen

¹³⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Swink et al. 2006, S. 549

¹³⁸ Vgl. Charnes et al. 1978

¹³⁹ Vgl. Hammerschmidt et al. 2009, S. 290

¹⁴⁰ Vgl. Swink et al. 2006, Cao und Hoffman 2011, Hadad et al. 2013

¹⁴¹ Vgl. Cao und Hoffman 2011, S. 159, Swink et al. 2006, S. 552

Ansatz entwickelte *KNOTT* den *Research Quotient (RQ)*.¹⁴² Auf Basis eines ausreichenden Datensatzes über die finanziellen Ein- und Ausgaben des Unternehmens lässt sich unter Anwendung von statistischen Methoden der *RQ* mit folgender Formel berechnen:¹⁴³

$$Y = K^{\alpha} * L^{\beta} * R^{\gamma} \quad (2-1)$$

Y stellt den Output des Unternehmens in Form des Umsatzes dar, die Eingangsgrößen sind der gesamte Kapitaleinsatz (*K*), die Arbeitskosten (*L*) und der F&E Aufwand (*R*). Die Exponenten geben an, wie produktiv eine Eingangsgröße den Output generiert, also den prozentualen Anstieg des Outputs wenn die jeweilige Eingangsgröße um einen Prozentpunkt steigen würde. Zum Logarithmieren und zur Berechnung der Parameter wird ein Datensatz über sieben Jahre vorausgesetzt.¹⁴⁴ Das Prinzip dieser Produktivitätsfunktion kann auch auf andere Anwendungsfälle übertragen werden. *PILLAI ET AL.* bestimmen mit dem gleichen Prinzip die Leistung von Neuentwicklungsprojekten im Kontext einer Multiprojektlandschaft. Es gibt eine zentrale Zielfunktion bestehend aus Eingangs- und Ausgangsgrößen, die kritische Faktoren über den Projektlebenszyklus darstellen.¹⁴⁵

Weiterhin gibt es den Versuch die Leistungsbewertung auf eine einzige Kennzahl zu beschränken. *MC GRATH & ROMERI* versuchen mit dem Effektivitätsindex (*EI*) das Leistungsniveau der F&E zu bestimmen. Der Effektivitätsindex berechnet sich wie folgt:¹⁴⁶

$$EI = \frac{\text{Umsatzanteil NPD Produkte} * (\text{Umsatzrendite} + \text{F\&E Rate})}{\text{F\&E Rate}} \quad (2-2)$$

Einfach beschrieben berechnet der Effektivitätsindex das Verhältnis zwischen der Profitsteigerung durch Neuentwicklungsprodukte und dem Ressourceneinsatz für die Forschung und Entwicklung. Liegt der *EI* über einem Wert von 1,0, dann erzielen die Neuentwicklungsprodukte einen höheren Gewinn als für sie investiert wurde.¹⁴⁷ Ein weiteres

¹⁴² Vgl. Knott 2008, Knott 2009, Gwynne 2015

¹⁴³ Vgl. Gwynne 2015, S. 20

¹⁴⁴ Vgl. Gwynne 2015, S. 20

¹⁴⁵ Vgl. Pillai et al. 2002, S. 169

¹⁴⁶ Vgl. McGrath und Romeri 1994, S. 25

¹⁴⁷ Vgl. ebd.

Beispiel ist die von *HANNON ET AL.* entwickelte F&E Produktivitätskennzahl, die sich mit folgender Formel berechnet:¹⁴⁸

$$F\&E \text{ Produktivität} = \frac{\text{Deckungsbeitrag} * \text{Produktreife}}{F\&E \text{ Kosten}} \quad (2-3)$$

Die Produktreife ergibt sich aus dem vorliegenden Berichtswesen zu den Projekten und beinhaltet kritische Dimensionen wie zum Beispiel die Zielgrößen Kosteneinhaltung, Qualität und Funktionserfüllung.¹⁴⁹ Der Deckungsbeitrag und die F&E Kosten sind klassische betriebswirtschaftliche Kennzahlen, die in jedem Unternehmen erhoben werden.

2.2.4.2 Integrierte und subjektive Ansätze

Integrierte und subjektive Ansätze bestehen wie bereits erwähnt nicht nur aus quantitativen finanziellen Bewertungsgrößen. Die *Balanced Scorecard* von *KAPLAN & NORTON* ist ein Vertreter dieses Ansatzes. Sie ist ein integrativer Ansatz, da sowohl finanzielle als auch nicht-finanzielle Planungs- und Steuerungsgrößen verwendet werden. Ausgehend von einer Vision und einer strategischen Zielsetzung wird dabei die Leistung eines Unternehmens aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet.¹⁵⁰ Die Struktur einer *Balanced Scorecard* ist in Abbildung 2-12 dargestellt. Die vier Perspektiven zur Leistungsbeurteilung lauten wie folgt:¹⁵¹

- Finanzwirtschaftliche Perspektive: Wie sehen uns die Aktionäre?
- Kundenperspektive: Wie gut sind wir in der Erfüllung der Kundenwünsche?
- Betriebsablaufinterne Perspektive: Wo müssen wir bei unseren betriebsinternen Abläufen besser werden?
- Innovations- und Wissensperspektive: Sind wir in der Lage Verbesserungen und Innovationen stetig voranzutreiben?

¹⁴⁸ Vgl. Hannon et al. 2015, S. 5

¹⁴⁹ Vgl. ebd., S. 6

¹⁵⁰ Vgl. Kaplan und Norton 1992

¹⁵¹ Vgl. ebd., S. 72

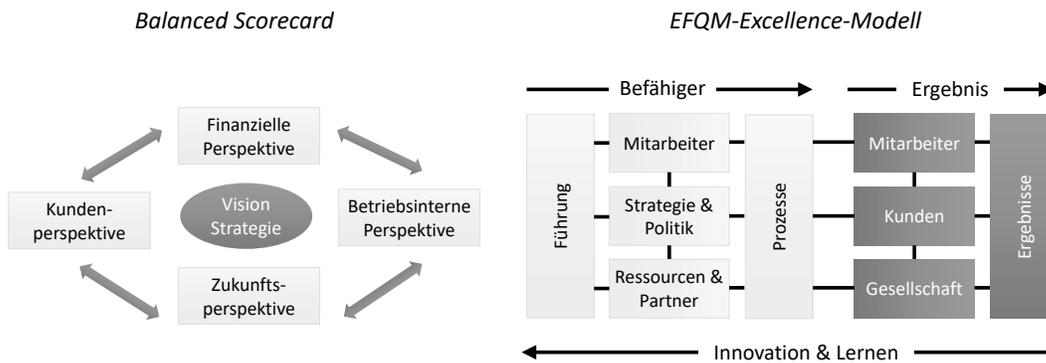


Abbildung 2-12: Integrierte Ansätze zur Leistungsbewertung der F&E¹⁵²

Da der ursprüngliche Ansatz das Gesamtunternehmen bewertet, wurde die *Balanced Scorecard* bereits in mehreren Studien an den Kontext der Neuproduktentwicklung angepasst. Die Struktur mit den vier Bewertungsperspektiven blieb unverändert, während die jeweiligen Bewertungsgrößen an den veränderten Kontext angepasst wurden. *BREMSE* & *BARSKY* haben die Bewertungsgrößen auf Unternehmensebene für eine Entwicklungsabteilung angepasst.¹⁵³ Hierbei wurde speziell darauf geachtet, dass die Verbindung zu den strategischen Zielen auf Unternehmensebene nicht verloren geht. Weitere Beispiele für die Anwendung der *Balanced Scorecard* im Kontext der Neuproduktentwicklung sind durch die Studien von *GARCÍA-VALDERRAMA ET AL.* und *BIGLIARDI & IVO DORMIO* gegeben.¹⁵⁴

Darüber hinaus gibt es Scoring-Modelle, die auch als Punktbewertungsmodelle bekannt sind. Bekannte Vertreter sind zum Beispiel das EFQM-Excellence-Modell und das CMMI-Modell.¹⁵⁵ Abbildung 2-12 zeigt die Struktur des EFQM-Modells mit den Kriterien, die in Befähiger-Kriterien und Ergebnis-Kriterien eingeteilt sind.¹⁵⁶ Bei Betrachtung der unterschiedlichen Dimensionen des EFQM-Modells wird deutlich, dass der Fokus auf einer möglichst ganzheitlichen Analyse des Unternehmens liegt. Scoring-Modelle sind Punktbewertungssysteme, welche durch die Berechnung von Teilnutzenwerten den Gesamtnutzen bestimmen. Die Bewertung erfolgt anhand gewichteter vordefinierter Erfolgsfaktoren mittels Erfüllungsgraden. Wie auch bei den anderen integrativen Ansätzen

¹⁵² Eigene Darstellung in Anlehnung an Kaplan und Norton 1992, S. 72, European foundation for quality management 2012, S. 9

¹⁵³ Vgl. Bremser und Barsky 2004, S. 235

¹⁵⁴ Vgl. García-Valderrama et al. 2008, Bigliardi und Ivo Dormio 2010

¹⁵⁵ EFQM: European Foundation for Quality Management, CMMI: Capability Maturity Model Integration

¹⁵⁶ Vgl. Abbildung 2-12

fokussieren sich die bereits genannten Scoring-Modelle auf das Managementsystem einer gesamten (Entwicklungs-) Organisation. Die Leistungsbewertung basiert auf Erfahrungen aus der Praxis. Für den konkreten Anwendungsfall für spezifische Entwicklungsprojekte sind die genannten Punktbewertungsmodelle aufgrund des Umfangs nur bedingt geeignet. Die prinzipielle Struktur und Vorgehensweise findet jedoch im Forschungsstrang Neuproduktentwicklung seine Anwendung. Zum Beispiel entwickelte *BRYDE* das PMPA-Modell, welches das EFQM-Modell als Referenz auf den Kontext des Projektmanagements anpasst.¹⁵⁷ Weiterhin versuchten *MIR & PINNINGTON* die postulierten Beziehungen zwischen Befähigern und Ergebnissen im Kontext des Projektmanagements empirisch zu validieren.¹⁵⁸

Als letztes Beispiel für einen integrierten Ansatz dient der Innovationsindikator von *WEISSENBERGER-EIBL ET AL.*¹⁵⁹ Der Innovationsindikator untersucht jährlich, wie leistungsfähig die Innovationssysteme verschiedener Volkswirtschaften sind. Obwohl sich der Untersuchungsgegenstand von dem Fokus dieser Arbeit unterscheidet, ist die methodische Vorgehensweise zur Bildung der Bewertungsgrößen und deren Reliabilitäts- und Validitätsprüfung eine wichtige Referenz. *WEISSENBERGER-EIBL ET AL.* verfolgen einen modellgestützten Ansatz bei der Indikatoreauswahl. Grundlage für die Indikatoreauswahl bildet die systemische Modellierung des Innovationssystems. Das Subsystem Wirtschaft bildet den Kern des Modells und wird durch die Subsysteme Bildung, Wissenschaft, Staat und Gesellschaft unterstützt. Darüber hinaus erfolgt eine Unterteilung der Indikatoren nach Input- und Outputgrößen für alle Subsysteme. Abbildung 2-13 stellt die Struktur des Innovationsindikators dar.

¹⁵⁷ PMPA: Project Management Performance Assessment, Vgl. Bryde 2003, S. 232

¹⁵⁸ Vgl. Mir und Pinnington 2014

¹⁵⁹ Vgl. Weissenberger-Eibl et al. 2011

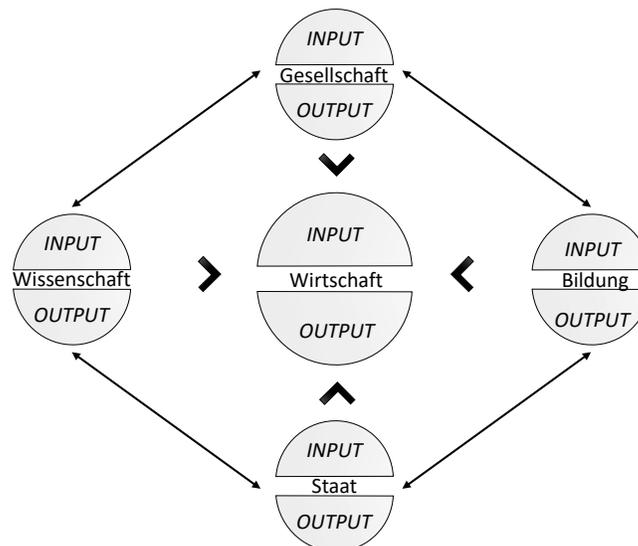


Abbildung 2-13: Subsysteme des Innovationsindikators¹⁶⁰

Alle Indikatoren werden auf Basis ihres statistisch überprüften Erklärungswertes ausgewählt.¹⁶¹ Dies wird mit Hilfe eines mehrstufigen Prozesses sichergestellt. Nachdem die redundanten Indikatoren innerhalb eines Subsystems entfernt wurden, dient die statistische Aussagekraft mittels Regressionsanalysen zwischen den Input- und Outputgrößen als zusätzliches Selektionskriterium.¹⁶² Die resultierenden Indikatoren werden im weiteren Schritt normalisiert, so dass eine Aggregation der Indikatoren zu einem Gesamtindikator möglich ist.

2.2.5 Erfolgsfaktorenforschung

Die Suche nach den Ursachen für Erfolg, als Grundprinzip der Erfolgsfaktorenforschung, bedarf keiner weiteren Erläuterung. Dabei wird von der Grundannahme ausgegangen, dass einige wenige Einflussgrößen über Erfolg oder Misserfolg entscheiden. Bekannt wurde dieser Ansatz durch die Arbeiten von *ROCKART*, der kritische Erfolgsfaktoren für die strategische Planung ableitete.¹⁶³

Bei der empirischen Erfolgsfaktorenforschung kann zwischen fünf grundsätzlichen Herangehensweisen unterschieden werden. Diese lassen sich in zwei grundlegende Methoden zur Bestimmung der Erfolgsfaktoren gliedern. Bei der direkten Ermittlung werden

¹⁶⁰ Eigene Darstellung in Anlehnung an Schubert et al. 2011, S. 8

¹⁶¹ Vgl. ebd.

¹⁶² Vgl. ebd.

¹⁶³ Vgl. Rockart 1978

die Experten direkt nach den wichtigsten Erfolgsfaktoren gefragt.¹⁶⁴ Kommen dabei Kreativitätstechniken wie zum Beispiel *Brainstorming* oder die Delphi-Methode zum Einsatz, wird von einer methodischen Unterstützung gesprochen. Bei einer materiellen Unterstützung werden zudem ein Interviewleitfaden oder vordefinierte Checklisten verwendet.¹⁶⁵ Bei der indirekten Ermittlung wird hingegen mittels statistischer Verfahren oder qualitativer Inhaltsanalysen untersucht, welche Größen den Erfolg wirksam beeinflussen.¹⁶⁶ In quantitativ-konfirmatorischen Studien werden bereits theoretisch und sachlogisch hergeleitete Wirkzusammenhänge mit Hilfe kausalanalytischer Verfahren überprüft. Abbildung 2-14 fasst die beschriebenen Herangehensweisen noch einmal zusammen.

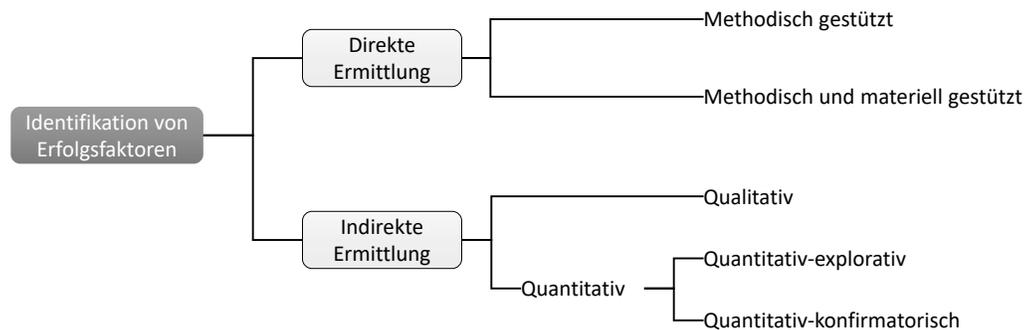


Abbildung 2-14: Ansätze zur Identifikation von Erfolgsfaktoren¹⁶⁷

Im Rahmen des Forschungszweigs Neuproduktentwicklung liegt der Fokus auf der indirekten Ermittlung anhand quantitativer Methoden. Aufgrund der Vielzahl der zu diesem Thema veröffentlichten Studien wird auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet. Da die Erfolgsfaktorenforschung ein zentrales Element in dieser Arbeit darstellt, wird deren Anwendung in den kommenden Kapiteln anhand eines konkreten Anwendungsfalls erläutert.¹⁶⁸ Generell lassen sich die Studien für den Forschungszweig Neuproduktentwicklung in zwei Gruppen gliedern. Der erste Typ von Studien fokussiert sich auf einzelne technische oder marktorientierte Erfolgsfaktoren und untersucht diese Faktoren im Detail. Dabei werden unterschiedliche Ausprägungsformen der Erfolgsfaktoren analysiert. Daneben existieren Meta-Studien, welche den zweiten Typ von Studien darstellen. Sie versuchen eine möglichst große Anzahl unterschiedlicher Erfolgsfaktoren zu analysieren. Dementsprechend liegt der Fokus auf der Breite und der Abstraktionsgrad ist folglich höher als bei dem vorherigen Typ. Die methodische Vorgehensweise orientiert sich bei

¹⁶⁴ Vgl. Zerres 2006, S. 47

¹⁶⁵ Vgl. ebd.

¹⁶⁶ Vgl. ebd.

¹⁶⁷ Vgl. Haenecke 2002, S. 168

¹⁶⁸ Vgl. Kapitel 4.4, S. 71 ff.

beiden Gruppen an dem gleichen Muster. Zunächst wird ein Bündel an möglichen Erfolgsfaktoren anhand einer Literaturrecherche oder einer vorangegangenen empirischen Studie ermittelt. Nachdem die Einflussfaktoren ermittelt wurden, wird im zweiten Schritt deren Einfluss auf den Erfolg bestimmt. Die meisten Studien sind umfragebasiert, d.h. die Datenerhebung erfolgt mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens. Bei der quantitativ-indirekten Ermittlung von Erfolgsfaktoren kommt eine Vielzahl von multivariaten Analysemethoden zum Einsatz. Je nach Anwendungsfall kommen zum Beispiel die multiple Regression oder die Strukturgleichungsmodellierung zum Einsatz.¹⁶⁹ Nachdem der Einfluss der Erfolgsfaktoren auf den Erfolg bestimmt wurde, werden bei allen Untersuchungen die Ergebnisse interpretiert und Empfehlungen für die Produktentwicklung ermittelt.

2.3 Zwischenfazit

In diesem Kapitel wurden die konzeptionellen Grundlagen für das Bewertungsmodell erläutert. Zunächst erfolgte eine Einordnung der Produktentwicklung in den Innovationsprozess. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf Produktentwicklungsprojekten, die einen klaren Marktbezug aufweisen können. Nach der Klassifizierung von *WHEELRIGHT & CLARK* sind das die drei Projekttypen Derivate & Applikationen, Plattformprojekte und *Breakthrough* (radikale) Projekte.¹⁷⁰ Reine Forschungsprojekte stehen demnach nicht im Fokus. Im Gegensatz dazu wird im Rahmen der Leistungsbewertung die Forschung und Entwicklung oftmals noch als ein Untersuchungsgegenstand angesehen. Die gewonnenen Erkenntnisse bezüglich der bereits beschriebenen Projekttypen legen den Schluss nahe, dass Forschung und Entwicklung im Bereich der Leistungsbewertung gesondert zu betrachten sind. Generell lässt sich feststellen, dass der Kontext und dessen Einfluss auf die Gestaltung der Leistungsparameter wenig Beachtung findet.

Vorgehensmodelle in der Produktentwicklung haben nach dem Stand der Wissenschaft unterschiedlichste Ausprägungen und können generell in allgemeine Problemlösevorgänge und spezifische Modelle des Entwickelns gegliedert werden. Trotz ihrer Heterogenität verfolgen sie das gleiche Ziel. Sie dienen der Planung zukünftiger Prozesse sowie der Orientierung innerhalb aktueller Prozesse im Rahmen der Produktentwicklung. Hieraus lassen sich einige Erkenntnisse für die spätere Entwicklung des Bewertungsmodells ziehen. Trotz der hohen Komplexität und der Individualität jedes Entwicklungsprojektes können aussagekräftige projektübergreifende Modelle gebildet werden. Die zentrale Fragestellung ist hierbei welcher Detaillierungsgrad zielführend ist. Weiterhin

¹⁶⁹ Backhaus et al. 2016 gibt einen guten Überblick über multivariate Analysemethoden.

¹⁷⁰ Vgl. Abbildung 2-2, S. 14

hat zum Beispiel die Entwicklung des *Stage-Gate* Prozesses von *COOPER* den Trend zu flexibleren Vorgehensmodellen bzw. zu Modellen, die an die Aufgabenstellung anpassbar sind, gezeigt.¹⁷¹ Dennoch sind auch in diesem Kontext gewisse Rahmenbedingungen in Form von Leitplanken und Hilfestellungen nützlich. Für das zu entwickelnde Bewertungsmodell bedeutet das, dass die Wahl des Abstraktionsgrades sowie die Gewährleistung der Flexibilität wichtige Anforderungen sind. Besonders bei den phasenbezogenen Modellen stellen die Berücksichtigung einer zeitlichen Abfolge und die Zielvorgabe für die jeweiligen Sequenzen erhebliche Restriktionen bezüglich des Anwendungsbereiches dar. Daher sind alternative Modellierungsansätze notwendig. Die Abbildung der Produktentstehung anhand systemischer Ansätze stellt eine geeignete Alternative dar. Aus diesem Grund erfolgt im nächsten Kapitel bei der Beschreibung des theoretischen Bezugsrahmens eine detaillierte Erläuterung der Systemtheorie bzw. der Systemtechnik.¹⁷²

Für die Leistungsbewertung im Rahmen der Produktentwicklung gibt es nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft unterschiedliche Ansätze. Inhaltlich lassen sich diese Ansätze in zwei Gruppen gliedern. Zum einen existieren quantitative Ansätze, die mit Hilfe einer mathematischen Gleichung versuchen das System Produktentwicklung abzubilden. Zum anderen gibt es die qualitativen und integrierten Ansätze, die aus qualitativen oder einer Mischung aus qualitativen und quantitativen Planungs- und Steuerungsgrößen bestehen. Im Hinblick auf die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit mit dem Fokus auf der Entwicklung von Frühindikatoren, weisen die integrierten Ansätze eine höhere Eignung auf. Nach der Klassifikation der Bewertungsgrößen für verschiedene Funktionsbereiche nach *WERNER & SOUDER* eignen sich für die identifizierten Projekttypen für die Frühindikatoren quantitativ-subjektive Bewertungsgrößen. Für die Ergebnisgrößen in Form von Spätindikatoren sollten quantitative Bewertungsgrößen verwendet werden.¹⁷³

Die beschriebenen Elemente eines Bewertungssystems (Leistungsdimension, Bewertungsbereich, Bewertungsgrößen und Bewertungsform und -prozess) bilden die notwendigen Grundlagen zur Entwicklung des Bewertungsmodells. Die unterschiedlichen Elemente sind voneinander abhängig, was bei der Entwicklung eines Bewertungsmodells berücksichtigt werden sollte. Zum Beispiel hat die Wahl der Bewertungsgrößen einen großen Einfluss auf die Bewertungsform und die Gestaltung des Bewertungsprozesses.

¹⁷¹ Vgl. Kapitel 2.1.2.2, S. 16 ff.

¹⁷² Vgl. Kapitel 3.2, S. 55 ff.

¹⁷³ Vgl. Abbildung 2-10, S. 29

Frühindikatoren werden mit Hilfe von Risikobewertungen oder Reifegradmodellen bewertet, während Spätindikatoren direkt aus den bereits erfassten Projektdaten gebildet werden können.

Auffallend ist, dass in vielen Studien direkt nach der Wahl der Leistungsdimensionen die Selektion und Entwicklung der Bewertungsgrößen folgt. Bereits durch die Beschreibung der Vorgehensmodelle wurde deutlich, wie facettenreich der Produktentwicklungsprozess ist. Daher ist die Entwicklung einer Systemstruktur, die als Bindeglied zwischen den Leistungsdimensionen und der Bildung der Bewertungsgrößen fungiert, ein Schwerpunkt der Arbeit. Bei der Selektion der Bewertungsgrößen ist darauf zu achten, dass die Prüfung der abgeleiteten Bewertungsgrößen dem Stand der Wissenschaft entnommenen Reliabilitäts- und Validitätskriterien entspricht. Im Vergleich zu anderen Forschungsfeldern ist dies nicht immer gegeben. Es ist darauf zu achten, dass die Bewertungsgrößen hinreichend operationalisiert sind, um ein einheitliches Verständnis über deren Bedeutung zu gewährleisten. Ein gutes Beispiel hierfür ist der in diesem Kapitel beschriebene Innovationsindikator.¹⁷⁴ Dieser Ansatz dient als methodisches Beispiel für den weiteren Teil der Arbeit.

¹⁷⁴ Vgl. Weissenberger-Eibl et al. 2011, Schubert et al. 2011

3 Theoretischer Bezugsrahmen

Der theoretische Bezugsrahmen liefert die notwendigen theoretischen Perspektiven, die zur Beantwortung der Forschungsfragen notwendig und relevant sind. Für die Beantwortung der Forschungsfragen müssen mehrere Theorien in Betracht gezogen werden. Zur Bildung einer passenden Systemstruktur wird die Systemtheorie bzw. die Systemtechnik beschrieben. Besonders die Systemtechnik bildet mit ihren Denkmodellen und Werkzeugen die notwendigen Ansätze zur Modellierung und Analyse des soziotechnischen Systems Produktentwicklung. Die Kontingenztheorie zeigt, welchen Einfluss die Systemumwelt auf das Bewertungsmodell haben kann und wie dieser bei der Modellbildung zu berücksichtigen ist. Weiterhin erklärt der ressourcenbasierte Ansatz als Theorie des strategischen Managements, wie Erfolg entstehen kann und welche Ebenen hierbei betrachtet werden müssen. Neben den theoretischen Grundlagen für die ausgewählten Theorien wird auch explizit auf die Anwendung im Kontext der Neuproduktentwicklung eingegangen.

3.1 Systemtheorie

Die allgemeine Systemtheorie ist fachübergreifend und kann keiner bestimmten Disziplin zugeordnet werden. Sie ist eine geeignete Theorie zur disziplinübergreifenden Systembeschreibung. Aufgrund der Interdisziplinarität hat die moderne Systemtheorie verschiedene Wurzeln. Als Grundlage der unterschiedlichen Ausprägungen der Systemtheorie gilt die allgemeine Systemtheorie (*General Systems Theory*) des Biologen LUDWIG VON BERTALANFFY.¹⁷⁵ Im Rahmen seiner Forschungsarbeiten stellte er fest, dass sich moderne Wissenschaften immer weiter in ihrem Forschungszweig spezialisieren und somit isolieren. Folglich generieren Physiker, Biologen und Sozialwissenschaftler ihr eigenes Wissenschaftssilo, das von den restlichen Disziplinen abgekapselt ist. Gleichzeitig waren die Disziplinen aber mit gleichen Problemstellungen konfrontiert und entwickelten ähnliche Konzepte.¹⁷⁶ Diese Beobachtung war der Antreiber der allgemeinen Systemtheorie. Folgende Ziele leitete er für die *General Systems Theory* ab:¹⁷⁷

- Unterstützung der zunehmenden Integration zwischen den Disziplinen
- Bündelung dieser Ansätze unter einer allgemeinen Systemtheorie
- Bildung von konkreten Theorien für nicht physikalische Wissenschaften
- Entwicklung allgemeingültiger Prinzipien zur Vereinheitlichung von Wissenschaftssträngen

¹⁷⁵ Vgl. Bertalanffy 1973

¹⁷⁶ Vgl. ebd., S. 38

¹⁷⁷ Vgl. ebd.

- Entwicklung der wissenschaftlichen Ausbildung durch die Schaffung von Generalisten

Trotz dieses allgemeinen, interdisziplinären Ansatzes geht die Systemtheorie immer von einer bestimmten Disziplin aus und erfährt hier spezifische Ausprägungen. Die heutige Systemtheorie lässt sich auf Ansätze der Biologie und Chemie, der Soziologie, der Psychologie, der Ingenieurs- und Wirtschaftswissenschaften, der Physik, der Mathematik, der Informatik sowie der Philosophie und Linguistik zurückführen.¹⁷⁸

3.1.1 Systemtheoretische Grundlagen

ROPOHL postuliert, dass die allgemeine Systemtheorie bis heute darunter leidet, dass drei unterschiedliche Systemdeutungen vertreten werden. Während der Systembegriff drei Aspekte umfasst, wird oftmals ein Systemaspekt in den Vordergrund gestellt oder sogar absolutisiert.¹⁷⁹ Dabei handelt es sich um das funktionale, das strukturelle und das hierarchische Systemkonzept. Die drei Konzepte sind in Abbildung 3-1 dargestellt.

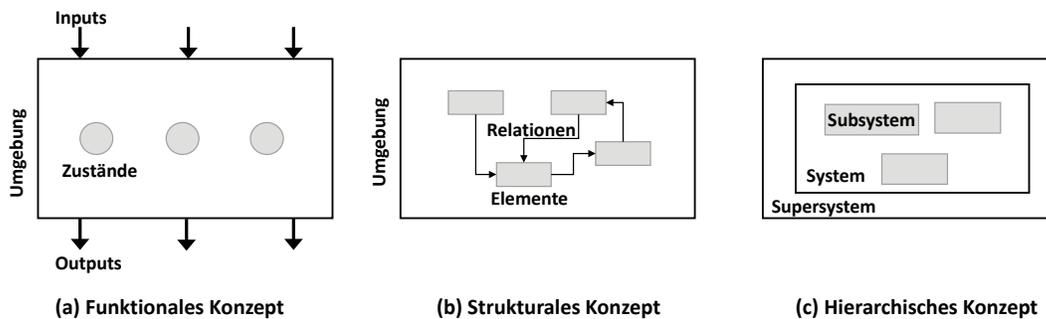


Abbildung 3-1: Konzepte der Systemtheorie¹⁸⁰

Das funktionale Konzept beschreibt das System als *Black Box* und wird anhand der Eingangs- und Ausgangsgrößen (Input und Output) und Zustände beschrieben. Bei dem funktionalen Systemdenken wird das Innere des beobachteten Systems nicht erläutert, sondern nur das Verhalten mit der Umgebung beschrieben.¹⁸¹ Im Gegensatz dazu liegt bei dem **strukturellen Systemkonzept** der Fokus auf der Beschreibung und der Analyse

¹⁷⁸ Vgl. Pulm 2004, S. 23

¹⁷⁹ Vgl. Ropohl 2009, S. 75

¹⁸⁰ Vgl. ebd., S.76

¹⁸¹ Vgl. ebd. S.75f.

der Wirkbeziehungen zwischen den einzelnen Systemelementen. Nur durch Berücksichtigung der Interdependenzen kann das System als Ganzes verstanden werden.¹⁸² **Das hierarchische Konzept** hat die Hauptprämisse, dass jedes System in ein übergeordnetes Supersystem eingebettet ist und wiederum selbst in kleinere Subsysteme zerlegt werden kann. Die drei beschriebenen Systemkonzepte schließen sich nicht aus, sondern können leicht miteinander verbunden und komplementär genutzt werden. Aus diesem Grund hat *ROPOHL* die Merkmale der drei beschriebenen Systemkonzepte zu einer Definition des Begriffes System verdichtet:¹⁸³

Ein System ist ein Modell einer Ganzheit, die Beziehungen zwischen Attributen (Inputs, Outputs, Zustände etc.) aufweist, die aus miteinander verknüpften Teilen bzw. Subsystemen besteht, und die von ihrer Umgebung bzw. von einem Supersystem abgegrenzt wird.

3.1.2 Entwicklung der Systemtheorie / Paradigmenwechsel

PETER CHECKLAND, ein bekannter Systemtheoretiker, prägte den Begriff der *Soft Systems Methology*. Er postulierte hierbei, dass komplexe Probleme nicht vollständig hinsichtlich ihres Verhaltens beschrieben werden können.¹⁸⁴ Der Paradigmenwechsel von *Hard* zu *Soft Systems* wird oftmals mit den kybernetischen Prinzipien der ersten und zweiten Ordnung in Relation gesetzt. Bei der Kybernetik erster Ordnung wird das Erreichen einer Stabilität durch eine Kontrollinstanz in den Vordergrund gestellt. Es existiert also ein konkretes Ziel, das mit der Regelung und Steuerung von ausgewählten Variablen erreicht werden soll. Dies ist aber nur möglich, wenn die betrachteten Elemente im System und die Systemumgebung bekannt und vorhersehbar sind. Ein einfaches Beispiel ist die Konstruktion von technischen Rückkopplungssystemen.¹⁸⁵ Zur Veranschaulichung dient das Illustrationsbeispiel eines Thermostates. Die Raumtemperatur ist der statische Zielparameter und Heizung und Temperatursensor sind so gekoppelt, dass sie in ihrem gegenseitigen Verhalten den gewünschten Zielwert sicherstellen. Das System ist demnach in der Lage einen homöostatischen Zustand einzuhalten, indem es Umwelteinflüsse aktiv ausgleicht.¹⁸⁶ In komplexen Systemen ist diese Grundannahme nicht gewährleistet. Die aktuelle Entwicklung hin zu komplexen Systemen, die nicht vollständig

¹⁸² Vgl. ebd. S. 75

¹⁸³ Vgl. ebd., S.77

¹⁸⁴ Vgl. Checkland 2000

¹⁸⁵ Vgl. Simon 2015, S. 18

¹⁸⁶ Vgl. ebd.

analysierbar sind, legt den Schluss nahe, dass ein Paradigmenwechsel erforderlich ist. Die wesentliche Änderung ist hierbei, dass die Prinzipien der Kybernetik erster Ordnung auf den Beobachter selbst angewandt werden. Die den Beobachter einschließenden Systeme sind immer nichttriviale Systeme, da sich der Beobachter durch die gewonnenen Erkenntnisse verändern kann.¹⁸⁷ Es gibt nicht nur stabilisierende Rückkopplungsprozesse mit definierten Zielgrößen, sondern aufschaukelnde Prozesse mit einer abweichenden Ergebnisrichtung. Dies kann zu einem Chaos führen, bietet aber auch die Chance zur Weiterentwicklung des Systems zur Erreichung einer höheren Reife. Das Ungleichgewicht, also die aufschaukelnden Prozesse, sind somit die Impulsgeber für Veränderungen. Aktivitäten, die ein System in Gleichgewicht und Ungleichgewicht bringen, wechseln sich stetig ab. Abbildung 3-2 stellt die Unterschiede zwischen den *Soft* und *Hard* Systems noch einmal übersichtlich dar.

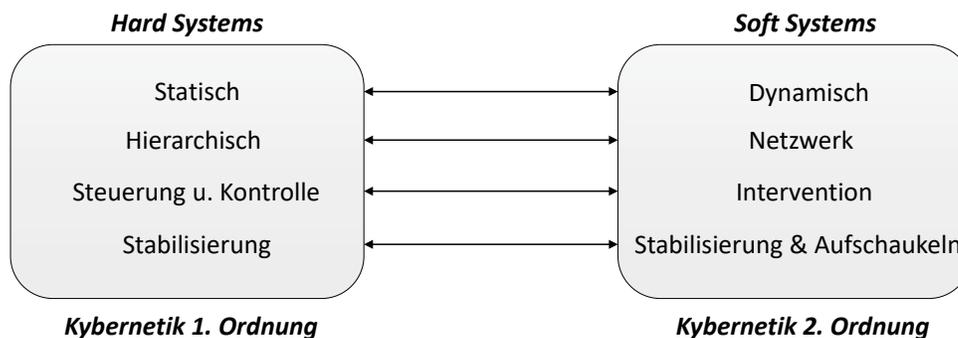


Abbildung 3-2: Vergleich der *Soft* und *Hard* Systems Ansätze¹⁸⁸

3.2 Systemtechnik

Die Systemtechnik ist kein neuer unabhängiger Forschungszweig. Sie ist ein allgemeiner Problemlösungsansatz, um den Herausforderungen in allen Bereichen der Technik gerecht zu werden. Die Wandlung der Technik kann als Triebfeder der Systemtechnik angesehen werden.¹⁸⁹ Die Systemtechnik nutzt Prinzipien und Vorgehensweisen, die aus angrenzenden Forschungsgebieten wie der Kybernetik und der allgemeinen Systemthe-

¹⁸⁷ Vgl. ebd., S. 42

¹⁸⁸ In Anlehnung an Pulm 2004, S. 23 und erweitert um System of Systems Ansätze nach Gorod et al. 2008, S. 488

¹⁸⁹ Vgl. Ropohl 1975, S. 6

orie stammen und kann als „Anwendung des kybernetisch-systemtheoretischen Denkens in der Technik verstanden werden“. ¹⁹⁰ Folgende Definition von *ROPOHL* fasst den Begriff Systemtechnik gut zusammen: ¹⁹¹

Die Systemtechnik ist eine Menge von Denkmodellen, Arbeitsmethoden und Organisationsformen, die sich auf Planung, Gestaltung und Betrieb komplexer technischer Systeme in ökotechnischen und soziotechnischen Zusammenhängen bezieht.

3.2.1 Systemtypen der Systemtechnik

Je nach Zweck der Systembeschreibung lassen sich unterschiedliche Systemarten ableiten. *ROPOHL* unterscheidet zwischen drei Systemklassen, welche die charakteristischen Schwerpunkte der Systemtechnik abbilden. Die Einteilung ist an den Ablauf technischer Entwicklungsprozesse angelehnt. ¹⁹² Entwicklungsaufgaben haben letztendlich das Ziel technische Gebilde hervorzubringen. Aus diesem Grund definiert *ROPOHL* die erste Systemklasse als Sachsystem, welches das Ergebnis der Ingenieuraufgabe wieder spiegelt. Die notwendigen Aktivitäten um dieses Sachsystem zu realisieren werden innerhalb einer Organisation durchgeführt. Einrichtungen und Maßnahmen, die bei dem Entwicklungsprozess involviert sind, werden zusammenfassend als Handlungssysteme definiert. Die dritte Systemklasse ergibt sich aus der Tatsache, dass sich alle Entwicklungstätigkeiten an gewissen Zielvorgaben orientieren. Diese stammen teilweise aus dem Handlungssystem selbst oder werden aus der Umgebung abgeleitet. ¹⁹³ Abbildung 3-3 gibt einen Überblick über die drei Systemklassen und skizziert deren Zusammenhang. Das Systemtripel aus Ziel-, Handlungs- und Objektsystem wird in abgekürzter Form als ZHO-Modell bezeichnet.

¹⁹⁰ Vgl. ebd., S. 68

¹⁹¹ Vgl. ebd., S. 69

¹⁹² Vgl. ebd., S. 32

¹⁹³ Vgl. ebd., S. 32-33

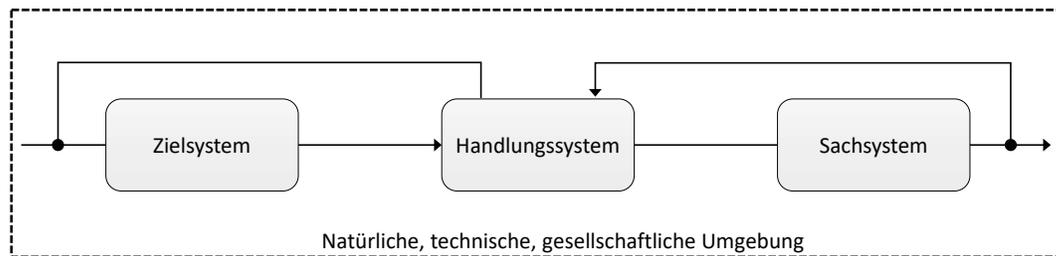


Abbildung 3-3: Überblick über Systeme der Systemtechnik¹⁹⁴

Im Laufe der Zeit wurde das initiale ZHO-Modell von unterschiedlichen Wissenschaftlern weiterentwickelt. *ALBERS ET AL.* erweitern das ZHO-Modell, indem sie die Entwicklungstätigkeiten der Analyse und Synthese berücksichtigen.¹⁹⁵ Aus Sicht einer individuellen Person besteht das Handlungssystem aus einem Lösungsraum und einer Wissensbasis.¹⁹⁶ Auf Basis eines Wissensstandes können Ziele formuliert werden, die das Zielsystem erweitern bzw. konkretisieren. Die anschließende Analyse des Zielsystems resultiert in einer konkreteren Beschreibung des Lösungsraumes, der wiederum die Eingangsgröße zur Gestaltung von Objekten darstellt. Diese Objekte können nun wieder analysiert werden, was zur Erweiterung des Wissens führt.¹⁹⁷ Dieser Zyklus wird im Verlauf eines Produktentstehungsprozesses iterativ durchlaufen. Dadurch wächst das Zielsystem, das Objekt- bzw. Sachsystem stetig an, was letztendlich zur Konkretisierung des Lösungsraumes führt.

PATZAK erweitert die Systemtypen von *ROPOHL*, indem er das Handlungssystem in ein Programmsystem und Wirksystem aufteilt. Programmsysteme sind in ihrer Erscheinungsform Aufgaben- bzw. Vorhabenspläne, welche die „Art und Weise der durchzuführenden Aktivitäten“ beschreiben.¹⁹⁸ Wirksysteme sind „die Träger der Aktivitäten“ und „setzen sich in ihrer allgemeinsten Form als soziotechnische Systeme aus belebten Komponenten (Menschen, sonstige Lebewesen) und unbelebten Komponenten (Sachmittel)“ zusammen.¹⁹⁹ Die Ziel- und Objektsysteme bleiben in ihrer inhaltlichen Bedeutung unverändert. *NEGELE ET AL.* nutzen diesen Ansatz zur Bildung des ZOPH-Modells. Hierbei wird das Programmsystem zum Prozesssystem umformuliert und das

¹⁹⁴ Vgl. Ropohl 1975, S. 33

¹⁹⁵ Vgl. Albers et al. 2012

¹⁹⁶ Vgl. ebd.

¹⁹⁷ Vgl. ebd.

¹⁹⁸ Vgl. Patzak 1982, S. 31

¹⁹⁹ Vgl. ebd., S.31

Wirksystem in Handlungssystem umbenannt.²⁰⁰ Das ZOPH-Modell ist in Abbildung 3-4 dargestellt.

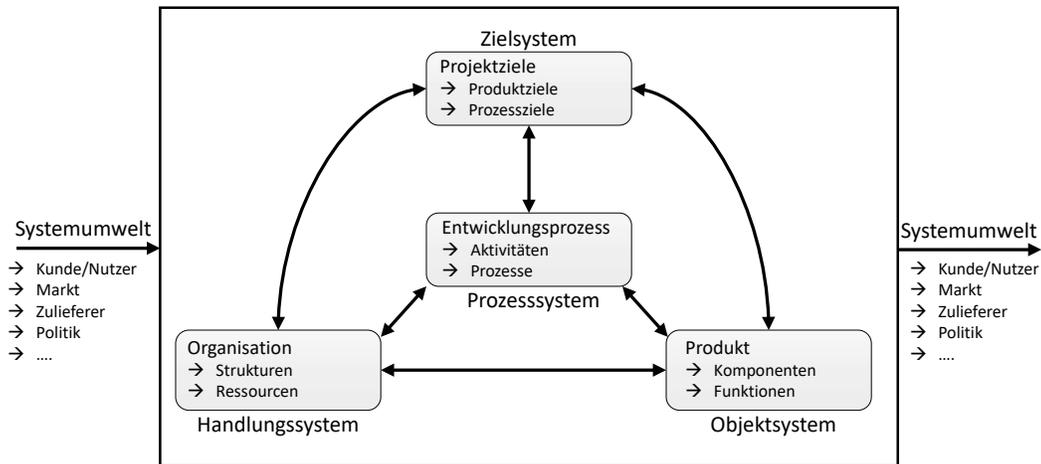


Abbildung 3-4: ZOPH-Modell²⁰¹

Aufgrund der starken Vernetzung zwischen den beiden Systemtypen können diese auch integriert werden. Zum Beispiel sehen *ALBERS & BRAUN* beide Systemtypen als Repräsentationen des Handlungssystems innerhalb ihres integrierten Produktentstehungsmodells (iPEM).²⁰²

3.2.2 Vernetztes Denken

Nach *GAUSEMAIER ET AL.* wird das vernetzte Denken immer wichtiger. Hierbei sehen sie zwei wesentliche Gründe:²⁰³

- Die **Vielfalt** der unternehmerischen Tätigkeiten ist durch neue Produktions- und Kommunikationstechnologien, heterogene Produktionsprogramme sowie wachsende Ansprüche von Gesellschaft, Kunden und Mitarbeitern kontinuierlich gestiegen
- Die **Dynamik** in den Änderungsprozessen im Unternehmen und in der Unternehmensumwelt wird stetig erhöht. Als Beispiel nennen *GAUSEMAIER ET AL.* die Verkürzung der Produktzyklen

²⁰⁰ Vgl. Negele et al. 1997

²⁰¹ Vgl. Negele et al. 1997, S. 268

²⁰² Vgl. Albers und Braun 2011

²⁰³ Vgl. Gausemeier et al. 2001, S. 81

Die Vielfalt und Dynamik beschreiben nach diesem Ansatz die Komplexität. Obwohl der Mensch nur begrenzt in der Lage ist, komplexe Zusammenhänge zu erfassen und adäquat zu handeln, müssen Unternehmen die Vernetzung zwischen Variablen berücksichtigen.²⁰⁴

SIMON versteht unter dem vernetzten Denken das systemtheoretische Erklären. Dieser Ansatz ist ein revolutionärer Ansatz, der sich aus der Systemtheorie ableiten lässt.²⁰⁵ *SIMON* definiert das systemtheoretische Erklären wie folgt: „An die Stelle geradlinig-kausaler treten zirkuläre Erklärungen, und statt isolierter Objekte werden die Relationen zwischen ihnen betrachtet“.²⁰⁶ In einem System, in dem die zugehörigen Elemente in Wechselbeziehungen stehen, lässt sich nicht objektiv entscheiden, was Ursache und was Wirkung ist. Das Erkenntnisinteresse des systemtheoretischen Erklärens liegt in der Identifikation von Mustern hinsichtlich der funktionellen Koppelung und den damit verbundenen emergenten Eigenschaften.²⁰⁷ Es lassen sich logische Verknüpfungen und Gesetzmäßigkeiten in Form von „Wenn-Dann“ Beziehungen beschreiben. Aufgrund des hohen Abstraktionsgrades lässt sich diese Vorgehensweise in vielen Wissenschaftsbereichen anwenden.

3.2.3 Techniken für eine systemische Vorgehensweise

Techniken und Methoden zur Bearbeitung von komplexen Aufgabenstellungen sind von verschiedenen Systemforschern geprägt und entwickelt worden. Unter anderem haben folgende Autoren wesentlich zur Weiterentwicklung des ganzheitlichen Problemlösens beigetragen. *STAFFORD BEER* war einer der Ersten, der die Gesetze der Kybernetik auf die Führung und das Management von Unternehmen anwandte. Die linearen Ursache-Wirkungsbeziehungen in der Unternehmensführung wurden hierbei erstmals durch zirkuläre Schleifen ersetzt und die Entscheidungsprozesse auf ihre Kausalität hin betrachtet.²⁰⁸ Ausgangspunkt für die Überlegungen war das Suchen nach einem Funktionsmuster für lebensfähige Systeme. Aus diesen Überlegungen resultierte das *Viable System Model*, das ein universal einsetzbares Referenzmodell zur Beschreibung von

²⁰⁴ Vgl. ebd.

²⁰⁵ Vgl. Simon 2015, S. 12

²⁰⁶ Vgl. ebd., S. 13

²⁰⁷ Vgl. ebd.

²⁰⁸ Vgl. Beer 1984, S. 14

Organisationen darstellt.²⁰⁹ JAY W. FORRESTER entwickelte mit dem *System Dynamics* Ansatz eine Methodik zur ganzheitlichen Analyse von komplexen Systemen.²¹⁰

Im deutschsprachigen Raum entwickelte VESTER mit seinem Sensitivitätsmodell eine Modellierungsmethodik für komplexe Probleme.²¹¹ Sein Ansatz baut auf dem Ansatz von FORRESTER auf, indem die positiven und negativen Rückkopplungsschleifen ein zentraler Baustein des Modells sind. GOMEZ & PROBST nutzten die Prinzipien des vernetzten Denkens als Basis zur Anwendung in der Unternehmenspraxis.²¹² Die Verknüpfung der fünf Schritte des ganzheitlichen Problemlösungsprozesses mit den drei Prozessfeldern vernetztes Denken, unternehmerisch handeln und persönlich überzeugen befähigt Führungskräfte aufkommende komplexe Probleme eigenmächtig zu lösen.²¹³

In Bezug auf die Zielsetzung dieser Arbeit ist besonders die Modellierung und Analyse von Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Erfolgsfaktoren bzw. Einflussvariablen von Bedeutung. Zur Ermittlung der Wirkbeziehungen zwischen Einflussvariablen gibt es zwei wesentliche Methoden: (1) *Causal-Mapping* und (2) Netzwerkanalyse.

Causal-Mapping ist eine Technik aus dem Forschungsbereich der Problemstrukturierungsmethoden. *Causal-Maps* bestehen aus Knoten und Pfeilen. Die Pfeile stellen die Zwischenbeziehungen zwischen den Einflussfaktoren dar, während die Knoten die Einflussvariablen repräsentieren. Das Vorgehen zum Erstellen einer *Causal-Map* geht von der Festlegung der Aufgabenstellung bis zu der Ableitung von Handlungsempfehlungen.²¹⁴ Zentraler Bestandteil ist die Strukturierung der gewonnenen Daten. Durch die Visualisierung werden die ermittelten Verbindungen offensichtlich und es können Systematiken bei den Wechselwirkungen zwischen den Faktoren identifiziert werden.²¹⁵ Es werden neue Eindrücke gewonnen, die in notwendige Korrekturen resultieren, um ein möglichst umfassendes Bild zu erhalten. In der letzten Zeit wird diese Technik zunehmend auch für die Erfolgsfaktorenforschung eingesetzt. WILLIAMS nutzte diese Technik zur Modellierung der Erfolgsfaktoren von zwei Konstruktionsprojekten. Mit Hilfe der *Causal-Mapping* Technik konnte eine Ursachenanalyse durchgeführt werden, wodurch

²⁰⁹ Vgl. ebd.

²¹⁰ Vgl. Forrester 1994, S. 245

²¹¹ Vgl. Vester 2002

²¹² Vgl. Gomez und Probst 1997

²¹³ Vgl. ebd.

²¹⁴ Vgl. Ackermann und Alexander 2016, S. 895

²¹⁵ Vgl. Williams 2016, S. 98

die Grundursachen aus dem komplexen Netzwerk an Erfolgsfaktoren extrahiert wurden.²¹⁶ ACKERMANN & ALEXANDER sehen daher ein noch nicht ausgeschöpftes Potenzial bei der Anwendung dieser Technik im Rahmen der Erfolgsfaktorenforschung.²¹⁷

Auf der anderen Seite haben *Causal-Maps* auch ihre Nachteile. Die Wechselbeziehungen zwischen den Einflussgrößen werden zwar identifiziert und visualisiert, jedoch erfolgt keine quantitative Bewertung der Wirkstärke. Dieser Nachteil wird durch die Netzwerkanalyse adressiert. Es existierten unterschiedliche Ausprägungsformen der Netzwerkanalyse, die sich oftmals mehr in ihrer Bezeichnung als in der eigentlichen Vorgehensweise unterscheiden. Im deutschsprachigen Raum bildet das Sensitivitätsmodell von VESTER eine bekannte Säule der Systemtechnik. Der Aufbau des kybernetischen Systemmodells lässt sich in neun ineinandergreifende Arbeitsschritte zerlegen. Es startet mit der Systembeschreibung und endet mit der Systembewertung und Strategie.²¹⁸ Zentraler Bestandteil des Sensitivitätsmodells ist die Entwicklung einer Abhängigkeitsmatrix, bei der die Stärke der Wirkung jeder einzelnen Variablen im Falle ihrer Veränderung auf jede andere abgeschätzt wird. Mit Hilfe der vollständig ausgefüllten Abhängigkeitsmatrix kann ohne großen Aufwand die Position bzw. Rolle jeder Variablen im System zwischen den vier Eckwerten aktiv, passiv, kritisch und puffernd bestimmt werden.²¹⁹ Seit der Entwicklung des Sensitivitätsmodells hat sich ein breites Anwendungsspektrum ergeben. Beispiele für Anwendungsgebiete sind unter anderem die strategische Planung, das Risikomanagement und die Umweltplanung.²²⁰

Die DEMATEL-Methode (*Decision Making Trial and Evaluation Laboratory*) weist viele Ähnlichkeiten mit dem Sensitivitätsmodell von VESTER auf. Ursprünglich wurde die Methode von dem Battelle Memorial Institut in Genf entwickelt und hat sich als gängige Methode zur Modellierung der Wirkbeziehungen zwischen Einflussvariablen etabliert.²²¹ Im Laufe der Zeit hat es. Zum Beispiel nutzten BAI & SARKIS die DEMATEL-Methode zur Bewertung von kritischen Erfolgsfaktoren im Rahmen der Geschäftsprozessmodellierung. Die hohe Anzahl an kritischen Erfolgsfaktoren konnte verkleinert werden, indem Faktoren mit einer hohen Systemrelevanz priorisiert wurden.²²² CHANG ET AL. konnten

²¹⁶ Vgl. Williams 2016

²¹⁷ Vgl. Ackermann und Alexander 2016

²¹⁸ Vgl. Vester 2002, S. 190

²¹⁹ Vgl. Vester 2002, S. 194

²²⁰ Vgl. Chan und Huang 2004

²²¹ Vgl. Fontela und Gabus 1976

²²² Vgl. Bai und Sarkis 2013

mit Hilfe der DEMATEL-Methode das Wirkgefüge der Auswahlkriterien für Zulieferer beschreiben.²²³ Für die DEMATEL-Methode selbst existieren unterschiedliche Ausprägungsformen. Der prinzipielle Ablauf ist bei allen der Gleiche, am Anfang werden die relevanten Einflussgrößen bestimmt und zum Schluss erfolgt die Ableitung der Systemrollen mit Hilfe des Kausaldiagramms.

3.3 Kontingenztheorie

Die Kontingenztheorie ist ein wichtiger Bezugsrahmen in der Management- und Organisationsforschung. *DONALDSON* definiert auf abstrakter Ebene den Kontingenzansatz als Ansatz, wonach der Effekt zwischen zwei Variablen von einer dritten Variable abhängt. ²²⁴ In einfachster Form besagt der Kontingenzansatz, dass Unternehmen sich an ihre Rahmenbedingungen anpassen müssen, um wirtschaftlich erfolgreich zu sein. Studien zum Kontingenzansatz befassen sich mit dem Zusammenhang zwischen Kontext, Struktur und Erfolg. Kontingenz ist demnach jede Variable, die den Effekt zwischen Struktur und Erfolg moderiert.²²⁵

3.3.1 Grundlagen

Ein zentrales theoretisches Modell zur Beschreibung des Zusammenspiels zwischen Kontext, Struktur und Erfolg ist das SARFIT-Modell von *DONALDSON*.²²⁶ Die zentrale Prämisse des Modells ist, dass eine Übereinstimmung zwischen Kontext und Struktur zu einer Leistungssteigerung führt, während eine fehlende Übereinstimmung das Gegenteil herbeiführt. Der initiale Zustand des Modells beschreibt eine Übereinstimmung zwischen dem Kontextsystem und der Organisationsstruktur. Im zeitlichen Verlauf ändert sich jedoch das Kontextsystem, während die Organisationsstruktur unverändert bleibt. Aufgrund der steigenden Nichtübereinstimmung sinkt das Leistungsniveau der Organisation, was letztendlich bei Unterschreiten eines Schwellenwertes in einer Strukturänderung resultiert.²²⁷ Der Zyklus zwischen Fit und Misfit wird kontinuierlich durch-

²²³ Vgl. Chang et al. 2011

²²⁴ Vgl. Donaldson 2001, S. 5

²²⁵ Vgl. Donaldson 2001, S. 7

²²⁶ Vgl. Donaldson 1987, **Structural adaption to regain fit**

²²⁷ Vgl. ebd.

laufen und unterstreicht den dynamischen Charakter des Modells. Systemtheoretiker kritisieren den rationalistischen Denkansatz der Kontingenztheorie.²²⁸ Diese eingeschränkte Perspektive erschwert die Analyse und Modellierung von komplexen Systemen.

Eine Weiterentwicklung stellt der Gestaltansatz dar. Vertreter des Gestaltansatzes, der auch als „*second-order contingency theory*“ bezeichnet wird, versuchen Organisationen als komplexe Ganzheiten bzw. Entitäten zu verstehen.²²⁹ Begriffe wie Multidimensionalität, vielfältige Kontextfaktoren und facettenreiche Wirkungen werden oftmals von Gestaltforschern verwendet. Tabelle 3-1 stellt die Unterschiede zwischen dem Gestaltansatz und dem traditionellen Kontingenzansatz dar.

Tabelle 3-1: Vergleich Situationsansatz und Gestaltansatz²³⁰

Vergleichsdimensionen	Situationsansatz	Gestaltansatz
<i>Untersuchungsmodus</i>	Reduktionistische Analyse	Holistische Synthese
<i>Systemverständnis</i>	Zusammenstellen von relativ unabhängigen Komponenten	Konfiguration von hochgradig interdependenten Komponenten
<i>Beziehungen</i>	Linear	Wechselseitig
<i>Gleichgewichtsannahme</i>	Quasi-stationäres Gleichgewicht	Dynamisches Gleichgewicht
<i>Fit-Verständnis</i>	Sequentielle Abstimmung zwischen einzelnen bzw. wenigen Unternehmens- und Umweltmerkmalen	Gleichzeitige Abstimmung von zahlreichen Unternehmens- und Umweltmerkmalen

Der Gestaltansatz lässt sich in zwei Forschungszweige gliedern. Gestaltkonfigurationen können entweder theoretisch oder empirisch hergeleitet werden. Bei theoretisch hergeleiteten Gestaltkonfigurationen wird von Typologien gesprochen, während empirisch hergeleitete Gestaltkonfigurationen als Taxonomien bezeichnet werden.²³¹ Typologien sind demnach theoriegeleitete Gebilde, die aus sachlogischen Überlegungen bezüglich mög-

²²⁸ Vgl. Bandte 2007, S. 135

²²⁹ Vgl. Wolf 2000, S. 15

²³⁰ Vgl. ebd., S. 28

²³¹ Vgl. Meyer et al. 1993, S. 1182

licher Idealtypen entstehen. Das Ziel besteht darin, „eine gestochen scharfe Unterscheidung von Typen zu gewinnen“. ²³² Im Gegensatz zu Typologien repräsentieren Taxonomien Konfigurationstypen, die aus der Analyse tatsächlich vorkommender Variablenzusammensetzungen entstehen. Mit Hilfe von multivariaten Analysemethoden wird ein empirischer Datensatz auf geeignete Klassifizierungskriterien untersucht. Eine Taxonomie hat daher einen explorativen Charakter. ²³³

Untrennbar mit dem Kontingenz- und Gestaltansatz verbunden ist das Fit-Konzept, da wirtschaftlicher Erfolg nur durch eine Übereinstimmung verschiedener Variablen erreicht werden kann. Trotz der erfolgreichen Identifizierung geeigneter Zusammenhänge zwischen Variablen, wurden in vielen Studien die theoretischen Hintergründe des Fit-Konzeptes vernachlässigt. ²³⁴ Dies hatte zur Folge, dass zur Identifizierung des Fits zwischen Variablen unterschiedliche Analysemethoden eingesetzt wurden. Daraus resultierte die Entwicklung unterschiedlicher Frameworks zur Systematisierung des Fit-Konzeptes. Zwei wesentliche Frameworks wurden hierbei von *DRAZIN & VAN DE VEN* und von *VENKATRAMAN* entwickelt, die jeweils zwischen drei bzw. sechs Ausprägungsformen des Fit-Konzeptes unterscheiden. ²³⁵ Abbildung 3-5 zeigt das Framework von *VENKATRAMAN*, welche das Komplexere von beiden darstellt.

²³² Vgl. Wolf 2000, S. 27

²³³ Vgl. ebd.

²³⁴ Vgl. ebd., S.40

²³⁵ Vgl. Drazin und Van de Ven, Andrew H 1985, S. 515, Venkatraman 1989, S. 438

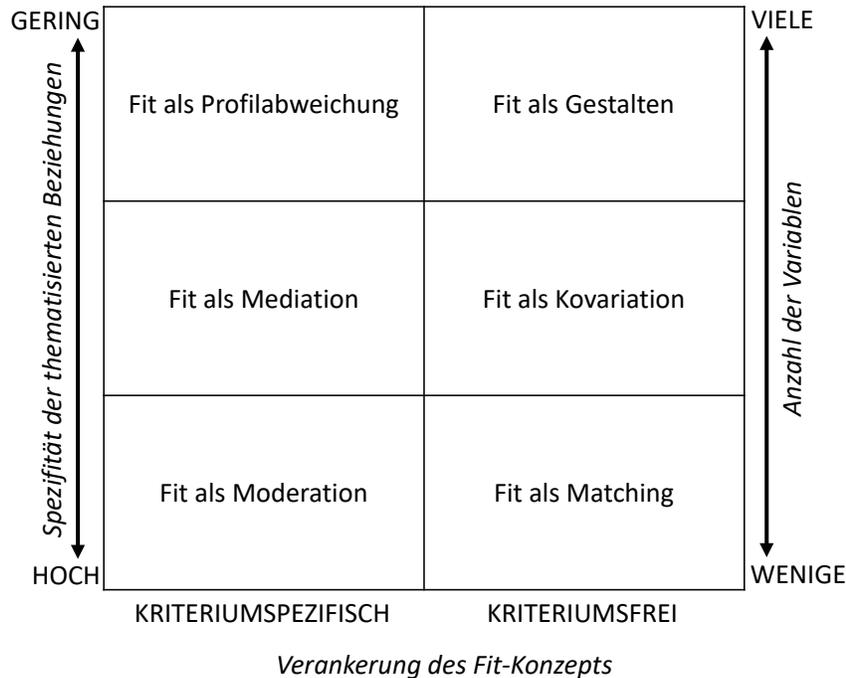


Abbildung 3-5: Ausprägungsformen des Fit-Konzepts nach VENKATRAMAN²³⁶

Zum einen prüft VENKATRAMAN, ob eine Verankerung des Fit-Konzepts vorliegt. Es wird überprüft, ob die Wirkung des postulierten Fits mit Hilfe von Leistungsvariablen bewertet wird. Die Spezifität der thematisierten Beziehungen bewertet, in welchem Detaillierungsgrad die Verbindungen zwischen den Variablen festgelegt werden. Das dritte Kriterium Anzahl der Variablen ist selbsterklärend. Anhand dieser drei Kriterien lassen sich die sechs Ausprägungsformen des Fit-Konzepts einordnen.

DRAZIN & VAN DE VEN unterscheiden dem hingegen nur zwischen den drei Fit-Ausprägungsformen *Auswahl*, *Interaktion* und *System*. Bei den letzten beiden Ausprägungsformen wird jeweils ein Bezug zu einer Leistungsvariablen hergestellt. Der Unterschied zwischen diesen beiden Ausprägungsformen liegt in der Anzahl der Variablen. Abbildung 3-6 skizziert die drei Ausprägungsformen.

²³⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an Venkatraman 1989, S. 425

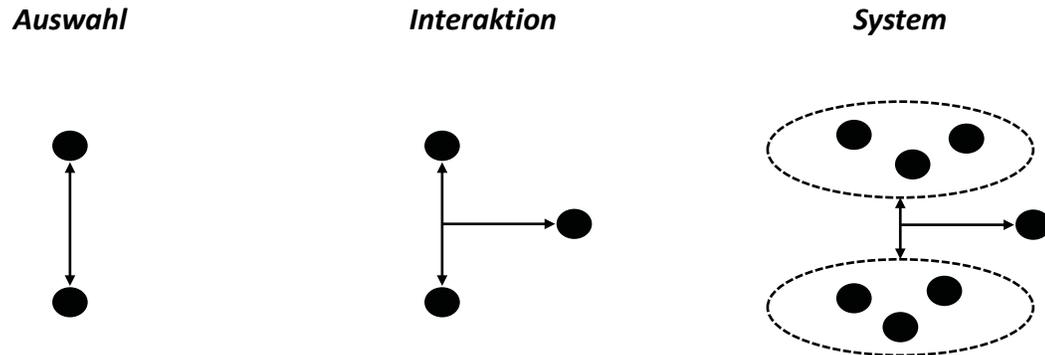


Abbildung 3-6: Ausprägungsformen des Fit-Konzepts nach DRAZIN & VAN DE VEN²³⁷

Beide vorgestellten Frameworks unterstützen bei der Auswahl geeigneter Analysemethoden zur Validierung der postulierten Fit-Beziehungen. Zum Beispiel eignen sich für die Ausprägungsform Fit als Moderation die Anwendung von Regressionsanalysen. Der Interaktionsterm ist als Produkt zwischen der Kontext- und Strukturvariablen abbildbar und ist anschließend auf statistische Signifikanz zu untersuchen. Weiterhin können die Regressionskoeffizienten zwischen unterschiedlichen Gruppen auf signifikante Unterschiede untersucht werden.²³⁸ Für den Fit als Profilabweichung eignet sich wiederum die Anwendung von Musteranalysen. Auf Basis der Kontextfaktoren sind idealtypische Ausprägungen der Strukturfaktoren zu bilden. Anschließend ist zu überprüfen, ob bei Abweichung von diesem Idealprofil Leistungseinbußen zu identifizieren sind.²³⁹

3.3.2 Anwendung im Kontext Neuproduktentwicklung

Die Identifizierung und Beschreibung des Kontextsystems gewinnt zunehmend auch im Rahmen des Forschungsstrangs Neuproduktentwicklung an Bedeutung. Aus diesem Grund wird aus unterschiedlichen theoretischen Sichtweisen die Problemstellung analysiert. Vor dem Hintergrund der Zielstellung dieser Arbeit wird der Fokus auf Studien gelegt, die den Einfluss des Kontextsystems auf Entwicklungsprojekte untersuchen. Hierbei kann zwischen zwei Forschungszweigen unterschieden werden: der theoretische und der praxisorientierte Komplexitätsansatz. Im praktischen Ansatz liegt der Fokus auf der empirischen Operationalisierung der theoretischen Überlegungen, um Handlungsempfehlungen abzuleiten.

²³⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Drazin und Van de Ven, Andrew H 1985, S. 515 und Sousa und Voss 2008, S. 706

²³⁸ Vgl. Drazin und Van de Ven, Andrew H 1985, S. 515, Venkatraman 1989, S. 424

²³⁹ Vgl. ebd.

Der Projektmanagement Kontingenzansatz hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten kontinuierlich weiterentwickelt.²⁴⁰ Die Motivation für die Entwicklung des Ansatzes liegt in der Hypothese begründet, dass nicht alle Projekte gleich sind und folglich auch nicht mit einem universellen Ansatz verwaltet und durchgeführt werden können. *BALACHANDRA & FRIAR* stellten in ihrer Untersuchung fest, dass der Kontext eine Schlüsselrolle für den Erfolg einer Produktentwicklung einnimmt.²⁴¹ Konzeptionelle Modelle und empirische Ergebnisse haben dazu geführt, dass die Kontextfaktoren weiter ausdifferenziert wurden. Eine wichtige Eigenschaft von Kontingenzfaktoren ist, dass sie ihren Ursprung außerhalb des Systems haben. Daher hat das System keinen oder nur einen geringen Einfluss auf diese Kontingenzfaktoren, jedoch haben Kontingenzfaktoren einen Einfluss auf das System.²⁴² Mit zunehmender Popularität des Kontingenzansatzes in der Produktentwicklung sind aufgrund der Heterogenität der Umwelt viele verschiedene Kontingenzfaktoren entstanden, die vielseitige Ausprägungen annehmen können. Dabei steht der Kontingenzansatz in dem Spannungsfeld, dass es nicht ausreichend ist, nur einzelnen Kontingenzfaktoren einzubeziehen und es unmöglich ist, alle Kontingenzfaktoren zu erfassen.

Verschiedene Meta-Studien kommen mit Hilfe von systematischen Literaturrecherchen zu dem Fazit, dass Komplexität und Unsicherheit die wesentlichen Klassifizierungskriterien der Kontingenzfaktoren sind.²⁴³ Diese Begriffe werden jedoch sehr unterschiedlich definiert und lassen sich nicht einheitlich trennen. Die wissenschaftliche Literatur zu diesem Thema lässt sich nach *PADALKAR & GOPINATH* in folgende drei Gruppen gliedern:²⁴⁴

- Unsicherheit als Untermenge von Komplexität
- Komplexität als Untermenge von Unsicherheit
- Unabhängigkeit der beiden Begriffe

Auf Basis der bereits erläuterten systemtheoretischen Prinzipien wird im Rahmen dieser Arbeit die Sichtweise verfolgt, dass die Unsicherheit als Untermenge von Komplexität

²⁴⁰ Vgl. Sauser et al. 2009

²⁴¹ Vgl. Balachandra und Friar 1997

²⁴² Vgl. Gomez und Probst 1997, S. 119

²⁴³ Vgl. Padalkar und Gopinath 2016, Gerald et al. 2011, Tatikonda und Rosenthal 2000

²⁴⁴ Vgl. Padalkar und Gopinath 2016

anzusehen ist. Nach dem systemtheoretischen Prinzip des vernetzten Denkens beschreiben die Aspekte Vielfalt und Dynamik die Komplexität.²⁴⁵ Diese Dynamik stellt die Variabilität bzw. Veränderbarkeit dar und beschreibt die Unsicherheit in einem System.

Wie bereits beschrieben, hat sich schon eine große Anzahl von wissenschaftlichen Studien mit dieser Thematik befasst. Im Folgenden werden die Ergebnisse einiger Studien vorgestellt.

Zwei bekannte Vertreter der Gruppe, die Unsicherheit als Untermenge von Komplexität sehen, sind die Arbeiten von *GERALDI ET AL.* und *BAKHSHI ET AL.*²⁴⁶ Beide Studien führten eine umfassende systematische Literaturrecherche zum Komplexitätsbegriff in Projekten durch. *GERALDI ET AL.* ordneten ihre Ergebnisse mit Hilfe eines Zeitstrahls ein. Dadurch ist gut zu erkennen, wie sich der Fokus des Forschungsstranges zeitlich entwickelte. Hierbei nutzen *GERALDI ET AL.* fünf Dimensionen zur Clusterung der Komplexitätsbegriffe. Abbildung 3-7 zeigt das Ergebnis. Es wird deutlich, dass sich im Laufe der Zeit der Komplexitätsbegriff weiter ausgedehnt hat. Die letzte zeitliche Ebene in Abbildung 3-7 verdeutlicht nach *GERALDI ET AL.* auch den zukünftigen Forschungsbedarf, da die Interdependenzen zwischen den Dimensionen noch nicht ausreichend berücksichtigt wurden.

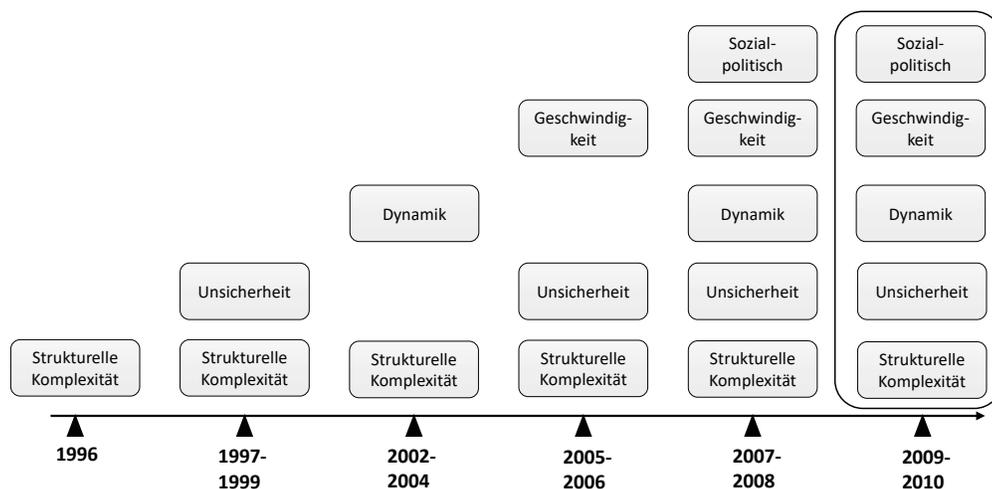


Abbildung 3-7: Entwicklung des Komplexitätsbegriffes²⁴⁷

²⁴⁵ Vgl. Kapitel 3.2.2, S. 47 f.

²⁴⁶ Vgl. Geraldi et al. 2011, Bakhshi et al. 2016

²⁴⁷ In Anlehnung an Geraldi et al. 2011, S. 972

BAKHSI ET AL. führten ebenfalls eine systematische Literaturrecherche zum Komplexitätsbegriff in Projekten durch. Ihre Hauptkenntnisse ist, dass sich die identifizierten Publikationen in drei unterscheidungskräftige theoretische Ansätze einordnen lassen: die Projektmanagementforschung, die Komplexitätstheorie und der *System of Systems* Ansatz.²⁴⁸ Auf Basis dieser Erkenntnis konsolidierten sie alle Aspekte der identifizierten Studien zu einem ganzheitlichen Framework. Abbildung 3-8 zeigt die sieben Dimensionen des Frameworks mit inhaltlichen Beispielen.



Abbildung 3-8: Dimensionen der Projekt Komplexität²⁴⁹

Diese theoretischen Überlegungen werden zunehmend auch in empirischen Studien berücksichtigt. Mit dem *Contingency Cube*, der zwischen den Neuheitsgraden in Bezug auf das Produkt, die Technologie und den Zielmarkt unterscheidet, leiten BALACHANDRA & FRIAR acht verschiedene Kombinationen dieser drei Kontextfaktoren ab, welche die Wirkung der Erfolgsfaktoren beeinflussen.²⁵⁰ Die Erfolgsfaktoren werden anhand der Kategorien Markt, Technologie und Organisation gegliedert. Für die Kombination geringer Produktneuheitsgrad, bekannter Zielmarkt und geringer technologischer Neuheitsgrad folgern sie zum Beispiel eine hohe Bedeutung der Erfolgsfaktoren aus den Kategorien Markt und Organisation, während für technologische Erfolgsfaktoren eine geringere

²⁴⁸ Vgl. Bakhshi et al. 2016, S. 1204

²⁴⁹ Vgl. Bakhshi et al. 2016, S. 1207

²⁵⁰ Vgl. Balachandra und Friar 1997, S. 284

Bedeutung vorhergesagt wird.²⁵¹ Im Rahmen der Projektmanagementforschung findet das *NCTP Framework* von *SHENAR & DVIR* seine Anwendung.²⁵² Das Kontextsystem wird durch die Dimensionen Neuheitsgrad, Komplexität, Technologie und Zeitdruck beschrieben. Es soll primär Projektleitern helfen, den Managementstil an das jeweilige Projekt anzupassen und die richtigen Methoden und Tools auszuwählen.²⁵³ Abbildung 3-9 stellt das *NCTP Framework* grafisch dar.

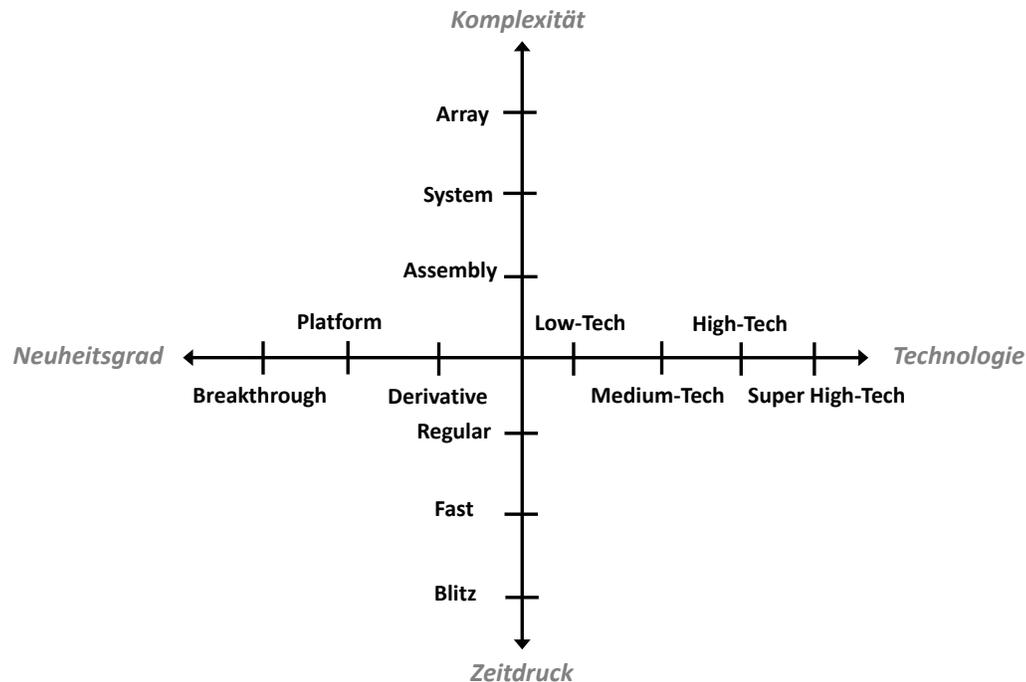


Abbildung 3-9: *NCTP Framework*²⁵⁴

Wie in Abbildung 3-9 dargestellt, besteht jede Dimension aus mindestens drei Projekttypen. Zum besseren Verständnis der initialen Bedeutung sind die Projekttypen in Abbildung 3-9 in der publizierten Sprache (Englisch) beschrieben. Die erste Dimension Neuheitsgrad orientiert sich an den Ergebnissen von *WHEELRIGHT & CLARK*, die in Kapitel 2.1.1 beschrieben wurden.²⁵⁵ *SHENAR & DVIR* sehen zudem die technologische Unsicherheit als wesentliche Quelle der Aufgabenunsicherheit. Hierbei verwenden sie vier

²⁵¹ Vgl. ebd.

²⁵² Vgl. Shenhar und Dvir 2004, S. 1270 N=Novelty, C=Complexity, T=Technology, P=Pace

²⁵³ Vgl. ebd.

²⁵⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an ebd.

²⁵⁵ Vgl. Kapitel 2.1.1, Abbildung 2-2, S. 14

Projekttypen, um den Neuheitsgrad der Produkt- und der Prozesstechnologie zu bestimmen. Darüber hinaus spielt die Komplexität des Projektes eine wesentliche Rolle, die anhand der Systemperspektive bzw. des Systemeinflusses bewertet wird. Ein *Assembly* Projekt beschreibt die Entwicklung von Komponenten, die als eine Funktionseinheit zusammengefasst werden können. *Array* Projekte behandeln dahingegen eine Vielzahl unterschiedlicher Systeme, die einem übergeordneten Ziel dienen sollen. Gerade aus Projektmanagementperspektive spielt der Zeitdruck eine wesentliche Rolle und wird deshalb als weitere Dimension berücksichtigt. *Regular* Projekte sind nicht zeitkritisch und haben oftmals langfristige Ziele, während bei Projekten vom Typ *Blitz* die Nichteinhaltung des kritischen Zeitplans zum Misserfolg führt.²⁵⁶ Seine praktische Anwendung findet das *NCTP Framework* meistens bei der fallstudienbasierten Analyse von Entwicklungsprojekten. *SAUSER ET AL.* nutzen das Framework zum Beispiel um Gründe für Projektversagen zu analysieren und zu klassifizieren.²⁵⁷ Mit Hilfe des Frameworks konnten Projekttypologien gebildet werden, für die, auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse über Fehler, Implikation in Form von *Lessons Learned* für zukünftige Projekte des gleichen Projekttyps abgeleitet wurden.²⁵⁸

Im Rahmen der empirischen Erfolgsfaktorenforschung findet der Kontingenzansatz auch verstärkt seine Anwendung. Wie bereits in diesem Kapitel ersichtlich wurde, kann das Kontextsystem im Rahmen der Produktentwicklung sehr facettenreich beschrieben werden. Dies ist vor allem bei der empirischen Erfolgsfaktorenforschung problematisch, da aufgrund der Modellkomplexität nur ein Bruchteil der aktuell verwendeten Faktoren abbildbar ist. Darüber hinaus sind die meisten Studien umfragebasiert, wodurch das Gewährleisten einer erträglichen Bearbeitungszeit für die Probanden eine zusätzliche Restriktion darstellt. Eine Priorisierung auf einige relevante Kontextfaktoren ist daher unvermeidbar. Zum Beispiel ist die Berücksichtigung der Markt- und Technologievolatilität ein weit verbreiteter Kontextfaktor.²⁵⁹ Weitere mögliche Kontextfaktoren, die nach dem Stand der Wissenschaft verwendet werden, sind in Abbildung 3-10 dargestellt.

²⁵⁶ Vgl. Shenhar und Dvir 2004, S. 1271

²⁵⁷ Vgl. Sauser et al. 2009, S. 665

²⁵⁸ Vgl. ebd.

²⁵⁹ Vgl. Langerak et al. 2004, Kock et al. 2016, Paladino 2008. In den meisten englischsprachigen Studien wird Markt und Technologievolatilität als „environmental turbulences“ beschrieben.

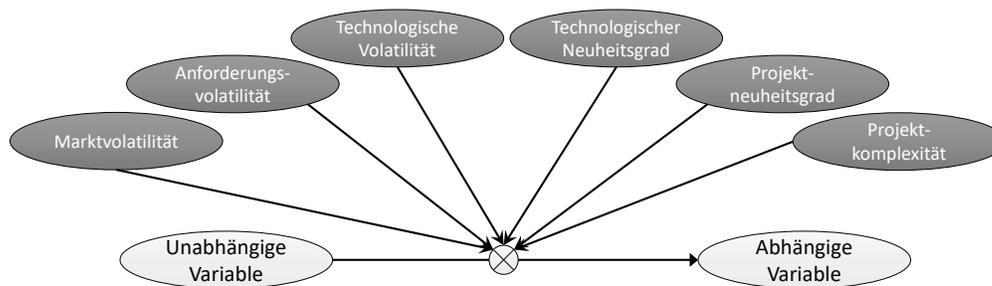


Abbildung 3-10: Mögliche Kontextfaktoren zur Modellierung von Interaktionseffekten²⁶⁰

Nicht immer führt die Einbindung von Kontextfaktoren zu differenzierten Aussagen. Zum Beispiel konnten *LANGERAK ET AL.* herausfinden, dass die Wirkbeziehungen zwischen der Marktorientierung und dem Projekterfolg weder von der Marktvolatilität noch von der Technologievolatilität beeinflusst werden.²⁶¹

3.4 Ressourcenbasierter Ansatz

Im Rahmen der strategischen Managementforschung gibt es eine Reihe unterschiedlicher Ansätze und Theorien, um den Erfolg einzelner Unternehmen zu erklären. Eine Theorie hierbei ist der ressourcenbasierte Ansatz, welcher im Folgenden genauer erläutert wird.

3.4.1 Grundlagen

Die Vertreter dieser Theorie argumentieren, dass die Analyse der unternehmensinternen Ressourcen und Fähigkeiten für den Unternehmenserfolg ausschlaggebend ist. Aus Sicht der Ressourcen und Fähigkeiten eines jeden Unternehmens wird versucht, die Frage nach überdurchschnittlichem Erfolg zu beantworten. Es wird folglich versucht zu beantworten, warum sich Unternehmen, die in derselben Branche tätig sind, systematisch über die Zeit hinweg in ihrer Leistung unterscheiden.²⁶² Im Gegensatz dazu geht der marktbasierter Ansatz davon aus, dass die spezielle Marktpositionierung einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil verschafft. Die Sichtweise des marktbasierten Ansatzes wird durch die Veröffentlichungen von *PORTER* gut erklärt.²⁶³

²⁶⁰ Eigene Darstellung. Auswahl entnommen aus ebd., Tatikonda und Rosenthal 2000,

²⁶¹ Vgl. Langerak et al. 2004, S. 303

²⁶² Vgl. Hoopes et al. 2003, S. 889

²⁶³ Vgl. Porter 1979

Der ressourcenbasierte Ansatz hat seinen Ursprung in der Arbeit von Edith Penrose („The Theory of the Growth of the Firm“) im Jahre 1959.²⁶⁴ In den Fokus trat sie zu einem späteren Zeitpunkt unter anderem durch die Arbeiten von *BARNEY*, *GRANT* und *WERNERFELT*.²⁶⁵ Der Erfolg eines Unternehmens wird dadurch begründet, dass es zum einen über wertvolle Ressourcen verfügt und diese zum anderen besser als die Konkurrenz nutzen bzw. umsetzen kann.

Grundsätzlich lassen sich Ressourcen in zwei Gruppen einteilen: materielle und immaterielle Vermögenswerte. Der ressourcenbasierte Ansatz vertritt zudem die Annahmen, dass die Ressourcen heterogen und unbeweglich sind. Demnach müssen sich Unternehmen hinsichtlich ihrer Fähigkeiten, Kenntnisse und weiterer Ressourcen unterscheiden. Der ressourcenbasierte Ansatz setzt also voraus, dass Unternehmen ein unterschiedliches Bündel an Ressourcen zur Realisierung ihres Erfolges nutzen. Da die Ressourcen zu einem gewissen Maß nicht mobil sind, können sie nicht kurzfristig zwischen Unternehmen getauscht werden. Aus diesem Grund können Strategien nicht einfach durch Wettbewerber repliziert werden.

Diese zwei Annahmen reichen jedoch zur nachhaltigen Sicherung des Wettbewerbsvorteils nicht aus. *BARNEY* entwickelte daher das VRIN-Framework, das die Ressourcen angesichts des Wertbeitrags (*Value*), der Verfügbarkeit (*Rarity*), der Reproduzierbarkeit (*Imitability*) und der Substituierbarkeit (*Non-substitutable*) bewertet.²⁶⁶ Ressourcen, die alle Bedingungen des VRIN-Frameworks erfüllen, sichern einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil. Eine Weiterentwicklung stellt das VRIO-Framework dar, in dem *BARNEY* das Kriterium Substituierbarkeit durch Organisation (*Organization*) ersetzt.²⁶⁷ Dadurch werden die organisatorischen Fähigkeiten zur Realisierung des Wettbewerbsvorteils unterstrichen.

Für den klassischen ressourcenbasierten Ansatz stellte *GRANT* einen aus fünf Phasen bestehenden Bezugsrahmen dar. Abbildung 3-11 zeigt eine vereinfachte Darstellung des Bezugsrahmens.

²⁶⁴ Vgl. Penrose 1959

²⁶⁵ Vgl. Barney 1991; Grant 1991; Wernerfelt 1984

²⁶⁶ Vgl. Barney 1991, S. 101

²⁶⁷ Vgl. Barney 1995, S. 56

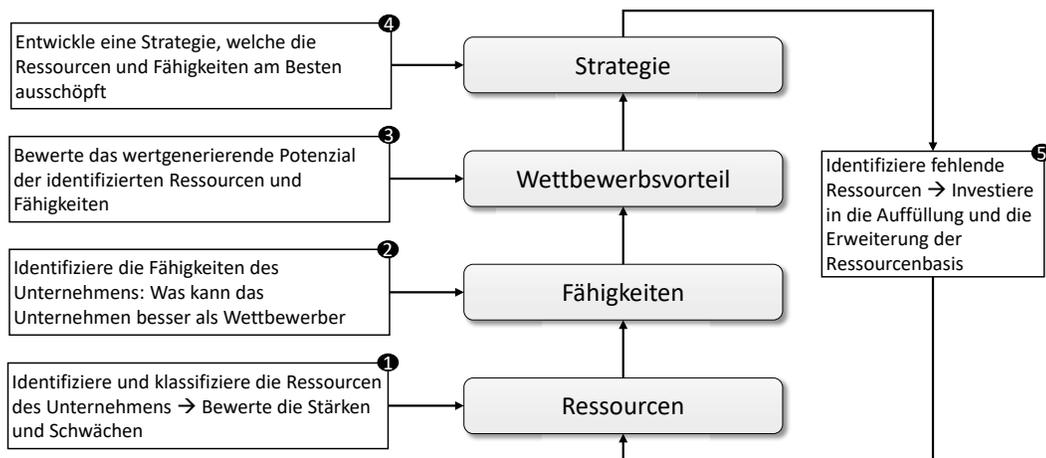


Abbildung 3-11: Fünf Schritte des ressourcenbasierten Ansatzes nach GRANT²⁶⁸

Anhand von fünf Schritten wird der Verlauf von der Identifizierung von Ressourcen bis zu der Auswahl der Strategie erklärt. GRANT erläutert hierbei auch die Begrifflichkeiten Ressourcen und Fähigkeiten, indem er das Zusammenspiel zwischen beiden darstellt. Ressourcen sind der Input für die Wertgenerierung. Sie stellen einzeln jedoch keinen Wertbeitrag dar, sondern müssen durch geeignete Fähigkeiten miteinander verbunden und aggregiert werden.²⁶⁹

Die Veränderungsdynamik von Unternehmen und der Umwelt wird in den bisher beschriebenen Theoriebausteinen des ressourcenbasierten Ansatzes nur unzureichend aufgegriffen. Der *Dynamic Capabilities* Ansatz erklärt, wie Unternehmen Wettbewerbsvorteile erreichen und verteidigen, obwohl sie sich in einem stark dynamischen Umfeld bewegen. *Dynamic Capabilities* beschreiben also Fähigkeiten der Adaption, Integration und Neukombination von internen mit externen organisatorischen Fähigkeiten, Ressourcen und Kompetenzen im Kontext wechselnder Umweltbedingungen.²⁷⁰

3.4.2 Anwendung im Kontext Neuproduktentwicklung

Der ressourcenbasierte Ansatz wird vor allem in der Erfolgsfaktorenforschung häufig als theoretischer Bezugsrahmen referenziert. Hierbei wird die Grundidee an den jeweiligen Untersuchungsgegenstand angepasst. Anstatt wesentliche Determinanten zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit zu identifizieren, werden Einflussfaktoren für den Entwicklungs- und Projekterfolg ermittelt.

²⁶⁸ Vgl. Grant 1991, S. 115

²⁶⁹ Vgl. Grant 1991, S. 116

²⁷⁰ Vgl. Teece und Pisano 1994, S. 538

KLEINSCHMIDT ET AL. beziehen sich in ihrer Studie auf den ressourcenbasierten Ansatz, indem sie als Forschungsmodell ein Drei-Ebenen-Modell, bestehend aus den organisatorischen Ressourcen, den Fähigkeiten für Neuproduktentwicklungen und der Ergebnis- bzw. Leistungsebene, verwenden.²⁷¹ *DE BRETANI ET AL.* modellieren Neuentwicklungsprogramme ebenfalls mit einem Drei-Ebenen-Modell. Die erste Ebene stellt die Verhaltensumgebung der Organisation in Form der Innovationskultur und der Management Unterstützung dar. Die zweite Ebene bezieht sich auf die globale Strategie für die Neuproduktentwicklung, während die dritte Ebene wieder die Ergebnis- bzw. Leistungsebene darstellt.²⁷² *REID & BRADY* greifen diesen Ansatz ebenfalls auf und erweitern in ihrem Forschungsmodell den Umfang der jeweiligen Ebenen. Die Befähiger-Ebene wird durch die organisatorische Ebene der Neuproduktentwicklung definiert. Sie umfasst daher Aspekte wie die Strategie, Organisation und Kultur. In Anlehnung an den ressourcenbasierten Ansatz repräsentiert der Entwicklungsprozess der Neuproduktentwicklungen die Fähigkeiten der Organisation. Der *Stage-Gate* Ansatz von *COOPER* bildet für diese Ebene den theoretischen Ansatzpunkt zur Identifizierung geeigneter Faktoren.²⁷³

Es lässt sich zusammenfassen, dass der ressourcenbasierte Ansatz die Modellierung eines Forschungsmodells im Rahmen der Neuproduktentwicklung unterstützt. Speziell für die Prüfung von Mediationseffekten bildet der ressourcenbasierte Ansatz einen entscheidenden Vorteil. Die inhaltliche Ausgestaltung der drei Ebenen hängt stark vom Forschungskontext ab. Abbildung 3-12 gibt einen Überblick über mögliche Inhalte der drei Ebenen.

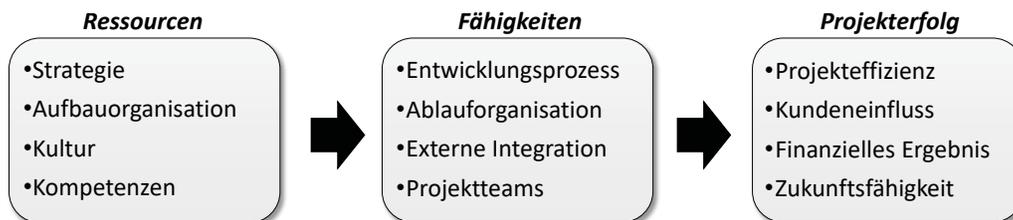


Abbildung 3-12: Ressourcenbasierte Ansatz in der Erfolgsfaktorenforschung²⁷⁴

²⁷¹ Vgl. Kleinschmidt et al. 2007, S. 422

²⁷² Vgl. Brentani et al. 2010, S. 146

²⁷³ Vgl. Reid und Brady 2012, S. 263

²⁷⁴ In Anlehnung an die Ergebnisse von Brentani und Kleinschmidt 2015. Die inhaltliche Beschreibung der Ebenen erfolgte zusätzlich durch die Ergebnisse der beschriebenen Erfolgsfaktorstudien

3.5 Zwischenfazit

Die Behandlung der unterschiedlichen Theorien in den vorherigen Abschnitten erlaubt im nächsten Schritt die Entwicklung eines konzeptionellen Entwurfs für das Bewertungsmodell. Jede beschriebene Theorie besitzt einen zusätzlichen Erklärungsgehalt und alle sind im Konglomerat miteinander vereinbar.

Der ressourcenbasierte Ansatz beschäftigt sich mit der Bedeutung von Ressourcen für das Unternehmen. Es lässt sich zunächst feststellen, dass der Erfolg von Neuentwicklungsprojekten in einem großen Ausmaß von den Ressourcen und Fähigkeiten der Organisation abhängt. Das von *GRANT* postulierte Framework mit der inhaltlichen Differenzierung zwischen Ressourcen und Fähigkeiten eignet sich zur Strukturierung des theoretischen Forschungsmodells.²⁷⁵ Ressourcen sind im Kontext der Erfolgsfaktorenforschung längerfristige, im Hintergrund agierende und formende Faktoren. Im Gegensatz dazu sind Fähigkeiten schneller zu beeinflussende und ausführende Faktoren. Somit wird ein medierender Effekt hypothetisiert.

Der Kontingenzansatz besagt, dass sich Unternehmen an ihre Rahmenbedingungen anpassen müssen, um wirtschaftlich erfolgreich zu sein. Die Kontextfaktoren lassen sich zusammenfassend im Umfeld von Entwicklungsprojekten anhand der übergeordneten Begriffe Komplexität und Unsicherheit beschreiben. Jedoch gibt es für die Begrifflichkeiten keine einheitliche Definition. Im Zuge der Entwicklung wurden immer weitere Dimensionen zur Beschreibung der Komplexität und Unsicherheit gebildet. Die Zahl der potenziellen Kontextfaktoren steigt dabei an. Aktuelle Studien stehen vor der Herausforderung, die für ihre Zielsetzung möglichst relevanten Kontextfaktoren zu identifizieren. Studien zeigen, dass nur mit einer geringen Anzahl an Kontextfaktoren signifikante Unterscheidungen bei der Prognose von Handlungsempfehlungen realisierbar sind. Vor der Modellierung und Analyse der Interaktionseffekte muss jedoch geklärt werden, welche Ausprägungsform des Fit-Konzeptes vorliegt. Auf Basis dieser Erkenntnis sind die passenden statistischen Analysemethoden auszuwählen. Die Kontingenztheorie findet vor allem im Rahmen der Erfolgsfaktorenforschung ihre Anwendung. Bezüglich der Ausprägungsform des Fit-Konzeptes stehen die Formen Fit als Mediation und Fit als Moderation im Mittelpunkt.²⁷⁶

Der Paradigmenwechsel in der allgemeinen Systemtheorie, mit dem Wechsel von der Kybernetik erster Ordnung (*Hard Systems*) zu der Kybernetik zweiter Ordnung (*Soft Systems*), verdeutlicht die Entwicklung der Systemtheorie. Die dynamischen Eigenschaften

²⁷⁵ Vgl. Abbildung 3-11, S. 50

²⁷⁶ Vgl. Abbildung 3-6, S. 43

von Systemen mit aufschaukelnden Prozessen müssen dementsprechend auch im Rahmen der Produktentwicklung berücksichtigt werden. Die Systemtechnik stellt einen Ansatz zur Beherrschung dieser Herausforderung dar. Zum einen kann mit den beschriebenen Systemtypen das System Produktentwicklung ganzheitlich modelliert werden. Die unterschiedlichen Systemtypen dienen als erste Eingangsgröße zur Bildung einer passenden Systemstruktur für das Bewertungsmodell. Zum anderen bilden die Methoden und Werkzeuge hinter dem Prinzip des vernetzten Denkens die Basis zur Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen den Systemelementen. Besonders die Netzwerkanalyse stellt eine geeignete Methode zur Analyse der Wechselwirkungen dar. Anstatt ausschließlich auf lineare Abhängigkeiten zwischen Erfolgsfaktoren und den Ergebnisgrößen zu setzen, können mit Hilfe der Netzwerkanalyse aufschaukelnde Abhängigkeiten berücksichtigt werden.

4 Konzeptioneller Entwurf des Bewertungsmodells

Dieses Kapitel ist das Letzte innerhalb des theoretischen Teils und stellt somit die Konsolidierung der vorherigen Erkenntnisse dar. Die Entwicklung eines Konzeptes zur Bewertung der Produktentwicklung hinsichtlich der Dimensionen Effektivität und Effizienz ist das Ziel dieses Kapitels. Auf Basis der konzeptionellen Grundlagen und des theoretischen Bezugsrahmens wird im Folgenden ein Ansatz entwickelt, der den Gestaltungsrahmen für die empirische Validierung bildet. Nach einer kurzen Erläuterung des Ansatzes werden die einzelnen Schritte der Methodik zur Entwicklung des Bewertungsmodells beschrieben. Der Schwerpunkt liegt bei der Ermittlung der Einflussgrößen. Anhand einer strukturierten Inhaltsanalyse werden relevante Studien auf kritische Erfolgsfaktoren untersucht.

4.1 Ansatz und grundlegende Überlegungen

Bevor der Ansatz und die grundlegenden Überlegungen dargestellt werden, muss die Zielsetzung des Modells beschrieben werden. Die Anforderungen an das Bewertungsmodell lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Ganzheitlichkeit / Mehrdimensionalität:** Das Modell soll das System Produktentwicklung möglichst ganzheitlich modellieren. Hierbei sind geeignete Dimensionen zu definieren, die dieses Vorhaben unterstützen.
- **Strukturierbarkeit:** Ein wichtiger Schritt bei der Systemgestaltung ist die Beschreibung einer geeigneten Systemstruktur.
- **Darstellung wechselseitiger Abhängigkeiten:** Die Wirkbeziehungen zwischen den Systemelementen sollen dargestellt werden. Darüber hinaus soll erörtert werden, welche Implikationen sich aus den identifizierten Wirkbeziehungen ergeben.
- **Operationalisierung / Spezifizierung:** Als Ergebnis sollen konkrete Indikatoren als Bewertungsgrößen resultieren. Aus diesem Grund müssen die Systemelemente ausdifferenziert werden, um eine reliable und valide Bewertung zu gewährleisten.
- **Praxisorientierung:** Der praxisrelevante Einsatz des Bewertungsmodells muss gewährleistet sein. Aus diesem Grund ist das Modell iterativ anhand von Fallbeispielen aus der Industrie zu validieren.
- **Anpassungsfähigkeit:** Nach der Kontingenztheorie müssen sich Organisationen an den jeweiligen Kontext anpassen, um erfolgreich zu sein. Diese Anforderungen müssen auch für das Bewertungsmodell gelten.

Gemäß diesen Zielsetzungen und Anforderungen ist ein konzeptionelles Modell zu entwickeln. Die Methodik des Bewertungsmodells orientiert sich an den systemtheoretischen Prinzipien zur ganzheitlichen Problemlösung.²⁷⁷ In Abbildung 4-1 sind die fünf Schritte zur Entwicklung des Bewertungsmodells abgebildet.

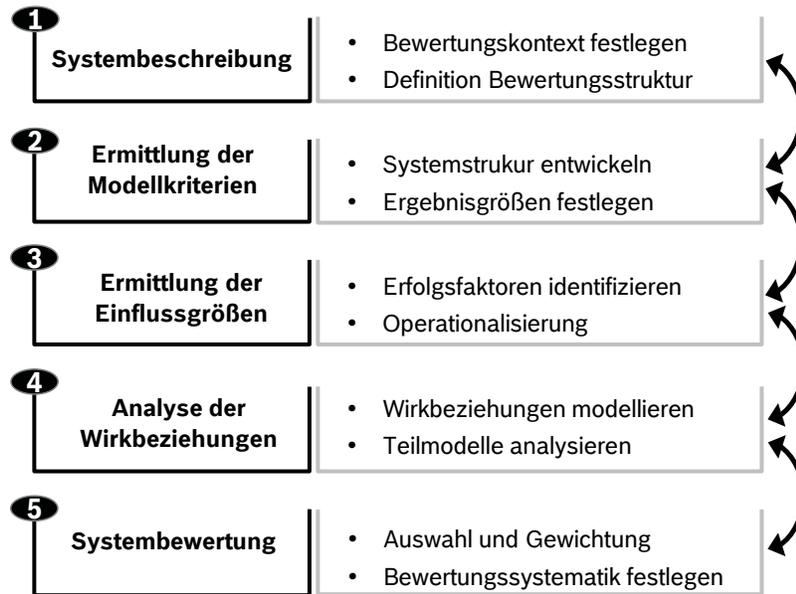


Abbildung 4-1: Methodik zur Entwicklung des Bewertungsmodells²⁷⁸

Im ersten Schritt wird zunächst der Bewertungskontext definiert. Darüber hinaus sind die Bestandteile des Bewertungsmodells zu definieren. Aufbauend auf einer Systemstruktur mit definierten Ergebnisgrößen werden die Einflussgrößen ermittelt. Anschließend können die Wirkbeziehungen zwischen den Einflussgrößen ermittelt werden. Mit Hilfe unterschiedlicher systemtechnischer und kausalanalytischer Methoden kann das Verhalten einzelner Teilsysteme modelliert werden. Im letzten Schritt erfolgt die Systembewertung als begleitendes Werkzeug. Wichtig ist hierbei, dass einzelne Schritte der Bewertungsmethodik mehrfach durchlaufen werden können. Mit zunehmender Informationsbasis mittels empirischer Studien ist somit ein iteratives Anpassen des Modells möglich. In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Schritte zur Entwicklung des Bewertungsmodells im Detail beschrieben.

²⁷⁷ Vgl. Vester 2002, Gomez und Probst 1997, Daenzer und Haberfellner 2002

²⁷⁸ Eigene Darstellung

4.2 Systembeschreibung

Die Systembeschreibung definiert den Bewertungskontext und legt die Bestandteile eines Bewertungsmodells fest. Der Bewertungskontext lässt sich am besten mit dem Forschungs- und Entwicklungssystem von *BROWN & SVENSON* beschreiben. Abbildung 4-2 stellt eine vereinfachte Form des Modells grafisch dar.

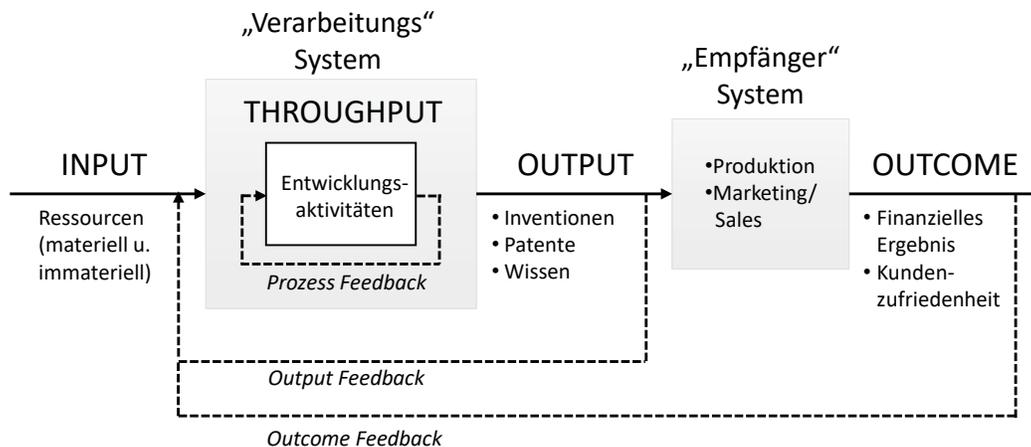


Abbildung 4-2: Die Produktentwicklung als System²⁷⁹

Die Aktivitäten einer Neuproduktentwicklung werden anhand des Verarbeitungssystems (THROUGHPUT) dargestellt. Die Eingangsgröße (INPUT) ist der Ressourceneinsatz (materiell und immateriell) wie zum Beispiel das Entwicklungsteam und die Versuchsstände. Typische Vertreter der Ausgangsgrößen (OUTPUT) sind Inventionen, Patente oder neu generiertes Wissen. Nutzer dieser Größen werden durch das Empfänger System dargestellt. Dies können interne Kunden wie zum Beispiel die Fertigung oder das Marketing und der Vertrieb sowie auch externe Nutzer sein.²⁸⁰ Folgegrößen (OUTCOME) stellen die Leistungen bzw. Errungenschaften für die Organisation dar. Sie entstehen, wenn die Empfänger die Ausgangsgrößen (OUTPUT) verarbeiten.

Der Fokus des Bewertungsmodells liegt auf der Identifizierung geeigneter Frühindikatoren. Bezogen auf das Modell von *BROWN & SVENSON* stellen die Frühindikatoren die Eingangs- und Verarbeitungsgrößen (INPUT & THROUGHPUT) dar. Zur Validierung dieser Indikatoren muss jedoch der Bezug zu den Spätindikatoren hergestellt werden. Aus diesem Grund umfasst das Bewertungsmodell das komplette Referenzsystem von

²⁷⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Brown und Svenson 1998, S. 31

²⁸⁰ Vgl. ebd.

den Eingangsgrößen (INPUT) bis zu den Folgegrößen (OUTCOME) des Empfängersystems.

Die Bausteine eines Bewertungsmodells wurden im Grundlagenteil der Arbeit beschrieben.²⁸¹ Die Hauptelemente sind dabei die Systemgestaltung und die Entwicklung geeigneter Bewertungsgrößen. Diese Elemente müssen miteinander verknüpft sein, um eine konsistente inhaltliche Stringenz von der Zielsetzung bis zu den einzelnen Indikatoren zu erreichen. Abbildung 4-3 zeigt die Elemente des Bewertungsmodells. Hierbei wird deutlich, dass die eigentliche Entwicklung der Bewertungsgrößen der letzte Schritt ist.

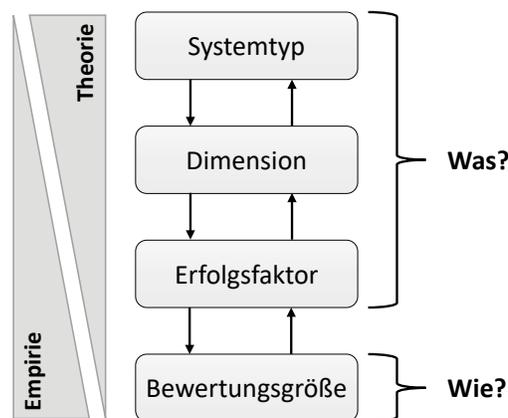


Abbildung 4-3: Elemente des Bewertungsmodells²⁸²

Die Systemgestaltung, die durch die Ebenen Systemtyp, Dimension und Erfolgsfaktor repräsentiert wird, stellt eine Erweiterung bisheriger Ansätze dar. Durch diesen Schritt kann die Lücke zwischen der Definition der Leistungsparameter und der Bewertungsgrößen geschlossen werden. Die theoretische Ebene bildet das Fundament, während bei zunehmendem Detaillierungsgrad der empirische Aspekt zunimmt.

4.3 Ermittlung der Modellkriterien

In diesem Schritt geht es um die Ableitung der Modellkriterien mit dem Fokus auf den Eingangs- und Verarbeitungsgrößen (INPUT & THROUGHPUT). Hierbei ist nach den abgeleiteten Anforderungen darauf zu achten, dass das System Produktentwicklung

²⁸¹ Vgl. Kapitel 2.2, S. 19 ff.

²⁸² Eigene Darstellung

ganzheitlich beschrieben wird.²⁸³ Abbildung 4-4 zeigt die Systemstruktur des Bewertungsmodells sowie die definierten Ergebnisgrößen, die im Folgenden im Detail erläutert werden.

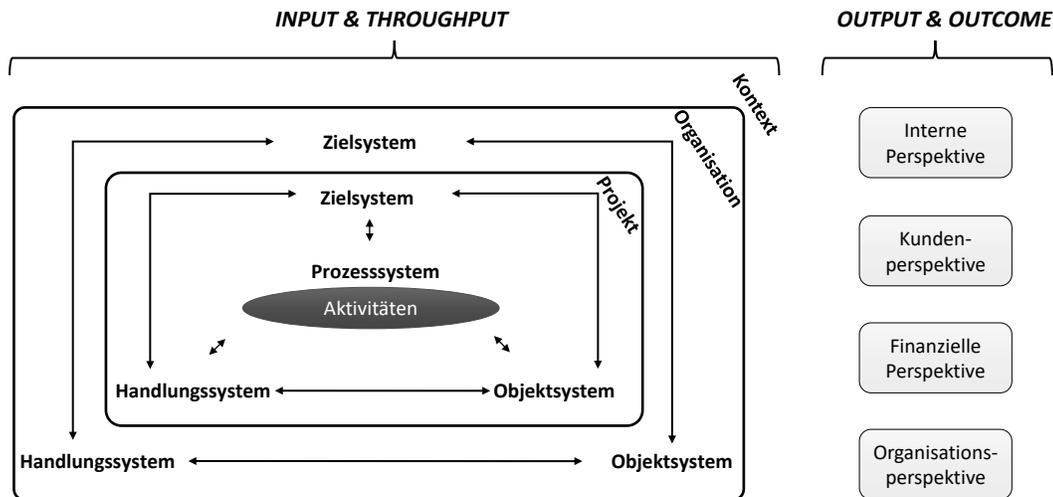


Abbildung 4-4: Architektur des Bewertungsmodells²⁸⁴

4.3.1 Systemstruktur Input & Throughput

Die zwei Gestaltungsprinzipien Zusammenführung von Aggregationsebenen und Differenzierung nach Systemtypen bilden die Grundlage für die Entwicklung der Systemstruktur. Die Bildung der Aggregationsebenen ist an den ressourcenbasierten Ansatz angelehnt.²⁸⁵ Das von GRANT postulierte Framework mit der inhaltlichen Differenzierung zwischen Ressourcen und Fähigkeiten eignet sich zur Bildung der Aggregationsebenen. Der ressourcenbasierte Ansatz versucht die Erfolgsursachen eines Unternehmens zu erklären und verfolgt damit das sogenannte Erklärungsziel. Hierbei wird explizit zwischen verschiedenen Ebenen hinsichtlich der Wirkungen auf die Leistungsfähigkeit der Organisation unterschieden. Im Falle des ressourcenbasierten Ansatzes wird zwischen zwei Ebenen unterschieden: Ressourcen (*Resources*) und Fähigkeiten (*Capabilities*). Die Ressourcen umfassen die Faktoren mit langfristiger Wirkung, die oftmals auf taktischer Ebene und schwer zu quantifizieren sind. Faktoren aus der Ebene Ressourcen

²⁸³ Vgl. Kapitel 4.1

²⁸⁴ Eigene Darstellung

²⁸⁵ Vgl. Kapitel 3.4, S. 60 ff.

werden anhand einer organisatorischen Perspektive betrachtet. Dahingegen sind Faktoren aus der Ebene *Capabilities* verfolgbarer und prozessorientierter. Zudem sind diese Faktoren dynamischer und somit schneller veränderbar.

FORTUNE & WHITE bauen auf diesem Ansatz auf, da sie zwischen einem ausführenden inneren System und einem ressourcenbereitstellenden äußeren System unterscheiden.²⁸⁶ Diese Logik wird auch für die Systemstruktur des Bewertungsmodells in dieser Arbeit angewandt. Die Projektebene, die spezifische Elemente eines Entwicklungsprojektes darstellt, bildet den Kern des Bewertungsmodells. Da jedes Projekt in einen organisatorischen Kontext eingebettet ist, umfasst das Bewertungsmodell noch eine organisatorische Ebene. Diese kann als Befähiger-Ebene, welche die Umsetzung der Entwicklungsprojekte bestmöglich unterstützen soll, angesehen werden. Zur Einbeziehung der Kontingenztheorie wird das Modell noch um die Kontext-Ebene erweitert. Diese Ebene stellt die äußere Hülle dar und kann somit nicht direkt beeinflusst werden. Nach dem Fit-Konzept des Gestaltansatzes existieren zahlreiche Wechselbeziehungen zwischen der Systemumwelt und dem betrachteten System. Diese müssen verstanden, modelliert und berücksichtigt werden, um eine Synthese der interagierenden Ebene zu gewährleisten.

Neben der Unterscheidung unterschiedlicher Ebenen ist die Differenzierung nach Systemtypen ein weiteres wichtiges Gestaltungsprinzip. Als Fundament dienen die Systemtypen der Systemtechnik, da dadurch speziell der Aspekt der ganzheitlichen Modellierung berücksichtigt wird. Als Erweiterung des ZHO-Modells wird das ZOPH-Modell von *NEGELE ET AL.* mit der Trennung zwischen Ziel-, Handlungs-, Prozess- und Objektsystem für das Bewertungsmodell herangezogen.²⁸⁷ Besonders bei der Synthese der beiden Gestaltungsprinzipien hat die Trennung zwischen Handlungs- und Prozesssystem einen Vorteil. Die organisatorische Ebene wird durch ein Ziel-, Handlungs- und Objektsystem beschrieben. Nach der bereits genannten Logik, dass Projekte in einer Organisation eingebettet sind, wird die Projektebene als Prozesssystem der organisatorischen Ebene modelliert. Die Projektebene besteht ebenfalls aus den vier genannten Systemtypen. Zusammenfassend ergibt die Synthese der zwei Gestaltungsprinzipien eine Systemstruktur für die Eingangs- und Verarbeitungsgrößen (INPUT & THROUGHPUT), die aus drei Ebenen und sieben Systemtypen besteht. Die Struktur zu den Ergebnisgrößen wird im folgenden Abschnitt erläutert.

²⁸⁶ Vgl. Fortune und White 2006

²⁸⁷ Vgl. Abbildung 3-4, S. 54

4.3.2 Systemstruktur Output & Outcome

Wie bereits in Kapitel 2.2.1 beschrieben, existieren keine einheitlichen Definitionen zu den Ergebnisgrößen Effektivität und Effizienz.²⁸⁸ Dementsprechend ist eine Operationalisierung gemäß dem Untersuchungsgegenstand vorzunehmen. In Anlehnung an das Modell von *BROWN & SVENSON* sollen die Ergebnisgrößen die Ausgangsgrößen (OUTPUT) und die Folgegrößen (OUTCOME) eines Entwicklungsprojektes beschreiben.²⁸⁹

Bezogen auf die Erfolgsfaktorenforschung wird häufig das Framework von *SHENAR ET AL.* referenziert.²⁹⁰ Sie entwickelten ein Framework für den Projekterfolg, das über die klassischen Projektmanagementkenngrößen (Zeit, Kosten und Qualität) hinausgeht. Wesentliches Gestaltungsprinzip war, dass es neben den kurzfristigen Zielen auch langfristige Ziele mit einem höheren strategischen Bezug gibt.²⁹¹ Insgesamt enthält das Framework vier Leistungsdimensionen, die wie folgt lauten: Projekteffizienz, Einfluss auf den Kunden, Geschäftserfolg und Zukunftsvorbereitung.²⁹² Dieses Framework steht in Einklang mit der *Balanced Scorecard* Systematik. Die erfolgreiche Anwendung im Rahmen der Produktentwicklung wurde bereits in Kapitel 2.2.4.2 erläutert.²⁹³ In beiden Frameworks werden vier Dimensionen beschrieben, die den Leistungsbegriff in Form von Effektivität und Effizienz umfassend beschreiben. Mit Hilfe dieser Leistungsdimensionen ist dann eine entsprechende Operationalisierung möglich. Hierbei sollte darauf geachtet werden, dass die gebildeten Spätindikatoren in Form der Ergebnisgrößen gleichmäßig über alle vier Dimensionen verteilt sind. In Abbildung 4-5 sind die vier Dimensionen mit beispielhaften Ergebnisgrößen dargestellt.

²⁸⁸ Vgl. Kapitel 2.2.1, S. 26 ff.

²⁸⁹ Vgl. Abbildung 4-2, S. 63

²⁹⁰ Vgl. Shenhar et al. 2001

²⁹¹ Vgl. ebd.

²⁹² Im Englischen: project efficiency, impact on the customer, Business success und preparing for the future

²⁹³ Vgl. Kapitel 2.2.4.2, S. 24 ff.

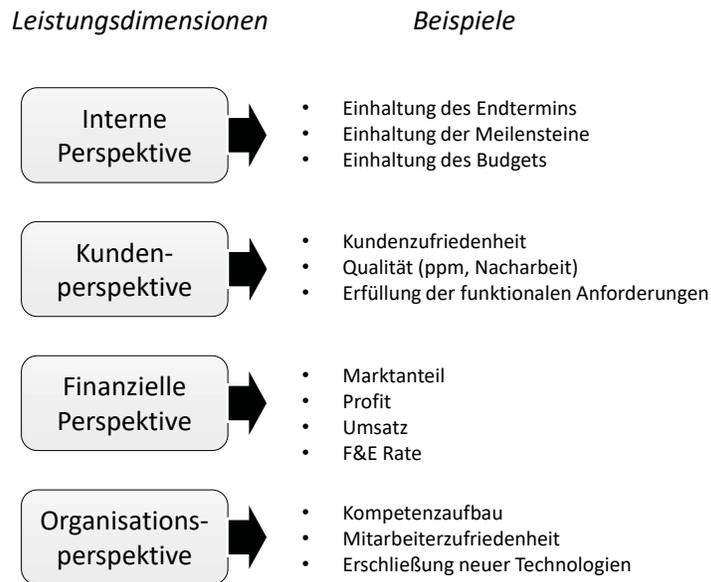


Abbildung 4-5: Leistungsdimensionen mit Ergebnisgrößen²⁹⁴

4.4 Ermittlung der Einflussgrößen

Nachdem eine initiale Systemstruktur und die relevanten Ergebnisgrößen definiert wurden, steht im nächsten Schritt die Ermittlung der Einflussgrößen im Fokus. Die Inhalte bei der Ermittlung relevanter Einflussgrößen basieren auf der Veröffentlichung von *PFLAUM & WEISSENBERGER-EIBL*.²⁹⁵ Diese wurde im Rahmen der ICE/IEEE International Technology Management Conference in Trondheim vorgestellt.

4.4.1 Vorgehen und Methodik

Als Grundlage für die Entwicklung von Einflussgrößen dienten die Ergebnisse der Erfolgsfaktorenforschung im Bereich *New Product Development*. Die Suche nach relevanten Studien erfolgte zunächst anhand einer Datenbankrecherche (SCOPUS und Google Scholar). Die Verwendung von logisch verknüpften Suchwörtern unterstützte den Selektionsprozess. Der Suchstring setzte sich aus drei Teilkriterien zusammen:²⁹⁶

²⁹⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an Shenhar et al. 2001, S. 712

²⁹⁵ Vgl. Pflaum und Weissenberger-Eibl 2016a

²⁹⁶ Die Suchbegriffe für die empirische Anwendung sind an Eckhard 2009, S. 34 angelehnt

- Fokussierung auf den Forschungsstrang Neuproduktentwicklung ("product development" OR NPD OR engineering OR project)
- Fokussierung auf das Themengebiet Erfolgsfaktoren (success OR performance OR enablers OR indicators OR determinants OR antecedents)
- Fokussierung auf eine empirische Anwendung (empirical* OR analysis* OR result* OR data* OR statistical* OR evidence OR finding*)

Weiterhin wurden die Literaturverzeichnisse von bereits identifizierten Erfolgsfaktorstudien nach potenziell zusätzlichen Quellen untersucht. Um eine heterogene und umfangreiche Datengrundlage zu erhalten, eigneten sich folgende Punkte als Selektionskriterien:

- Die Studien sollen ein breites Spektrum an potenziellen Erfolgsfaktoren untersuchen. Studien, die sich auf einzelne Erfolgsfaktoren konzentrieren und diese von unterschiedlichen Sichtweisen beleuchten, sind nicht im Fokus und werden daher nicht berücksichtigt.
- Die Studien müssen sich im Hinblick auf den Untersuchungsgegenstand voneinander unterscheiden. Eine reine Replikation bereits identifizierter Erfolgsfaktoren ist nicht ausreichend. Dementsprechend sollten auch die jeweiligen Autoren unterschiedlich sein.²⁹⁷
- Es muss ein quantitativer Bezug zwischen den Erfolgsfaktoren als unabhängige Variablen und dem Projekt- bzw. Organisationserfolg hergestellt werden. Darüber hinaus sollte die quantitative Validierung auf Basis einer repräsentativen Stichprobe erfolgen.

Insgesamt konnten nach diesem Verfahren 20 Studien identifiziert werden. Tabelle 4-1 gibt einen Überblick über die ausgewählten Studien.

²⁹⁷ Ein gutes Beispiel hierfür sind die zahlreichen Veröffentlichungen von Cooper. Nach den oben genannten Selektionskriterien wurde daher nur eine Studie von Cooper in der Auswertung berücksichtigt.

Tabelle 4-1: Überblick über die ausgewählten Erfolgsfaktorstudien

Quelle	Titel	Ref.
(Cooper und Kleinschmidt 2007)	Winning businesses in product development: The critical success factors	[1]
(Barczak und Kahn 2012)	Identifying new product development best practice	[2]
(Chen et al. 2010)	Understanding antecedents of new product development speed. A meta-analysis	[3]
(Ernst 2002)	Success factors of new product development: a review of the empirical literature	[4]
(Fortune und White 2006)	Framing of project critical success factors by a systems model	[5]
(Griffin 1997)	PDMA research on new product development practices: updating trends and benchmarking best practices	[6]
(Hoppmann et al. 2011)	A framework for organizing lean product development	[7]
(Lynn et al. 1999)	Key factors in increasing speed to market and improving new product success rates	[8]
(Montoya-Weiss und Calantone 1994)	Determinants of new product performance: a review and meta-analysis	[9]
(Nicholas et al. 2011)	New product development best practice in SME and large organisations: theory vs practice	[10]
(Oppenheim et al. 2011)	Lean enablers for systems engineering	[11]
(Reid und Brady 2012)	Improving firm performance through NPD. The role of market orientation, NPD orientation and the NPD process	[12]
(Schilling und Hill 1998)	Managing the new product development process: Strategic imperatives	[13]
(Siyam et al. 2015)	Review of Value and Lean in Complex Product Development	[14]
(Balachandra und Friar 1997)	Factors for Success in R&D Projects and New Product Innovation: A Contextual Framework	[15]
(Tang et al. 2005)	Enabling factors in successful product development	[16]
(Song und Noh 2006)	Best new product development and management practices in the Korean high-tech industry	[17]
(Akroush 2011)	An empirical model of new product development process: phases, antecedents and consequences	[18]
(Lester 1998)	Critical success factors for new product development	[19]
(Cormican und O'Sullivan 2004)	Auditing best practice for effective product innovation management	[20]

Die Gruppierung und Konsolidierung der Studien erfolgte mit Hilfe einer qualitativen Analyse. Bereits etablierte Dimensionen vergangener Studien dienten als Eingangsgrößen zur Grobclusterung. Erfolgsfaktorstudien von *COOPER & KLEINSCHMIDT*, *MONTOYA WEISS & CALANTONE* und *BARCZAK & KAHN* sind häufig referenzierte Studien, die Determinanten für die Neuproduktentwicklung auf Unternehmensebene bestimmten.²⁹⁸ Das Ziel des ersten Analysedurchlaufs war es, alle identifizierten Erfolgsfaktoren der 20 Studien jeweils einer Dimension zuzuordnen. Während des Gruppierungsprozesses konnte die Zusammenstellung der Dimensionen angepasst werden. Im Anschluss an den ersten Analysedurchlauf wurden die Erfolgsfaktoren innerhalb einer Dimension analysiert und, wenn inhaltlich sinnvoll, Kategorien zur weiteren Differenzierung gebildet.

²⁹⁸ Vgl. Cooper und Kleinschmidt 2007, Montoya-Weiss und Calantone 1994, Barczak und Kahn 2012

4.4.2 Ergebnisse

Die Sammlung an Erfolgsfaktoren konnte vollständig mit Hilfe von neun Dimensionen und 20 Kategorien geclustert werden. Das Ergebnis der qualitativen Analyse der Erfolgsfaktorstudien ist in Tabelle 4-2 dargestellt. Dabei wurde speziell auf eine Gewichtung der unterschiedlichen Kategorien verzichtet. Die Heterogenität der Studien hinsichtlich des Untersuchungsbereichs und der Wahl der Leistungsgrößen verhindern eine inhaltlich valide Priorisierung. Im Folgenden sind die identifizierten Kategorien übersichtlich beschrieben.

Tabelle 4-2: Ergebnisse der Inhaltsanalyse

Dimension	Kategorie	Referenz
Strategie	Strategische Ausrichtung	[1, 2, 4, 6, 10, 12, 13, 15-17, 19, 20]
	Projektportfolio	[1, 2, 4, 6, 10, 13,15, 17, 19, 20]
Organisation	Interne Integration	[1, 3-6, 9, 11, 12, 19]
	Kommunikation & Wissensmanagement	[1, 3-5, 7-12, 15, 16, 19, 20]
	Projektübergreifendes Ressourcenmanagement	[1, 3, 3-6, 8, 11, 13-15, 19]
Methoden & Tools	Methoden & Tools für die Entwicklung & Projektmanagement	[11, 13, 14, 16, 20]
Mensch	Kompetenzen & Fähigkeiten	[1, 3-8, 12-17, 19, 20]
	Teamzusammensetzung	[1-6, 8, 10-13, 15, 17-20]
Kultur & Mindset	Motivation & Arbeitsumgebung	[1, 4, 6, 8, 10, 14-16, 19, 20]
Führung	Top Management Unterstützung	[1, 3-6, 8-10, 12, 15, 17-20]
Entwicklungsprozess	Frühzeitige Risikoreduzierung	[1, 4, 6, 9, 11, 12, 14, 15, 17-20]
	Produktkonzept & Business Case	[1, 4, 5, 9, 14, 15, 17-20]
	Aufgabengerechte Prozessgestaltung	[1-4, 6, 10, 11, 14, 16, 20]
	Änderungsmanagement	[1-5, 7, 13, 14, 20]
Kunde & Zulieferer	Kundenintegration	[1-6, 10-20]
	Zuliefererintegration	[3, 5-7, 11, 13, 16, 20]
Arbeitsstil	Transparenz	[1, 3-6, 8, 11, 13-15, 19]
	Entscheidungsfindung	[1, 3-6, 11, 19, 20]
	Feedbackschleifen	[3, 7, 11, 14, 15]
	Kontinuierlicher Arbeitsfluss	[7, 10, 11, 14, 16, 19]

Strategie - diese Dimension wird durch die Kategorien strategische Ausrichtung und Projektportfolio beschrieben. Demnach benötigen Unternehmen, deren technologische Ausrichtung am Markt abgeleitet wird, einen klaren strategischen Fokus.²⁹⁹ Diese Zielsetzung muss in Einklang mit dem Projektportfolio sein. Ein ausgewogenes Projektportfolio bestehend aus einer Mischung von inkrementellen und radikalen Produkten sichert das heutige und zukünftige Geschäft.³⁰⁰

²⁹⁹ Vgl. Cooper und Kleinschmidt 2007, S. 57

³⁰⁰ Vgl. Schilling und Hill 1998

Organisation - ein Bestandteil dieser Dimension ist die Interne Integration. Erfolgsfaktoren in dieser Kategorie beziehen sich auf die organisatorische Aufstellung des Unternehmens. Die Koordination und Kooperation zwischen verschiedenen Funktionseinheiten im Rahmen der Produktentwicklung ist dabei ein wesentlicher Stellhebel.³⁰¹ Weiterhin sollten die wertgenerierenden Tätigkeiten im Fokus stehen und durch die vorliegende Organisationsstruktur bestmöglich unterstützt werden.³⁰² Darüber hinaus wird die Dimension durch die Kategorie Kommunikation & Wissensmanagement beschrieben. Erfolgsfaktor innerhalb eines Projektes ist hierbei eine hohe Kommunikationsdichte. Aus projektübergreifender Sichtweise sollte die Organisation eine Vernetzung von global verteiltem Wissen ermöglichen, so dass Wissen ohne Probleme zwischen den Entwicklungsprojekten geteilt werden kann.³⁰³ Als dritte Kategorie wird in vielen Studien die Ressourcenbereitstellung in Form eines projektübergreifenden Ressourcenmanagements genannt. Da sich in einer Multiprojektlandschaft die Projekte zeitlich überlappen, konkurrieren sie oftmals um die gleichen Ressourcen (finanziell, materiell & Mitarbeiter). Aus diesem Grund muss die Ressourcenallokation aktiv gestaltet werden.³⁰⁴ Die Ressourcenauslastung ist regelmäßig zu überprüfen und aufkommende Ressourcenkonflikte sind zielführend im Sinne des Gesamtoptimums der Organisation zu beheben.³⁰⁵

Methoden & Tools - umfassen die Methoden & Werkzeuglandschaft für das Projektmanagement sowie die inhaltliche Arbeit beim Entwickeln und Konstruieren. Eine passende Methoden- & Werkzeuglandschaft, die den Entwicklungsprozess bestmöglich unterstützt, wird in der Literatur als wesentlicher Erfolgsfaktor genannt.³⁰⁶ Zudem ist darauf zu achten, dass die Methoden & Werkzeuglandschaft unter Berücksichtigung der Quantität und Komplexität beherrschbar bleibt.³⁰⁷

Mensch - Diese Dimension wird anhand der beiden Kategorien Kompetenzen & Fähigkeiten und Teamzusammensetzung beschrieben. Kompetenzen & Fähigkeiten werden sehr facettenreich in den ausgewählten Studien beschrieben. Eine gesunde Mischung

³⁰¹ Vgl. Chen et al. 2010, S. 19

³⁰² Vgl. Oppenheim et al. 2011, S. 16

³⁰³ Vgl. Nicholas et al. 2011, S. 236, Weissenberger-Eibl 2000, S. 170

³⁰⁴ Vgl. Cooper und Kleinschmidt 2007, S. 57

³⁰⁵ Vgl. Siyam et al. 2015, S. 200, Nicholas et al. 2011, S. 237

³⁰⁶ Vgl. Schilling und Hill 1998, S. 76

³⁰⁷ Vgl. Siyam et al. 2015, S. 200

zwischen Generalisten und Experten sowie Führungskompetenzen von Projekt- und Linienverantwortlichen werden häufig genannt.³⁰⁸ Erfolgsfaktoren bezogen auf die Teamzusammensetzung fokussieren sich auf die Crossfunktionalität und die Projektorganisation.³⁰⁹

Kultur & Mindset - beschreibt unter anderem die Rahmenbedingungen der Organisation im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeitskultur. Einige Studien sehen den Erfolgsfaktor organisatorisches Lernen als Stellhebel.³¹⁰ Vertrauen und Motivation werden zudem als Erfolgsfaktor für das Zusammenarbeiten im Entwicklungsprojekt genannt.³¹¹

Führung - die Unterstützung des (Top) Managements wird in zahlreichen Erfolgsfaktorstudien als zentraler Erfolgsfaktor gesehen. Die Unterstützung zeigt sich in der Ressourcenerbereitstellung sowie in der Entscheidungsunterstützung und Priorisierung.³¹²

Entwicklungsprozess - als eine der größten Dimensionen umfasst diese alle Erfolgsfaktoren bezüglich des Entwicklungsprozesses. Schwerpunkte liegen bei den Kategorien frühzeitige Risikoreduzierung, Produktkonzept & Business Case, aufgabengerechte Prozessgestaltung und Anpassungsfähigkeit. Ein fundiertes Produktkonzept mit einem Business Case, welches das Zielsystem hinsichtlich der Marktfähigkeit und Machbarkeit beschreibt, bildet die Grundlage für die weiteren Schritte innerhalb des Entwicklungsprozesses.³¹³ Die frühzeitige Abwicklung wichtiger Design- und Implementierungsaktivitäten reduziert Projektunsicherheiten und erhöht die Planungssicherheit.³¹⁴ Darüber hinaus sollte die vorliegende Prozesslandschaft als Leitplanke verstanden werden. Jedes Entwicklungsprojekt ist per Definition individuell und demnach sollte auch die Prozesslandschaft an die jeweilige Entwicklungsaufgabe angepasst werden.³¹⁵ Die Anpassungsfähigkeit als weitere Kategorie bezieht sich auf Erfolgsfaktoren, die einen bestmöglichen Umgang mit Änderungen im Produkt und Projektplan beschreiben.³¹⁶

³⁰⁸ Vgl. Hoppmann et al. 2011, S. 6

³⁰⁹ Vgl. Cooper und Kleinschmidt 2007, S. 57

³¹⁰ Vgl. Barczak und Kahn 2012, S. 297

³¹¹ Vgl. Siyam et al. 2015, S. 200

³¹² Vgl. Griffin 1997, S. 432

³¹³ Vgl. Cooper und Kleinschmidt 2007, S. 57

³¹⁴ Vgl. ebd.

³¹⁵ Vgl. Ernst 2002, S. 8

³¹⁶ Vgl. Fortune und White 2006, S. 55

Kunde & Zulieferer - diese Dimension beschreibt die Einbindung von externen Partnern mit dem Fokus auf den Kunden und Zulieferer. Die Kundenintegration umfasst Erfolgsfaktoren, die eine frühzeitige und kontinuierliche Einbindung der Kunden in das Entwicklungsprojekt beschreiben.³¹⁷ Die Gestaltung der Zusammenarbeit mit den Zulieferern wird als zweite Kategorie häufig von den identifizierten Erfolgsfaktorstudien genannt.³¹⁸

Arbeitsstil - ein Element dieser Dimension ist die Transparenz. Klare Rollen und Verantwortlichkeiten sowie eindeutige Projektziele, die für jeden Mitarbeiter verständlich und auf den jeweiligen Kontext anpassbar sind, werden von den Erfolgsfaktorstudien genannt.³¹⁹ Erfolgsfaktoren innerhalb der Kategorie Entscheidungsfindung heben vor allem die Geschwindigkeit der Entscheidungsprozesse hervor.³²⁰ Eine passende Meetingstruktur zur Überprüfung und Synchronisierung des Arbeitsfortschritts und die Delegation von Verantwortlichkeiten zum Projektteam sind oftmals genannte Hauptdeterminanten.³²¹ Feedbackschleifen stellen die dritte Kategorie dar. Mit Hilfe von Iterationschleifen werden im Rahmen des Entwicklungsprozesses Unsicherheiten reduziert und neue Erkenntnisse gewonnen. Dementsprechend ist es wichtig, Feedbackschleifen proaktiv zu planen, um ungewollte kosten- und zeitintensive Designänderungen zu verhindern.³²² Der kontinuierliche Arbeitsfluss umfasst als letzte Kategorie dieser Dimension alle Erfolgsfaktoren, die sich auf die Ressourcenplanung im Projekt mit dem Fokus auf der Regulierung und Steuerung des Arbeitsflusses beziehen. Anhand dieser Maßnahmen sollen Störungen wie zum Beispiel erhöhtes Multitasking vermieden werden, was letztendlich den Durchsatz erhöhen soll.³²³

4.4.3 Fazit der Literaturrecherche

Anhand einer systematischen Literaturrecherche konnten 20 relevante Erfolgsfaktorstudien identifiziert werden, deren Sammlung an Erfolgsfaktoren mit Hilfe von neun Dimensionen und 20 Kategorien geclustert werden konnte. Das Ergebnis gibt einen Überblick über den Stand der Wissenschaft bezüglich der Erfolgsfaktoren im Rahmen der Neuproduktentwicklung. Die Ergebnisse zeigen, dass es ein hohes Maß an Übereinstimmung zwischen den Studien gibt. Jede Kategorie in Tabelle 4-2 wird in mindestens fünf Studien

³¹⁷ Vgl. Barczak und Kahn 2012, S. 296

³¹⁸ Vgl. Chen et al. 2010, S. 19

³¹⁹ Vgl. Schilling und Hill 1998, S. 76

³²⁰ Vgl. Chen et al. 2010, S. 19

³²¹ Vgl. Fortune und White 2006, S. 56

³²² Vgl. Siyam et al. 2015, S. 200

³²³ Vgl. ebd. , Oppenheim et al. 2011, S. 17

genannt. Bei den meisten Kategorien liegt die Zahl an Referenzen deutlich darüber. Der Abgleich mit der Systemstruktur der Input- und Throughputgrößen in Abschnitt 4.3.1 zeigt, dass alle formenden Systemtypen der organisatorischen Ebene und der Projektebene durch die identifizierten Kategorien adressiert sind.

Bezogen auf die in Abbildung 4-3 beschriebenen Elemente des Bewertungsmodells wird deutlich, dass sich die gebildeten Dimensionen und Kategorien auf die Ebene Systembeschreibung beziehen. Das heißt es wird die Forschungsfrage adressiert, welche Erfolgsfaktoren im soziotechnischen System der Produktentwicklung bewerten werden sollen. Die Frage, wie diese Erfolgsfaktoren zu bewerten sind, ist anhand der Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche nicht hinreichend beantwortbar. Hierzu sind empirische Ergebnisse notwendig, die einzelne Kategorien im Detail beleuchten. Dieser Aspekt wird im empirischen Teil der Arbeit aufgegriffen. Weiterhin hat die durchgeführte systematische Literaturrecherche einen starken konfirmatorischen Charakter. Dies bedeutet, dass die meisten Erfolgsfaktorstudien bereits bekannte Erfolgsdeterminanten hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Projekterfolg untersuchen. Neue, in der wissenschaftlichen Literatur wenig bekannte Erfolgsfaktoren, werden oftmals vernachlässigt. Explorative Studien wie zum Beispiel Experteninterviews stellen einen möglichen Lösungsansatz dar. Aus diesem Grund beginnt der empirische Teil der Arbeit mit Experteninterviews zur Validierung des theoretischen Modells.

4.5 Analyse der Wirkbeziehungen

Nachdem in den vorherigen Schritten die Systemstruktur und die Einflussgrößen ermittelt wurden, sollen in diesem Schritt die Wirkbeziehungen analysiert werden. Bei der Analyse der Wirkbeziehungen sind zwei Aspekte von Bedeutung. Zum einen sind Wirkbeziehungen zwischen den Frühindikatoren von Bedeutung, zum anderen muss der Bezug von den Frühindikatoren zu den Ergebnisgrößen nachgewiesen werden. Abbildung 4-6 skizziert die prinzipiellen Vorgehensweisen für beide Ansätze.

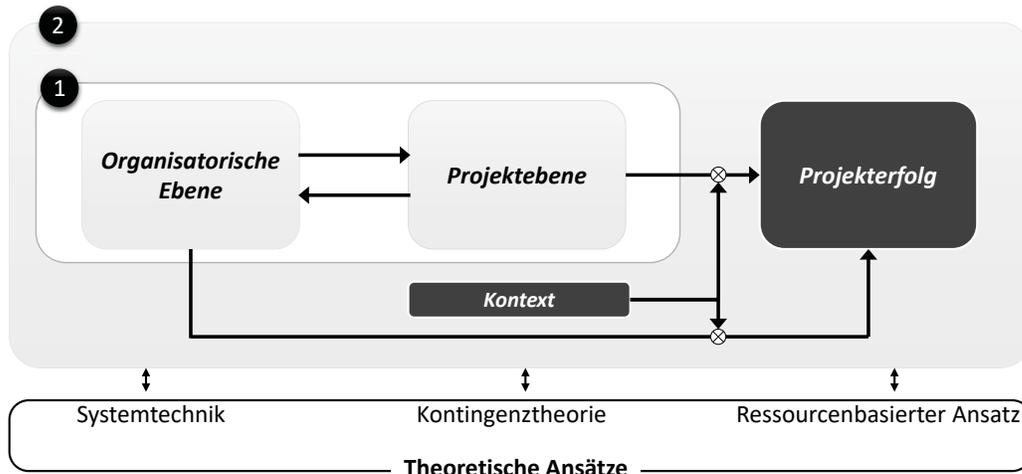


Abbildung 4-6: Ansätze zur Analyse der Wirkbeziehungen³²⁴

Zur Analyse der Wirkbeziehungen zwischen den Frühindikatoren eignen sich die Ansätze aus der Systemtechnik. Dieser Schritt ist in Abbildung 4-6 durch die innere Ebene gekennzeichnet. Ziel soll es sein, für die ermittelten Einflussgrößen aus organisatorischer Ebene und Projektebene eine Abhängigkeitsmatrix zu erstellen. Das heißt es ist zu ermitteln, wie sich Änderungen einzelner Einflussgrößen auf die restlichen Elemente im System auswirken. Dieses Systemverständnis ist notwendig, um die jeweilige Rolle der Einflussgrößen bzw. Systemelemente zu bestimmen. Daraus können erste Erkenntnisse gezogen werden, welche Einflussgrößen eine wichtige Rolle spielen und im Bewertungsmodell berücksichtigt werden müssen. Was jedoch mit Hilfe dieser Methode nicht ausreichend gezeigt werden kann, sind die Wirkbeziehungen zu den Ergebnisgrößen.

Um die in Abbildung 4-6 gezeigte äußere Ebene zu modellieren und zu analysieren, ist eine andere Methode erforderlich. Die prinzipielle Vorgehensweise orientiert sich an der Erfolgsfaktorenforschung. Mit Hilfe von fortgeschrittenen statistischen Methoden wird versucht, die Wirkbeziehungen zwischen den Einflussgrößen und den Ergebnisgrößen in Form des Projekterfolges zu identifizieren. Der ressourcenbasierte Ansatz ist für diese Analyse der theoretische Bezugsrahmen. Das bereits in Kapitel 3.4.2 beschriebene Dreiebenen-Modell mit dem Zusammenspiel von Ressourcen, Fähigkeiten und dem Projekterfolg findet hier seine Anwendung.³²⁵ Die Analyse dieser Wirkbeziehungen ist nur in der Retrospektive möglich und erfordert eine repräsentative Anzahl an Projekten. Daher

³²⁴ Eigene Darstellung

³²⁵ Vgl. Kapitel 3.4.2, S. 52 f. und Abbildung 3-12, S. 53

sollte dieser Schritt erst in einem fortgeschrittenen Stadium erfolgen, also wenn das untersuchte System weitestgehend verstanden ist. Es handelt sich somit um ein strukturprüfendes Verfahren, das zur Durchführung von Kausalanalysen verwendet wird.³²⁶ Darüber hinaus spielt in diesem Schritt die bereits erwähnte Kontingenztheorie eine Rolle. Daher ist zu prüfen, ob die Wirkbeziehungen kontextabhängig sind, indem nur für bestimmte Konfigurationen der Systemumwelt die ermittelte Wirkbeziehung besteht.

4.6 Systembewertung

Die Systembewertung begleitet den kompletten Modellaufbau. Mit jedem Schritt wird das Systemverständnis verbessert und gegebenenfalls angepasst. Die Konsolidierung aller vorangegangenen Schritte resultiert in einem Referenzmodell. Die Systembewertung setzt sich aus zwei Schritten zusammen: die Auswahl mit eventueller Gewichtung der Bewertungsgrößen sowie die Ableitung einer passenden Bewertungssystematik. Obwohl das Systemmodell mit den dazugehörigen Einflussgrößen in den vorangegangenen Schritten mehrmals validiert wird, muss eine endgültige Auswahl noch erfolgen. Die in Abbildung 4-7 beschriebene Kriterienmatrix unterstützt bei der Auswahl.

	Wirkung auf Ergebnisgrößen			Systemrolle			Theoretische Verankerung					
	Interne Perspektive	Kundenperspektive	Finanzielle Perspektive	Organisationsperspektive	Kritisch	Aktiv	Reaktiv	Zielsystem Orga.	Handlungssystem Orga.	Zielsystem Projekt	Handlungssystem Projekt	Prozesssystem Projekt
Einflussgröße 1	●	●		●	●			●				
Einflussgröße 2			●			●		●				
Einflussgröße 3		●	●			●			●			
Einflussgröße 4	●			●		●		●				
Einflussgröße 5	●			●			●					●
...			●				●				●	
Σ	3	2	3	3	1	3	2	2	1	2	1	1

Abbildung 4-7: Kriterienmatrix zur Auswahl der Einflussgrößen³²⁷

Die Ergebnisse der Analysen der Wirkbeziehungen sind Eingangsgrößen für den Auswahlprozess. Darüber hinaus wird noch die theoretische Verankerung der jeweiligen Einflussgrößen geprüft. Dadurch wird sichergestellt, dass jeder Systemtyp auf organisatorischer Ebene sowie auf Projektebene durch eine ausreichende Anzahl an Einflussgrößen

³²⁶ Vgl. Backhaus et al. 2016, S. 581

³²⁷ Eigene Darstellung

beschrieben wird. Nachdem die Kriterienmatrix ausgefüllt wurde, werden die Markierungen spaltenweise addiert. Im Zielzustand sollten die aufsummierten Werte möglichst homogen über die verschiedenen Kriterien verteilt sein. Ein weiterer optionaler Schritt ist die Gewichtung der ausgewählten Einflussgrößen, die als weitere Eingangsgröße für die Ableitung der Bewertungssystematik dient. Dies ist sinnvoll, wenn es positive sowie auch negative Ausreißer bei der Analyse der Wirkbeziehungen gibt.

Wie in Kapitel 2.2.3 erwähnt, hat die Klassifikation der Bewertungsgrößen einen Einfluss auf die Bewertungsform und den Bewertungsprozess. Nach dem entwickelten Systemmodell gehören die Einflussgrößen der Projektebene und der organisatorischen Ebene zu den Input- und Throughputgrößen und sind somit als Frühindikatoren definierbar. Für quantitativ-subjektive Bewertungsgrößen eignet sich die Bildung von Bewertungsstufen.³²⁸ Mit Hilfe eines dreistufigen Prozesses lassen sich die ausgewählten Einflussgrößen bewerten. In Abbildung 4-8 ist dieser Prozess skizziert.

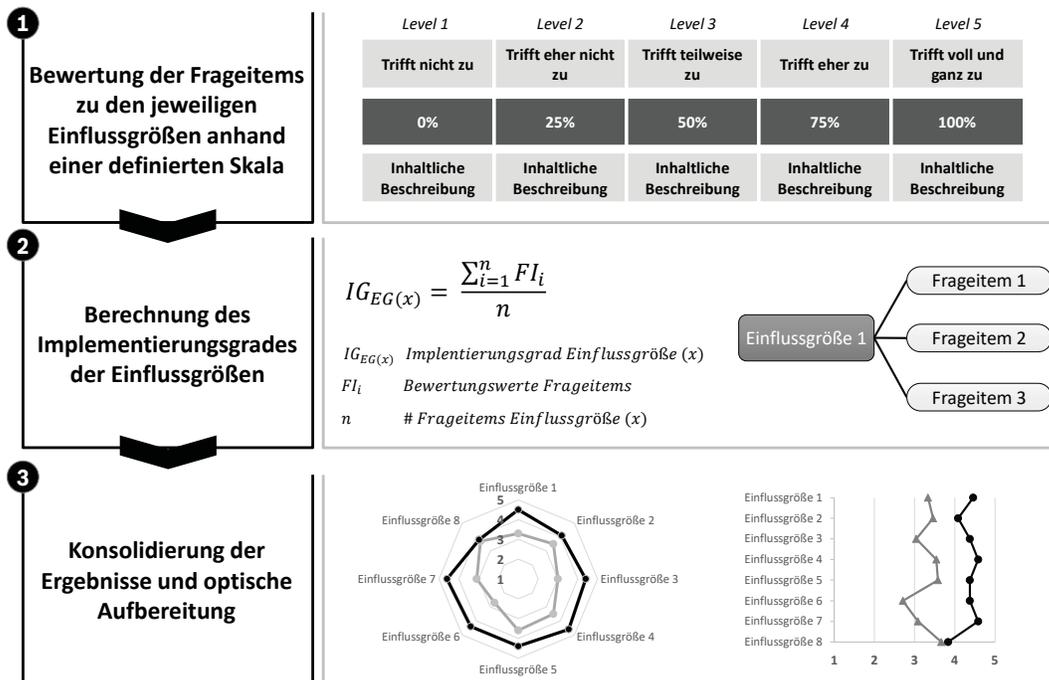


Abbildung 4-8: Bewertungsprozess für die Frühindikatoren³²⁹

³²⁸ Vgl. Kapitel 2.2.3

³²⁹ Eigene Darstellung

Im ersten Schritt werden die Frageitems der einzelnen Einflussgrößen bewertet. Die Frageitems ergeben sich aus den Ergebnissen der Operationalisierung. Aus diesen Werten wird der Implementierungsgrad für die Einflussgrößen gebildet. Die Berechnung des Durchschnitts ist hierbei ausreichend. Um einen Überblick über den aktuellen Implementierungsgrad der einzelnen Einflussgrößen zu bekommen, können die Ergebnisse gemäß der Architektur des Systemmodells auf verschiedene Arten aggregiert werden. Eine mögliche Variante ist die Trennung von Projektebene und organisatorischer Ebene. Weiterhin können die definierten Systemtypen als Gliederungsebene dienen.

Bei der Skalenentwicklung kommt es nicht nur auf die absoluten Werte an, sondern auf den relativen Vergleich zu geeigneten Bezugspunkten. Die Definition eines Zielzustandes oder die Werte des letzten Bewertungszyklus sind Beispiele für die Wahl passender Bezugspunkte. Die Ergebnisgrößen im Systemmodell können den quantitativ-objektiven Bewertungsgrößen zugeordnet werden. Die Bewertung erfolgt direkt durch die Bildung von absoluten Kennzahlen sowie Verhältniskennzahlen.³³⁰ Aufgrund der direkten Bewertung muss eine konsistente Datenbasis vorliegen.

³³⁰ Vgl. Kapitel 2.2.3

5 Qualitative Studie

Mit Hilfe einer qualitativen Studie in Form von Experteninterviews soll eine erste Validierung des in Kapitel 4 hergeleiteten konzeptionellen Bewertungsmodells erfolgen. Der Fokus liegt auf der Validierung der Systemstruktur und der Einflussgrößen. Im ersten Schritt soll untersucht werden, inwieweit die aus der Theorie abgeleitete Systemstruktur und den darin enthaltenen Einflussgrößen mit den Meinungen der Experten übereinstimmt. Auf Basis der Interviews sollen dann die Einflussgrößen weiter ausdifferenziert werden. Als letzter Schritt erfolgt eine erste quantifizierte Bewertung ausgewählter Einflussgrößen, um eine Indikation über die Bedeutung und den aktuellen Implementierungsgrad der Einflussgrößen zu erhalten.

Die Darstellung der Ergebnisse basiert auf einer Veröffentlichung von *PFLAUM & WEISSENBERGER-EIBL*.³³¹ Die Ergebnisse wurden im Rahmen der IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS) präsentiert.

5.1 Forschungsdesign & Methode

5.1.1 Datenmaterial

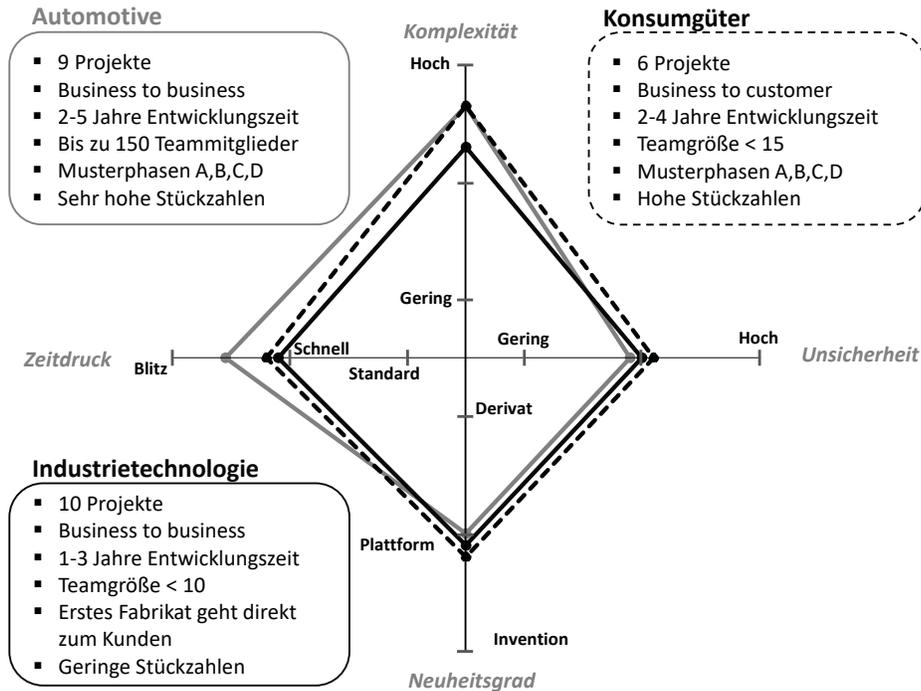
Informationen über kritische Erfolgsfaktoren in Entwicklungsprojekten wurden durch Interviews mit Experten gesammelt. Insgesamt wurden 25 Interviews durchgeführt, die alle mit einem Tonbandgerät aufgenommen wurden. Davon waren 24 Einzelinterviews und ein Interview wurde mit zwei Befragten durchgeführt. Als geeignete Zielgruppe stellten sich Projektleiter heraus, da sie einen umfassenden Überblick über alle erfolgsrelevanten Einflüsse auf ein Entwicklungsprojekt haben. Die interviewten Projektleiter kommen aus drei unterschiedlichen Branchen. Neun Experten kommen aus der Automobilbranche, Zehn sind der Industrietechnologiebranche zuzuordnen und sechs weitere Experten entwickeln Produkte für die Konsumgüterbranche. Zur Identifizierung des vorliegenden Kontexts wurde eine angepasste Form des *NCTP Frameworks* von *SHENAR & DVIR* verwendet.³³² Die Experten wurden gebeten, Aussagen über den Neuheitsgrad, die Unsicherheit, die Komplexität und den Zeitdruck zu treffen. Abbildung 5-1 stellt die Ausprägungen der drei Branchen gemäß der Bewertung der Experten dar. Darüber hinaus sind noch Fakten zu dem jeweiligen Entwicklungskontext dargestellt. Aus Abbildung 5-1 wird deutlich, dass sich die ausgewählten Projekte der jeweiligen Branchen im Durchschnitt nicht stark voneinander unterscheiden. Dies erlaubt ein gewisses Maß an Vergleichbarkeit, das für die Validierung des theoretischen Modells von Vorteil ist.

³³¹ Vgl. Pflaum und Weissenberger-Eibl 2016b

³³² Vgl. Abbildung 3-9, S.58, Shenhar und Dvir 2004 und Abbildung 3-9, S. 48

Shenhar and Dvir's NCTP framework:

- Neuheitsgrad: Projekttyp (Derivat, Plattform & Invention)
- Unsicherheit: Produkt, Technologie & Markt
- Komplexität: Projektgröße & Aufgabeninterdependenz
- Tempo: Zeitdruck

Abbildung 5-1: Überblick Kontextsystem der Experteninterviews³³³

Zur Sicherstellung der Reliabilität wurde auf Basis der theoretischen Ergebnisse ein semi-strukturierter Leitfaden konzipiert. Zu Beginn des Interviews wurde eine offene Befragungstechnik angewandt. Dies zeigt sich zum Beispiel an folgender gestellter Frage: *Was waren die kritischen Erfolgsfaktoren in der frühen Phase des Entwicklungsprojektes?* Im weiteren Interviewverlauf wurden einzelne Kategorien des theoretischen Modells explizit angesprochen. In Abhängigkeit des Interviewverlaufs und den Antworten des Befragten wurden Fragen angepasst und erweitert. Die Interviewpartner wurden zu jedem besprochenen Themengebiet aufgefordert, zwischen bewährten Praktiken und Schwachpunkten zu unterscheiden.

Das Interviewmaterial umfasst insgesamt 1761 Minuten und im Schnitt dauerte ein Interview 70 Minuten. Anschließend wurden die Interviews mit der Software F4 und definierten Transkriptionsregeln transkribiert. Die Transkriptionsregeln legen fest, wie die

³³³ Eigene Darstellung in Anlehnung an Shenhar und Dvir 2004, S. 1270

gesprochene Sprache der aufgenommenen Interviews in eine schriftliche Form übertragen wird.³³⁴ Die Transkriptionsregeln für die computerunterstützte Auswertung nach *KUCKARTZ* und *DRESSING & PEHL* bildeten die Grundlage für dieses Forschungsprojekt.³³⁵

5.1.2 Analysemethoden

Die Transkripte der Interviews dienen als Eingangsgröße für die qualitative Inhaltsanalyse. Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Ausprägungen der qualitativen Inhaltsanalyse.³³⁶ Eine weit verbreitete Form ist die inhaltlich strukturierende Inhaltsanalyse. Diese Vorgehensweise verfügt sowohl über einen deduktiven als auch einen induktiven Analyseprozess und ist deswegen gut für dieses Forschungsvorhaben geeignet. Das Ablaufschema einer inhaltlich strukturierenden Inhaltsanalyse ist Abbildung 5-2 skizziert. Der Kodierprozess erfolgte mit der Software MAXQDA.

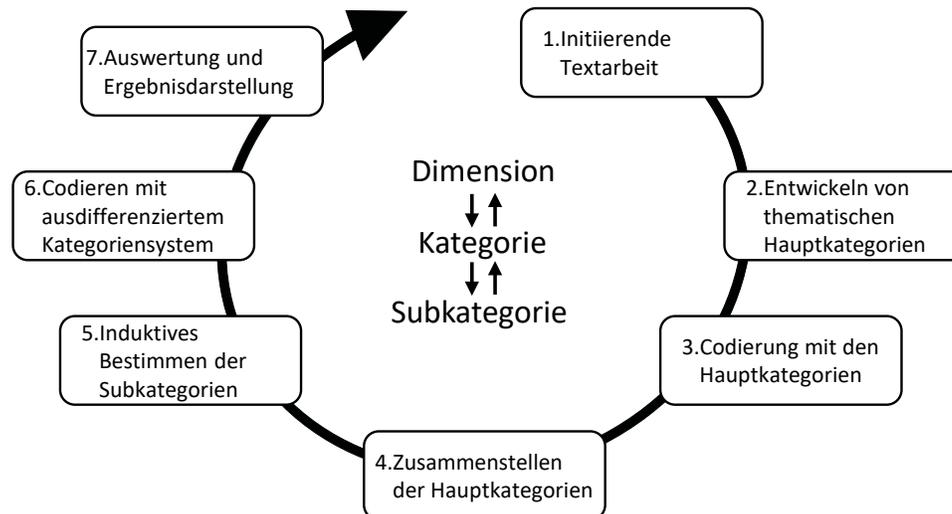


Abbildung 5-2: Ablaufschema inhaltlich strukturierende Inhaltsanalyse³³⁷

Wie bereits beschrieben, besteht der Prozess aus zwei Auswertungsschleifen. Die erste Schleife beschreibt den deduktiven Teil. Hierbei werden zunächst auf Basis von theoretischer Vorüberlegungen thematische Hauptkategorien gebildet. Für diese Studie diente die aus der Theorie entwickelte Systemstruktur mit den identifizierten Einflussgrößen als

³³⁴ Vgl. Kuckartz 2014

³³⁵ Vgl. ebd., Dressing und Pehl 2015

³³⁶ Vgl. Mayring 2010, Kuckartz 2014

³³⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Kuckartz 2014, S. 78

Eingangsgröße zur Bildung der Hauptkategorien.³³⁸ Der erste Kodierprozess wird so gestaltet, dass die Interviewtranskripte sequentiell durchgegangen und die Textabschnitte einer Kategorie zugewiesen werden. Es muss folglich entschieden werden, welche thematische Kategorie zu der analysierten Textpassage inhaltlich am besten passt. Falls die Textpassage zu keiner Kategorie inhaltlich passt, wird eine neue Kategorie in das Kodiersystem aufgenommen. Am Ende dieser Schleife sollen alle Textpassagen jeweils einer thematischen Kategorie zugeordnet sein.

Die zweite Auswertungsschleife hat das inhaltliche Ausdifferenzieren des Kategoriensystems zum Ziel. Zunächst werden alle kodierten Textpassagen mit der gleichen Kategorie zusammengestellt. Für ausgewählte Kategorien werden nun neue Sub-Kategorien gebildet. Auch in diesem Kodierprozess werden dann die Interviewtranskripte vollständig durchlaufen und die Textpassagen einer Kategorie den verfeinerten Sub-Kategorien zugeordnet.

Nach dem eigentlichen Interview bekamen die Experten noch einen Fragebogen mit einer ausgewählten Liste an Erfolgsfaktoren für die Produktentwicklung. Basis hierfür war ebenfalls das in Kapitel 4 entwickelte theoretische Bewertungsmodell. Die Formulierungen der Erfolgsfaktoren wurden im Voraus auf Verständlichkeit und Mehrdeutigkeit geprüft. Die Experten wurden gebeten die Erfolgsfaktoren hinsichtlich der Bedeutung und des Implementierungsgrads anhand einer fünfstufigen Likert-Skala zu bewerten. Hierbei wurden nur die Extremwerte semantisch beschrieben.³³⁹

5.2 Ergebnisse

Das Hauptziel der qualitativen Studie war die Validierung und weitere Ausdifferenzierung des theoretischen Bewertungsmodells. Das initiale Kodiersystem bestand aus neun Dimensionen und 20 Kategorien. In der ersten Auswerteschleife (deduktiver Prozess) wurde das Kodiersystem basierend auf den Interviewtranskripten um weitere Kategorien erweitert und bestand letztendlich aus neun Dimensionen und 25 Kategorien. 15 von diesen 25 Kategorien wurden aufgrund der vorliegenden Qualität der Datenmenge weiter ausdifferenziert. Demnach bestand das Kodiersystem nach der zweiten Auswertungsschleife aus zusätzlichen 34 Sub-Kategorien. Tabelle 5-1 zeigt das Kodiersystem mit den abgeleiteten Kategorien und Sub-Kategorien.

³³⁸ Vgl. Tabelle 4-2, S. 70

³³⁹ Bedeutung: „Sehr wichtig“ und „Überhaupt nicht wichtig“, Implementierungsgrad: „Voll und ganz implementiert und „Überhaupt nicht implementiert“

Tabelle 5-1: Kodiersystem der inhaltlich strukturierenden Datenanalyse

Typ	Dimension	Kategorie	Sub-Kategorie	
Zielsystem	Strategie	Klare strategische Ausrichtung		
	Produkt (Anforderungen & Architektur)	Ausgewogenes Projektportfolio		
		Marktorientierung	Anforderungsbeschreibung Konsolidierungsprozess	
		Systemarchitektur	Plausibilität Architektur Finanzielle Ziele	
Handlungssystem	Strukturen & Ressourcen	Organisatorische Aufstellung	Schnittstellenmanagement Räumliche Verteilung Disziplinarische Verflechtung	
		Wissensmanagement		
		Projektübergreifende Ressourcenplanung	Steuerung und Kontrolle Priorisierung	
	Methoden & Tools	Engineering Projektmanagement		
	Mensch	Kompetenzen & Fähigkeiten Teamzusammensetzung	Interdisziplinarität & Crossfunktionalität Konsistenz	
	Organisatorische Rahmenbedingungen & Unterstützung	Motivation		
		Kultur & Mindset		
		Supportprozesse		
		Organisatorische Unterstützung	Management Unterstützung Stakeholder Unterstützung	
		Arbeitsstil	Transparenz	Metriken & Darstellung Ziele & Verantwortlichkeiten
			Entscheidungsfindung	Reviewsystem Empowerment
	Feedbackschleifen		Interne Schleifen Externe Schleifen Schnittstellensynchronisation	
Prozesssystem	Prinzipien zur Prozessgestaltung	Ressourcenplanung im Projekt	Steuerung und Verteilung der Arbeitspakete Kapazitätsplanung	
		Kommunikation		
		Frühzeitige Risikoreduzierung	Projektstart Modellierung des Zielraumes	
		Aktivitätenplanung	Synchronisierung Sequenzierung	
	Einbindung externer Partner	Anpassungsfähigkeit	Flexibilität Variantenmanagement	
		Kundenorientierung	Kundenauswahl Kundensicht generieren Kundenintegration	
		Zusammenarbeit mit Zulieferern	Auswahl	
			Zusammenarbeit	

Generell weist das aus der Theorie abgeleitete initiale Kodiersystem eine hohe Anpassungsgüte zu den Aussagen der Experteninterviews auf. Mit Hilfe der großen empirischen Datenbasis konnte es zielgerichtet modifiziert werden. Zur Sicherstellung der

Qualität des Kodierprozesses empfiehlt es sich Ankerbeispiele für alle Kategorien und Sub-Kategorien zu bilden.³⁴⁰ Ankerbeispiele repräsentieren beispielhafte Aussagen, die aus den Interviewtranskripten entnommen sind und thematisch zu der ausgewählten Kategorie bzw. Sub-Kategorie passen. Ankerbeispiele für das komplette Kodiersystem sind im Anhang A.1 abgebildet.³⁴¹ Eine Zuordnung der Dimensionen und Kategorien zu den jeweiligen Systemtypen ist ebenfalls in Tabelle 5-1 dargestellt. Alle identifizierten Dimensionen und Kategorien sind den drei Systemtypen Ziel-, Handlungs- und Prozesssystem zuzuordnen. Das Objektsystem stellt die Teil- und Endergebnisse der Entwicklungstätigkeiten dar.³⁴² Nach diesem Verständnis unterstützen die identifizierten Erfolgsfaktoren die Realisierung und Nutzung von allen Zwischenergebnissen in Form von virtuellen und physischen Artefakten sowie das finale Produkt.

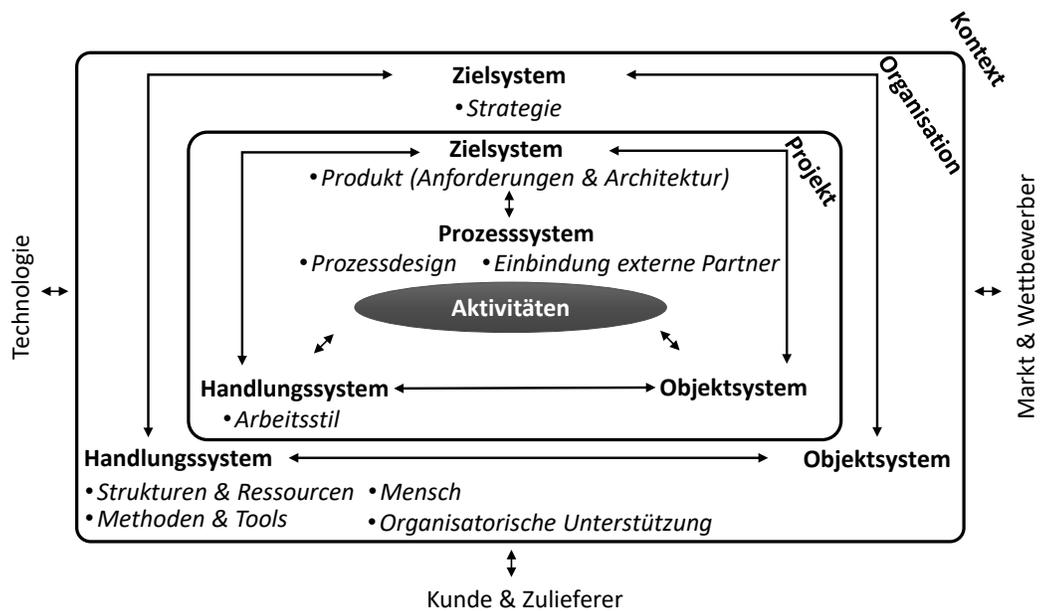


Abbildung 5-3: Einordnung der Dimensionen in die Systemstruktur³⁴³

³⁴⁰ Vgl. Kuckartz 2014, S. 82

³⁴¹ Vgl. Anhang A.1, S. 153 ff.

³⁴² Vgl. Kapitel 3.2.1, S. 45

³⁴³ Eigene Darstellung in Anlehnung an Abbildung 4-4, S. 65

Zusätzlich zum Kodiersystem ist in Abbildung 5-3 die Verankerung mit der hergeleiteten Systemarchitektur des Bewertungsmodells gezeigt.³⁴⁴ Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nur die Dimensionen des Kodiersystems in der Systemstruktur abgebildet. Abbildung 5-3 verdeutlicht, dass die anhand der Experteninterviews validierten Einflussgrößen die Systemstruktur der Eingangs- und Verarbeitungsgrößen ganzheitlich abbilden. Im Folgenden werden die Ergebnisse der deduktiven und induktiven Analyse noch genauer beschrieben:

5.2.1 Deduktive Analyse

Der deduktive Analyseprozess hatte zum Ziel, alle Textpassagen der 25 Interviews einer der Kategorien im Kodiersystem zuzuordnen. Darüber hinaus sollten die übergeordneten Dimensionen hinsichtlich ihrer Validität überprüft werden. Die in Abschnitt 4.3.1 definierte Systemstruktur diente als theoretischer Bezugsrahmen für die Validitätsprüfung.³⁴⁵

Die Anzahl der Dimensionen hat sich im Laufe des deduktiven Analyseprozesses nicht verändert. Jedoch gab es Änderungen inhaltlicher Art, indem zwei Dimensionen aufgrund inhaltlicher Überlappung zusammengefasst wurden und eine neue Dimension gebildet wurde. Die neu gebildete Dimension ist in Anlehnung an die definierte Systemstruktur entstanden. Um das Zielsystem auf Projektebene hervorzuheben, wurde die Dimension Produkt (Anforderungen & Architektur) gebildet. Erfolgsfaktoren, die inhaltlich dieser Dimension zuzuordnen sind, wurden im vorherigen Schritt als eine Kategorie innerhalb der Dimension Entwicklungsprozess abgebildet. Im Laufe des deduktiven Analyseprozesses zeigten die Dimensionen Kultur & Mindset und Führung mit den dazugehörigen Kategorien eine hohe inhaltliche Überschneidung. Die Zusammenführung beider Dimensionen resultierte in der Dimension Organisatorische Rahmenbedingungen & Unterstützung.

Im Rahmen des deduktiven Analyseprozesses konnten die Kategorien des initialen Kodiersystems weitestgehend bestätigt werden. Aufgrund des höheren Informationsgehaltes gab es kleine Änderungen, was im Ergebnis die Kategorienanzahl um fünf Kategorien auf insgesamt 25 Kategorien erhöhte. Das Hinzufügen der Dimension Produkt (Anforderungen & Architektur) hatte Auswirkungen auf die Kategorienbildung. Die bisherige Kategorie Produktkonzept & Business Case deckte die Aussagen der Experten in Bezug auf das Zielsystem nicht vollständig ab. Mit der Bildung der Kategorien Marktorientierung und Systemarchitektur konnten alle Aussagen der Experten kodiert werden. Darüber

³⁴⁴ Vgl. Abbildung 4-4, S. 69

³⁴⁵ Vgl. Kapitel 4.3.1, S. 58ff.

hinaus wurde die Kategorie, welche die Dimension Methoden & Tools umfasst, weiter ausdifferenziert. Eine Unterscheidung zwischen Methoden & Tools für die inhaltliche Entwicklungsarbeit sowie Methoden & Tools für das Projektmanagement erleichterte den Kodierprozess. Kommunikation & Wissensmanagement wurde weiter ausdifferenziert, indem zwischen Kommunikation innerhalb des Projektes und Wissensaustausch auf Organisationsebene unterschieden wurde. Weiterhin beschrieben die Experten oftmals die Motivation der Mitarbeiter zusammen mit anderen Kategorien der Dimension Mensch. Aus diesem Grund ordnet das Kodiersystem der Experteninterviews im Gegensatz zu den Ergebnissen der Literaturrecherche die Kategorie Motivation der Dimension Mensch zu. Die bereits beschriebene Neubildung der Dimension Organisatorische Rahmenbedingungen & Unterstützung hatte auch Auswirkungen auf die Definition der Kategorien im Kodiersystem. Die Experten erwähnten oftmals schlanke Support- und Administrationsprozesse als Erfolgsfaktor. Da dieser Aspekt noch nicht explizit im Kodiersystem vorhanden war, wurde eine neue Kategorie gebildet. Weiterhin stellte sich heraus, dass die Unterstützung des Projekts nicht nur durch die Führungs- bzw. Managementebene gewährleistet sein muss. Dies ist zwar ein elementarer Bestandteil, der jedoch noch um weitere Stakeholder ergänzt werden muss.

Die starke inhaltliche Überschneidung bei den Aussagen der Experten zu den Kategorien aufgabengerechte Prozessgestaltung und Änderungsmanagement führte zur inhaltlichen Zusammenführung. Die konsolidierte Kategorie Anpassungsfähigkeit umfasst jetzt alle Erfolgsfaktoren, die Fähigkeiten beschreiben, um mit Änderungen jeglicher Art umzugehen. Des Weiteren umfasst die Dimension Prozessgestaltung eine neue Kategorie mit dem Namen Aktivitätenplanung. Diese Kategorie repräsentiert alle Aussagen der Experten, welche die Sequenzierung und Synchronisierung von Arbeitsschritten im Rahmen des Entwicklungsprozesses betreffen.

5.2.2 Induktive Analyse

Im Rahmen der induktiven Analyse wurden alle Interviewaussagen für eine Kategorie analysiert und aufgrund des vorliegenden Datenmaterials entschieden, ob eine Ausdifferenzierung in Form von Sub-Kategorien erfolgen soll. Abbildung 5-4 stellt den Kodierprozess mit Hilfe eines Beispiels für die Kategorie Marktorientierung dar. An diesem Beispiel wird deutlich, wie die gesammelten Aussagen der Experten (*Codes*) zu den jeweiligen Kategorien weiter ausdifferenziert wurden. In diesem Fallbeispiel sind zwei Sub-Kategorien entstanden.

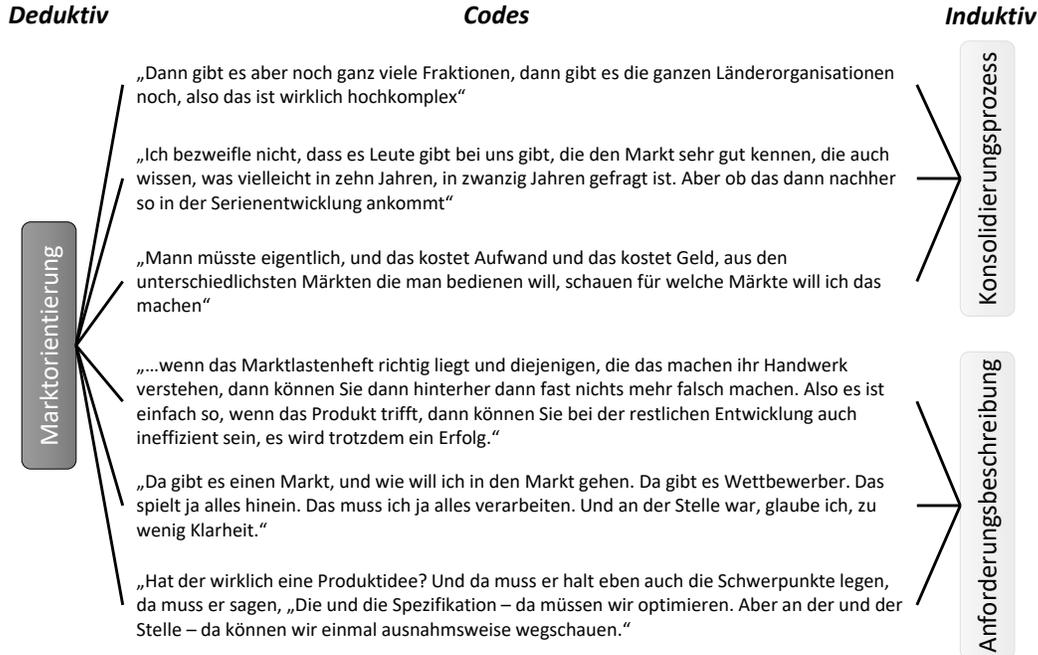


Abbildung 5-4: Kodierbeispiel für die Kategorie Marktorientierung³⁴⁶

Die Bildung von Sub-Kategorien war für insgesamt 15 Kategorien sinnvoll. Die 34 Sub-Kategorien sind im Kodiersystem in Tabelle 5-1 dargestellt. Ankerbeispiele für die 34 Sub-Kategorien sind im Anhang A.1 abgebildet.³⁴⁷ Im Folgenden werden die ausdifferenzierten Kategorien genauer beschrieben.

5.2.2.1 Zielsystem

Bei der induktiven Analyse wurden beide Kategorien der Dimension Produkt (Anforderungen & Architektur) weiter ausdifferenziert. Wie bereits am Fallbeispiel in Abbildung 5-4 erläutert, beschreiben die Sub-Kategorien Konsolidierungsprozess und Anforderungsbeschreibung die Expertenaussagen hinsichtlich der Marktorientierung. Die Sub-Kategorie Konsolidierungsprozess umfasst die Aussagen, die beschreiben wie Marktinformation gesammelt und konsolidiert werden. Dabei sind für die Experten eine aktive Kollaboration mit marktbezogenen Funktionen sowie eine anschließende systematische Bewertung der Marktinformationen wichtige Stellhebel. Bei der Anforderungsbeschreibung geht es um die Definition der Marktanforderungen und des Zielmarktes. Eine Produktvision und eine anschließende Priorisierung auf zentrale Schwerpunkte sind wichtige Erfolgsfaktoren.

³⁴⁶ Eigene Darstellung

³⁴⁷ Vgl. Anhang A.1, S. 153 ff.

Die Kategorie Systemarchitektur lässt sich in die drei Sub-Kategorien Plausibilität, Architektur und finanzielle Ziele gliedern. Die Plausibilität bezieht sich auf Aussagen, welche die Definition der Projektziele beschreiben. Wichtig ist dabei den Umfang des Projektes zu klären, d.h. wie die Marktanforderungen aus technischer Sicht umgesetzt werden sollen und die Frage, ob der verfügbare Zeitrahmen und die Ressourcen dafür ausreichend sind. Als zweite Sub-Kategorie wurde von den Experten die Gestaltung einer passenden Systemstruktur genannt. Die Experten bestätigten, dass eine Produktstruktur mit klar definierten Funktionen und Modulen wichtig ist. Die Schnittstellen und Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Systemelementen sollten weiterhin bekannt sein. Die finanziellen Ziele beschreiben die wirtschaftlichen Aspekte der Systemarchitektur. Einige Experten beschrieben, dass die Einhaltung der Zielkosten im fortgeschrittenen Projektstadium ein Problem darstellte. Um dies zu vermeiden ist es wichtig, die Zielkosten möglichst früh festzulegen und regelmäßig zu prüfen. Weiterhin sollten die Zielkosten auf Modulebene heruntergebrochen werden, um eine schärferes Bild zu bekommen.

5.2.2.2 Handlungssystem

Innerhalb der Dimension Strukturen & Ressourcen konnten jeweils die Kategorien organisatorische Aufstellung und projektübergreifende Ressourcenplanung aufgrund der Informationsgüte weiter ausdifferenziert werden. Schnittstellenmanagement, räumliche Verteilung und Zusammenarbeit & disziplinarische Verflechtung bilden die Sub-Kategorien für die organisatorische Aufstellung. Bezüglich des Schnittstellenmanagements erwähnten die Experten, dass die organisatorische Aufstellung an die Projektlandschaft angepasst werden muss. Zu viele Schnittstellen stellen oftmals einen Informationsverlust und Reibungspunkte dar. Dies kann innerhalb der Entwicklungsorganisation zwischen unterschiedlichen Funktionseinheiten sein sowie auch zwischen der Entwicklungsorganisation und angrenzenden Organisationseinheiten wie zum Beispiel den Einkauf. Eine weitere wichtige Subkategorie ist die räumliche Verteilung der Projektmitglieder. Optimaler Zustand ist die räumliche Zusammenfassung aller Projektmitglieder. Bei großen internationalen Projekten ist dies nicht immer vollständig umsetzbar. Trotzdem erwähnten viele Experten die Bereitstellung von Projekträumen und das, wenn auch nur temporär, fokussierte Arbeiten darin als wichtigen Erfolgsfaktor. Zur Zusammenfassung der Aussagen in Bezug auf die Zusammenarbeit zwischen der Projekt- und Linienorganisation wurde die Subkategorie Zusammenarbeit & disziplinarische Verflechtung gebildet. Viele Experten betonten, dass für ein erfolgreiches Entwicklungsprojekt die Projekt- und Linienorganisation an einem Strang ziehen müssen und sich folglich gegenseitig unterstützen. Um dies zu gewährleisten, muss auch der disziplinarische Zugriff auf Ressourcen zwischen dem Projekt und der Linie ausbalanciert sein.

Mit Hilfe der beiden Sub-Kategorien Priorisierung und Steuerung & Kontrolle lassen sich die Aussagen der Experten zu der projektübergreifenden Ressourcenplanung weiter aufgliedern. Aussagen bezüglich der Priorisierung von Projekten innerhalb der Organisation werden durch die namensgleiche Sub-Kategorie abgedeckt. Nach den gewonnenen Erkenntnissen sollten die Priorisierungsregeln auch auf langfristige Ziele ausgerichtet sein und nicht nur kurzfristige Regeln wie zum Beispiel die verbleibende Zeit bis zum Produktionsanlauf berücksichtigen. Bei der Projektannahme sollten explizite Regeln existieren, um eine handhabbare Anzahl gleichzeitiger Projekte zu gewährleisten. Trotz eines gut funktionierenden Multiprojektmanagements kommt es durch Störungen zu ungeplanten Projektabweichungen. Aussagen, die den Umgang mit diesen kurzfristigen Störungen beschreiben, werden anhand der Sub-Kategorie Steuerung & Kontrolle adressiert. Die Experten sehen hierbei den regelmäßigen Abgleich der aktuellen Ressourcenauslastung und -planung mit allen relevanten Stakeholdern als wichtig an.

Bei der Dimension Mensch konnten für die Kategorie Teamzusammensetzung zwei Sub-Kategorien gebildet werden. Zum einen bezieht sich die Sub-Kategorie Interdisziplinarität & Crossfunktionalität Aussagen auf die Zusammenstellung der unterschiedlichen Funktionen im Projektteam. Zum anderen bündelt die Subkategorie Konsistenz Aussagen bezüglich der zeitlichen Stabilität des Projektteams. Die Fluktuationsrate innerhalb eines Projektes sowie zwischen Folgeprojekten sollte im Rahmen einer Produktgenerationsentwicklung möglichst gering sein.

Die Kategorie organisatorische Unterstützung innerhalb der Dimension organisatorische Rahmenbedingungen & Unterstützung konnte ebenfalls in zwei Sub-Kategorien gegliedert werden. Management Unterstützung als erste Sub-Kategorie umfasst die Aussagen der Experten, welche die aktive Beteiligung des Managements im Entwicklungsprojekt beschreiben. Die regelmäßige Teilnahme an Projektreviews und die Unterstützung bei kritischen Entscheidungen sind wichtige Determinanten. Darüber hinaus erwähnten die Experten oftmals die Bedeutung der Akzeptanz und das *Commitment* aller Stakeholder als zusätzlichen Erfolgsfaktor. Aus diesem Grund wurde die Sub-Kategorie Stakeholder Unterstützung gebildet.

Die inhaltliche Datenqualität zu der Dimension Arbeitsstil resultierte in der Ausdifferenzierung von vier Kategorien. Viele Experten hoben die Kategorie Transparenz hervor. Aussagekräftige Metriken und die Visualisierung von relevanten Informationen wurden von Experten genannt und mit Hilfe der Sub-Kategorie Metriken & Darstellung im Kodiersystem abgebildet. Die zweite Sub-Kategorie Ziele & Verantwortlichkeiten bezieht sich auf die Dekomposition der Projektziele und der damit verbundenen Arbeitspakete für die jeweiligen Teammitglieder.

Weiterhin erwähnten die Experten die Bedeutung der Entscheidungsfindung als Determinante für den Projekterfolg. Aussagen zu schnellen Eskalationsprozessen und eigenverantwortlichen Projektteams werden durch die Sub-Kategorie Empowerment repräsentiert. Das Reviewsystem als zweite Sub-Kategorie enthält Aussagen bezüglich einer möglichst schlanken Meetingstruktur, die durch eine gute inhaltliche Vorbereitung der Teilnehmer unterstützt wird.

Die hohe Anzahl an Aussagen zu der Kategorie Feedbackschleifen erlaubte eine Differenzierung zwischen drei Sub-Kategorien: interne Schleifen, externe Schleifen und Schnittstellensynchronisation. Interne Schleifen bündeln die Erfolgsfaktoren der Experten, die sich auf die Design-Test Loops innerhalb des Entwicklungsteams beziehen. Verifikationszyklen, die über das Projektteam hinausgehen, also auch von externen Stakeholdern abhängig sind, können mit der Sub-Kategorie externe Schleifen beschrieben werden. Ein typisches Beispiel ist die schnelle Bereitstellung von Prototypen durch den Musterbau. Die dritte Sub-Kategorie Schnittstellensynchronisation beschreibt Zyklen zum Abgleich des Arbeitsfortschritts zwischen unterschiedlichen Funktionseinheiten. Weiterhin muss ein passender Takt bzw. Rhythmus gefunden werden, der die unterschiedlichen Geschwindigkeiten beim Arbeitsfortschritt in Einklang bringt.

Die Kategorie Ressourcenplanung im Projekt lässt sich in zwei Sub-Kategorien aufteilen. Aussagen, welche die Steuerung und Verteilung der Arbeitspakete im Rahmen des Entwicklungsprozesses beschreiben, werden durch die namensgleiche Sub-Kategorie zusammengefasst. In den Interviews wurden hierzu die Limitierung des Auftragseinganges sowie die selbständige Planung der Arbeitspakete durch die Mitarbeiter auf Basis festgelegter Ziele genannt. Die Granularität der Arbeitspakete und der inhaltlichen Planung muss dabei aufgabenspezifisch definiert werden. Die Kapazitätsplanung als zweite Sub-Kategorie konsolidiert die Interviewpassagen, die sich auf die Ressourcenallokation im Projekt beziehen. Viele Experten kämpfen in ihrem Projekt mit Teilkapazitäten, die zudem ohne Puffer vollständig mit der verfügbaren Kapazität verplant sind. Nach Ansicht der Experten ist es daher ein wichtiger Erfolgsfaktor, wenn vor allem die Schlüsselspieler zu 100% dem Projekt zugeordnet sind und die komplette Kapazität nicht initial verplant ist, um aufkommende Störungen abfedern zu können.

5.2.2.3 Prozesssystem

Im Rahmen der Dimension Prinzipien zur Prozessgestaltung konnten alle drei Kategorien inhaltlich ausdifferenziert werden. Die Kategorie frühzeitige Risikoreduzierung war in zwei Sub-Kategorien aufteilbar. Die Sub-Kategorie Projektstart umfasst die Angaben zu den organisatorischen Aspekten des Projektstarts. Wichtig ist nach Ansicht der Ex-

perten ein früher offizieller Projektstart mit dem *Commitment* aller relevanten Stakeholder. Zudem sollten die Schlüsselspieler für die späteren Entwicklungsphasen bereits in den Vorstudien involviert sein, um einen weichen Übergang zu gewährleisten. Expertenaussagen bezüglich der klaren Formulierung eines Entwicklungsauftrages wurden mit der Sub-Kategorie Modellierung des Zielraumes adressiert. Wesentlicher Erfolgsfaktor ist hierbei die Konkretisierung der Ergebnisse aus der Vorentwicklung und den Innovationsphasen. Ein guter Entwicklungsauftrag besteht nach Meinung der Experten aus einem soliden Designkonzept, bei dem die technische Realisierung gewährleistet ist.

Die Aktivitätenplanung konnte in die zwei Sub-Kategorien Synchronisierung und Sequenzierung aufgegliedert werden. Einige Experten bemängelten, dass manche Funktionseinheiten im Rahmen des Projektes als eine Art *Black Box* fungieren. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass die Schnittstellen zwischen den unterschiedlichen Funktionseinheiten regelmäßig zusammengezogen werden. Dies wird anhand der Sub-Kategorie Synchronisierung dargestellt. Die Sub-Kategorie Sequenzierung beinhaltet Interviewpassagen zu der Reihenfolgeplanung der Entwicklungsaktivitäten. Die Abhängigkeiten zwischen den unterschiedlichen Produktkomponenten müssen verstanden und in eine terminliche Abfolge übersetzt werden. Besonders bei mechatronischen Systemen unterscheiden sich die Komponenten in ihrer Entwicklungs- und Fertigungszeit, was in erheblichen Restriktionen für die Aktivitätenplanung resultiert.

Als letzte Kategorie der Dimension Prinzipien zur Prozessgestaltung war die Kategorie Anpassungsfähigkeit in Sub-Kategorien aufteilbar. Die Flexibilität beschreibt Aussagen zum Grad der Flexibilität bezüglich Produkt- und Prozessänderungen. Innerhalb dieser Sub-Kategorie betonten die Experten die Fähigkeit die vorliegende Prozesslandschaft an die Arbeitsaufgabe anzupassen. Darüber hinaus sollten Modifikationen im Produkt im Rahmen des Entwicklungsprozesses mit möglichst kleinem Auswirkungsgrad möglich sein. Die zweite Sub-Kategorie Variantenmanagement bezieht sich auf das Management der Variantenkomplexität. Als notwendige Bedingung müssen zunächst die Variantentreiber im Produkt verstanden werden. Durch aktives Variantenmanagement soll dann bei zunehmender Projektreife die Variantenvielfalt handhabbar bleiben. Zum einen können die Einstellmöglichkeiten begrenzt werden, zum anderen sind Varianten kritisch auf ihre Wirtschaftlichkeit zu prüfen.

Die letzte verbliebene Dimension im Kodiersystem stellt die Einbindung externer Partner dar. Nach der induktiven Analyse kann die Kategorie Kundenorientierung in drei Sub-Kategorien aufgeteilt werden, während die Kategorie Zusammenarbeit mit Zulieferern durch zwei Sub-Kategorien abbildbar ist. Bei der Analyse der Interviews stellte sich heraus, dass die Kundenorientierung deutlich über die regelmäßige Ablieferung von Teilergebnissen hinausgeht. Die erste Sub-Kategorie Kundenauswahl bezieht sich auf die

Meinung der Experten, dass die Auswahl der Kunden eine wichtige Einflussgröße ist. Da die Kundenlandschaft sehr heterogen ist, sollten innovative Kunden ausgewählt werden, die an einem gegenseitigen Erfahrungsaustausch interessiert sind. Einen weiteren wichtigen Aspekt den viele Experten erwähnten, stellt die Sub-Kategorie Kundensicht generieren dar. Nach Ansicht der Experten sollten die Projektteams proaktiv mit einer Vision auf den Kunden zugehen, da dieser zukünftige Entwicklungen nicht immer abschätzen kann. Hierfür werden Mitarbeiter benötigt, die ein Produkt aus Kundensicht durchdenken und auch mögliche Komplikationen bzw. Folgeerscheinungen abschätzen können. Die dritte Subkategorie Kundenintegration bezieht sich auf die Interaktion mit dem Kunden im Rahmen des Entwicklungsprozesses. Direkter Kundenkontakt über definierte Rollen sowie ein intensiver Dialog zur Identifizierung impliziter Anforderungen sind nach Ansicht der Experten wichtige Erfolgsfaktoren.

Die Zusammenarbeit mit Zulieferern lässt sich mit den beiden Sub-Kategorien Auswahl und Zusammenarbeit beschreiben. Wie auch bei der Kundenintegration stellt die Auswahl der Zulieferer nach Ansicht der Experten eine wichtige Größe dar. Daher sollte die Auswahl nicht nur anhand der Kosten getroffen werden, sondern auch die Qualität, die Kompetenzen und die bisherigen Erfahrungen in den Entscheidungsprozess miteinfließen. Bei der Zusammenarbeit sollte Wert auf eine vertrauenswürdige Partnerschaft gelegt werden, die den gegenseitigen Erfahrungsaustausch fördert. Einige Experten sind der Meinung, dass schon in der frühen Phase des Entwicklungsprojekts ein gemeinsamer Lernprozess mit den Zulieferern stattfinden kann.

5.2.3 Quantitative Bewertung

Im Anschluss an die Interviews erhielten die Experten den quantitativen Fragebogen. Dieser bestand aus insgesamt 24 Fragen, die jeweils kritische Erfolgsfaktoren repräsentierten. Das theoretische Bewertungsmodell aus Kapitel 4.4.2 mit den 20 Erfolgsfaktoren bildete hierfür die Grundlage.³⁴⁸ Aufgrund der vorherigen Prüfung hinsichtlich der Verständlichkeit und Mehrdeutigkeit enthielt der finale Fragebogen 24 Aussagen zu den Erfolgsfaktoren. Abbildung 5-5 zeigt die Ergebnisse der Auswertung.

³⁴⁸ Vgl. Tabelle 4-2, S. 72

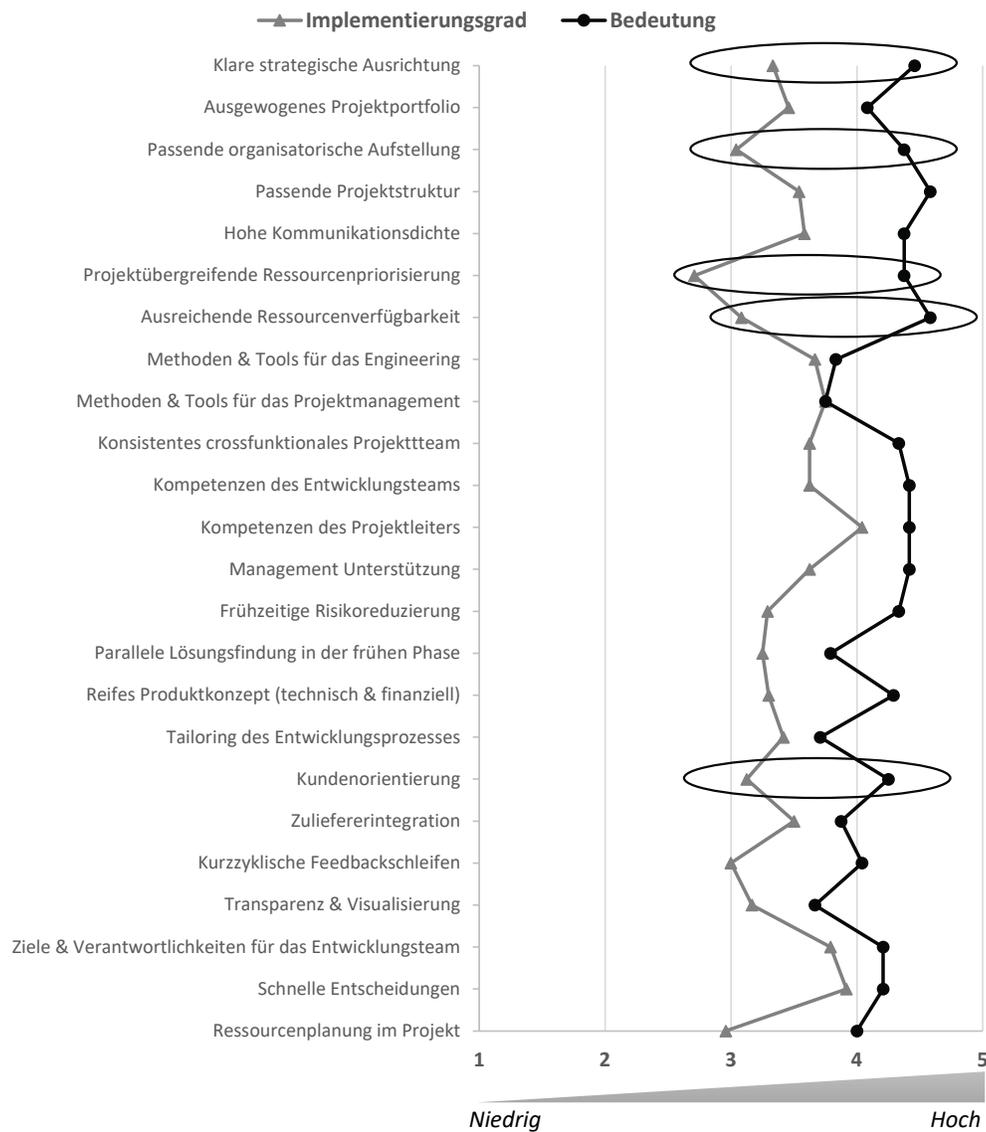


Abbildung 5-5: Ergebnisse der quantitativen Bewertung durch die Experten³⁴⁹

Auffallend ist, dass alle Erfolgsfaktoren nahezu die gleiche Bedeutung haben. Der Durchschnitt liegt bei einem Wert von 4,18 und einer Standardabweichung von 0,28. Dieses Ergebnis ist nicht überraschend, da die abgeleiteten Erfolgsfaktoren aus einer systematischen Literaturrecherche resultieren und demnach die Bedeutung schon in mehreren Studien nachgewiesen wurde. Darüber hinaus bestätigte die qualitative Analyse die Bedeutung dieser Erfolgsfaktoren.

³⁴⁹ Eigene Darstellung

Unterschiede gibt es jedoch beim Implementierungsgrad, insbesondere wenn zusätzlich die Differenz zur Bedeutung des Erfolgsfaktors zu Rate gezogen wird. In Abbildung 5-5 sind die fünf Erfolgsfaktoren mit der größten Differenz zwischen Bedeutung und Implementierungsgrad explizit gekennzeichnet. Vier dieser Erfolgsfaktoren sind der organisatorischen Ebene zuzuordnen. Drei davon gehören gemäß dem Kodiersystem zu der Dimension Strukturen & Ressourcen und ein Faktor lässt sich zu der Dimension Strategie zuordnen. Auf der Projektebene hat der Faktor Kundenorientierung noch ein hohes Delta zwischen Bedeutung und Implementierungsgrad. Im Gegensatz dazu wird die Methoden- und Toolandschaft sowohl für die inhaltliche Arbeit als auch für das Projektmanagement als ausreichend bewertet.

5.3 Zwischenfazit

In der qualitativen Studie wurde die entwickelte theoretische Systemstruktur des Bewertungsmodells auf ihre Gültigkeit in der Praxis überprüft. Dazu wurden leitfadengestützte Interviews durchgeführt, die im Anschluss transkribiert und anhand einer qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet wurden.

Die Systemstruktur konnte mit Hilfe der 25 Experteninterviews bestätigt und inhaltlich erweitert werden. Es wurde gezeigt, dass alle gebildeten Dimension, Kategorien sowie Sub-Kategorien in die theoretische Systemstruktur, basierend auf den Systemtypen und der Trennung zwischen Projektebene und organisatorischer Ebene, zuordenbar sind.³⁵⁰ Die initiale Systemstruktur des Bewertungsmodells mit den 20 Kategorien besteht nach Anwendung der Inhaltsanalyse aus 25 Kategorien und 34 Sub-Kategorien. Diese inhaltliche Ausdifferenzierung stellt einen ersten wichtigen Schritt zur Operationalisierung der Erfolgsfaktoren dar. Zum Beispiel besteht die Kategorie Feedbackschleifen aus drei Sub-Kategorien, die jeweils unterschiedliche Aspekte dieses Erfolgsfaktors adressieren. Es kann zwischen projektinternen Design-Test- Schleifen, projektexternen Validierungsschleifen und Zyklen zur Arbeitssynchronisation unterschieden werden. Darüber hinaus erläutert das Kodierbeispiel zur Kategorie Marktorientierung die Trennung zwischen der Anforderungsbeschreibung und dem Konsolidierungsprozess.³⁵¹

Weiterhin dienen die Aussagen zu den jeweiligen Kategorien und Sub-Kategorien als erste Eingangsgröße für die spätere Skalenentwicklung. Besonders für die quantitativ-subjektive Bewertungsgrößen ist eine große Datenbasis von Vorteil. *MAYRING* und

³⁵⁰ Vgl. Abbildung 5-3, S. 85

³⁵¹ Vgl. Abbildung 5-4, S. 88

auch *KUCKARTZ* beschreiben dies als evaluative qualitative Inhaltsanalyse.³⁵² Der Inhalt geht über die inhaltlich strukturierende Inhaltsanalyse hinaus, da die Einschätzung, Klassifizierung und Bewertung von Inhalten durch die Forschenden im Mittelpunkt steht.³⁵³ Demnach werden für die jeweiligen Kategorien unterschiedliche Ausprägungen meist ordinaler Art gebildet.³⁵⁴ Wieder auf das Fallbeispiel Marktorientierung bezogen, werden dann Ausprägungen gebildet, die inhaltlich eine „schlechte“, eine „mittlere“ und eine „gute“ Marktorientierung beschreiben.

Obwohl ein umfassendes Kodiersystem mit Kodierregeln und Ankerbeispielen als Leitfaden diente, war die Zuordnung einiger Textpassagen nicht immer unmittelbar möglich. Darüber hinaus wechselten einige Experten innerhalb einer Antwortpassage zwischen verschiedenen Erfolgsfaktoren. Eine Kategorie, für die dieser Sachverhalt zutrifft, ist die frühzeitige Risikoreduzierung. Die größten Überschneidungen sind zu den Kategorien Teamzusammensetzung, projektübergreifende Ressourcenplanung, Marktorientierung und Systemarchitektur erkennbar. Dies ist sachlogisch nachvollziehbar, da die Teamzusammensetzung und die projektübergreifende Ressourcenplanung wichtige Eingangsgrößen für die frühzeitige Risikoreduzierung sind. Dem hingegen sind die Verbesserungen der Marktorientierung und Systemarchitektur als Repräsentanten des Zielsystems potenzielle Ergebnisse einer frühzeitigen Risikoreduzierung.

Diese Erkenntnis legt die Vermutung nahe, dass die Wechselbeziehungen zwischen den Systemelementen eine wichtige Rolle für das Systemverständnis spielen. Die theoretischen Hintergründe der Systemtechnik mit dem Prinzip des vernetzten Denkens wurden bereits dargestellt.³⁵⁵ Im folgenden Kapitel steht daher die empirische Modellierung der Wechselbeziehungen im Fokus.

³⁵² Vgl. Kuckartz 2014, S. 98, Mayring 2010, S. 101

³⁵³ Vgl. Kuckartz 2014, S. 98

³⁵⁴ Vgl. ebd.

³⁵⁵ Vgl. Kapitel 3.2.3, S. 59 ff.

6 Netzwerkanalyse

Anhand einer Netzwerkanalyse sollen in diesem Kapitel die Wirkbeziehungen zwischen den Einflussgrößen ermittelt werden. Als Eingangsgröße dienen die Ergebnisse der vorherigen Kapitel. Ziel ist es, das Systemverhalten der identifizierten Einflussgrößen zu modellieren und zu analysieren. Zunächst wird auf das Forschungsdesign und die Methode der Netzwerkanalyse eingegangen. Im Anschluss werden die Ergebnisse beschrieben und ein Zwischenfazit gezogen.

Die Darstellung der Ergebnisse basiert auf einer Veröffentlichung von *PFLAUM & WEISSENBERGER-EIBL*.³⁵⁶ Die Ergebnisse wurden im Rahmen der IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS) präsentiert.

6.1 Forschungsdesign & Methode

Die Netzwerkanalyse wurde mit vier unterschiedlichen Gruppen durchgeführt. Dadurch konnte eine Verzerrung der Ergebnisse hinsichtlich eines spezifischen Umfeldes vermindert werden. Der Ablauf der Netzwerkanalyse war für die vier Fälle identisch. Anhand von Workshops wurden die Wirkbeziehungen zwischen den Einflussgrößen ermittelt. Pro Gruppe waren zwei Workshop Runden zur Bestimmung der Interdependenzen notwendig. Eine Runde dauerte im Durchschnitt zwei bis drei Stunden. Eine gleiche Zusammensetzung der Workshop Gruppen über alle vier Fälle hinweg stellte ein gewisses Maß an Vergleichbarkeit der Ergebnisse sicher. Ein Abteilungsleiter repräsentierte die Linienperspektive der Entwicklungsorganisation, während ein Projektleiter die Projektperspektive sicherstellte. Zudem war jeweils noch ein Experte der Organisation anwesend, der sich schwerpunktmäßig mit dem Thema Entwicklungseffizienz bzw. -effektivität auseinandersetzte. Wie auch bei den Experteninterviews dienten drei unterschiedliche Branchen als Untersuchungsgegenstand. Zwei Fallstudien wurden in der Automobilbranche durchgeführt und jeweils eine Fallstudie im Konsumgüterbereich sowie im Umfeld der Industrietechnologie.³⁵⁷

³⁵⁶ Vgl. Pflaum und Weissenberger-Eibl 2017

³⁵⁷ Für eine kurze Beschreibung des Untersuchungsgegenstandes siehe Abbildung 5-1, S. 81

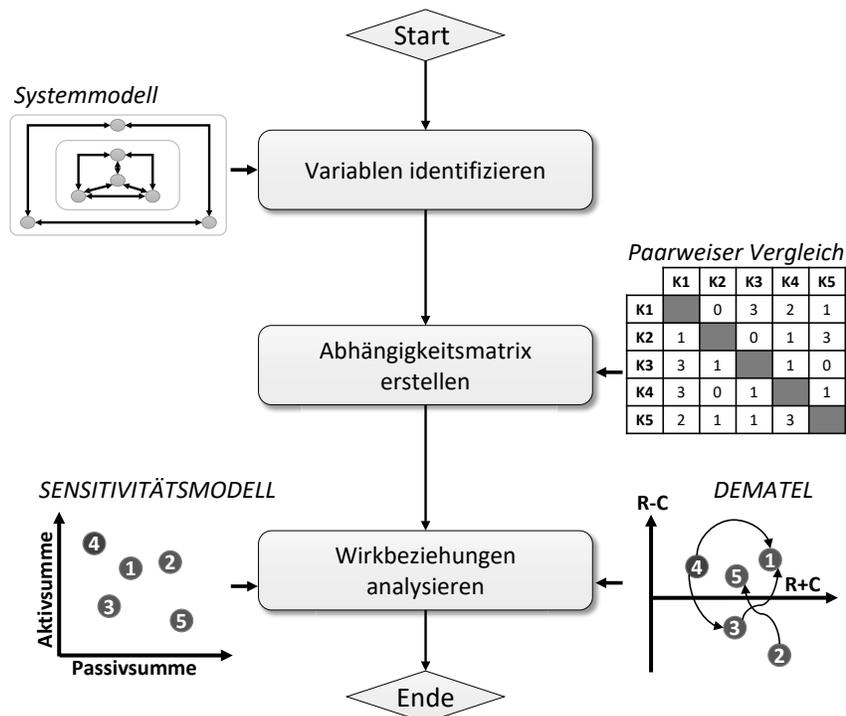


Abbildung 6-1: Schritte der Netzwerkanalyse³⁵⁸

Wie bereits in Kapitel 3.2.3 beschrieben, existieren unterschiedliche Formen der Netzwerkanalyse. Die DEMATEL-Methode sowie das Sensitivitätsmodell von VESTER sind für die Analyse der Wechselbeziehungen geeignet. Die beiden Methoden lassen sich auf drei grundlegende Schritte reduzieren:

- Identifizierung der Einflussvariablen
- Erstellen der Einflussmatrix
- Bestimmung der Rolle im System

Abbildung 6-1 stellt die Schritte grafisch dar. Im ersten Schritt sind die Einflussvariablen zu identifizieren, die für das Systemverhalten eine wichtige Rolle spielen. Hierbei ist es wichtig, dass das System aus ganzheitlicher Perspektive betrachtet wird. Dieser Schritt wurde weitestgehend durch die vorherigen Studien adressiert. Das Ergebnis der Experteninterviews aus Kapitel 5 mit den empirisch validierten Einflussgrößen diente als Eingangsgröße für die Netzwerkanalyse.

Die Abhängigkeitsmatrix wird im zweiten Schritt gebildet. Zentrales Werkzeug ist der paarweise Vergleich, der alle paarweisen Kombinationen der Einflussgrößen bezüglich

³⁵⁸ Eigene Darstellung

ihres gegenseitigen Einflusses bewertet. Dabei ist zu beachten, dass die Matrix vollständig auszufüllen ist. Die Wirkbeziehung von Element A nach Element B gibt noch keine Auskunft über die Stärke der Wirkbeziehung von Element B nach Element A. Die Stärke der Wirkbeziehungen wird mit den Werten null bis drei bewertet. Folgende Frage wurde den Workshop Teilnehmern für jeden paarweisen Vergleich gestellt: *Wenn ich Element A verändere, wie stark verändert sich dann durch die direkte Einwirkung von A das Element B?*³⁵⁹ Der Wert null würde keine Beziehungen zwischen den beiden Elementen suggerieren, während ein Wert von drei eine starke Beziehung postuliert. Mit diesem Schritt kann die initiale Abhängigkeitsmatrix X bestimmt werden. Da insgesamt vier Fallstudien durchgeführt wurden, liegen vier solcher Abhängigkeitsmatrizen vor. Die Bildung des Durchschnitts aller Matrizen konsolidiert die Ergebnisse und resultiert in der Abhängigkeitsmatrix A . Abbildung A-1 im Anhang stellt die Abhängigkeitsmatrix A dar. Bis zu diesem Schritt existiert kein Unterschied zwischen den beiden Methoden. Im Gegensatz zu dem Sensitivitätsmodell sind für die DEMATEL-Methode noch einige Berechnungsschritte notwendig, um das Kausaldiagramm zu bestimmen und die jeweiligen Systemrollen der Einflussvariablen abzuleiten.

DEMATEL-Spezifikationen

Im ersten Schritt muss die Abhängigkeitsmatrix A normalisiert werden. Dazu wird jedes Element durch die größte Reihensumme der Abhängigkeitsmatrix A geteilt. Mathematisch ausgedrückt, berechnet sich der Skalar s und die normalisierte Abhängigkeitsmatrix D mit folgender Formel:³⁶⁰

$$s = \max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}, \quad D = \frac{A}{s} \quad (6-1)$$

Da die Experten nur die direkten Wirkbeziehungen zwischen den Einflussvariablen definiert haben, müssen noch die indirekten Wirkbeziehungen bestimmt werden. Die Gesamtabhängigkeitsmatrix T berücksichtigt alle direkten und indirekten Wirkbeziehungen und berechnet sich wie folgt:³⁶¹

$$T = D + D^2 + D^3 + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} D^i = D * (I - D)^{-1} \quad (6-2)$$

Die Matrix I stellt hierbei die Identitätsmatrix dar. Im letzten Schritt erfolgt noch die Berechnung der Summe der Reihen- und Spaltenwerte der Gesamtabhängigkeitsmatrix T . Mathematisch lässt sich das wie folgt darstellen:³⁶²

³⁵⁹ Vgl. Vester 2002, S. 227

³⁶⁰ Vgl. Chien et al. 2014, S. 3

³⁶¹ Vgl. ebd. für eine detailliertere Erläuterung und Herleitung der Formel

³⁶² Vgl. Wang und Tzeng 2012, S. 5606

$$R = [\sum_{j=1}^n t_{ij}]_{n \times 1}, \quad C = [\sum_{i=1}^n t_{ij}]_{1 \times n} \quad (6-3)$$

Mit den Ergebnissen aus Formel 6-3 lässt sich das Kausaldiagramm befüllen. R-C berechnet den Nettoeinfluss der jeweiligen Einflussvariablen auf das System. R+C berechnet die Summe der Ein- und Ausgangsgrößen und berechnet somit den gesamten Systemeinfluss einer Einflussvariablen.

SENSITIVITÄTSMODELL-Spezifikationen

Im Unterschied zu der DEMATEL-Methode kann die Berechnung der Parameter zur Bestimmung der Systemrollen direkt anhand der Abhängigkeitsmatrix A erfolgen. Im ersten Schritt werden die Spalten- und Reihenwerte für die jeweiligen Einflussgrößen aufsummiert. Die Aktivsumme A_k stellt die Reihensumme dar, während die Passivsumme P_k die Spaltensumme repräsentiert. Mit diesen Eingangsgrößen können im Anschluss die relevanten Kenngrößen zur Bestimmung der Systemrollen berechnet werden:³⁶³

$$Q_k = \frac{A_k}{P_k} \quad \forall k = 1, 2, 3, \dots, n, \quad S_k = A_k * P_k \quad \forall k = 1, 2, 3, \dots, n \quad (6-4)$$

Der Aktivindex Q_k berechnet sich aus dem Quotienten der Aktiv- und Passivsumme. Er spiegelt den aktiven oder reaktiven Charakter einer Variablen wieder. Systemelemente mit einem hohen Aktivindex sind wirksame Schalthebel, während sich Systemelemente mit einem geringen Aktivindex als Indikatoren eignen.³⁶⁴ Der Index S_k berechnet sich aus dem Produkt der Aktiv- und Passivsumme und beantwortet die Frage, inwieweit sich ein Systemelement am Geschehen beteiligt.³⁶⁵ Die reine Addition der Aktiv- und Passivsumme reicht nicht aus, da sich die mit einer Rückkopplung verbundenen Rückwirkungen nicht bloß addieren, sondern multiplizieren.³⁶⁶

6.2 Ergebnisse

Die Kategorien des Kodiersystems aus Kapitel 5 bildeten die initiale Lösung für die Identifizierung geeigneter Einflussvariablen.³⁶⁷ Während eines gemeinsamen Kick-off Events erfolgte die Erläuterung des Systemmodells. Dadurch sollte gewährleistet werden, dass alle Experten das gleiche Verständnis bezüglich der identifizierten Einflussvariablen haben. Vor dem Hintergrund, dass ein paarweiser Vergleich von n Variablen zu

³⁶³ Vgl. Vester 2002, S. 230

³⁶⁴ Vgl. ebd.

³⁶⁵ Vgl. ebd.

³⁶⁶ Vgl. ebd.

³⁶⁷ Vgl. Tabelle 5-1, S. 86

insgesamt $n * (n - 1)$ Bewertungen führt, erfordert das initiale Systemmodell mit 25 Erfolgsvariablen 600 Bewertungen. Da diese Anzahl an Bewertungen im Rahmen der Workshop Sitzungen nicht zielführend zu bearbeiten ist, wurde, zusammen mit allen Workshop Teilnehmern, die Anzahl an Einflussvariablen reduziert. Es wurde explizit darauf geachtet, dass dadurch kein Informationsverlust zum Tragen kommt. Aus diesem Grund musste unter anderem jede Dimension durch mindestens eine Einflussvariable repräsentiert werden. Zur Reduzierung wurden im ersten Schritt stark miteinander vernetzte Einflussgrößen aus der gleichen Dimension zusammengefasst. Nach Ansicht der Experten war die Einflussvariable Strategie ausreichend, um die strategische Ausrichtung sowie das Projektportfolio zu beschreiben. Mit der gleichen Argumentation fassten die Experten die Kategorien der Dimensionen Methoden & Tools zu einer Einflussvariablen zusammen. Aufgrund der hohen Interdependenz zwischen den Kategorien Transparenz und Kommunikation erfolgte ebenfalls eine Konsolidierung zu einer Einflussvariablen. Weiterhin sollten nur Variablen verwendet werden, die für alle Experten eine starke Wirkung haben. Aus diesem Grund einigten sich die Experten auf das Entfernen der Kategorie Supportprozesse, da die Dimension organisatorische Unterstützung bereits durch die Einflussvariablen Kultur und Management Unterstützung ausreichend repräsentiert ist.

Nach Anwendung dieser Schritte bestand das Systemmodell aus 21 Variablen. Für die folgenden Workshops hatten die Gruppen demnach 420 paarweise Vergleiche zu bewerten. Nach Ende der beiden Workshop Sitzungen war die Abhängigkeitsmatrix vollständig befüllt. Abbildung 6-2 zeigt als Beispiel das Ergebnis für die Konsumgüter Gruppe.

Wirkung von ↓ auf →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ΣA
1 Strategie	0	3	3	1	1	2	1	3	2	2	1	2	0	3	1	0	2	0	1	2	2	32
2 Marktorientierung	1	0	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	2	1	2	2	2	2	3	1	24
3 Produktkonzept	0	0	0	1	0	1	1	0	3	1	0	0	1	1	2	0	1	3	0	2	2	19
4 Organisatorische Aufstellung	0	2	1	0	3	3	1	0	2	1	0	3	2	3	2	3	1	2	2	3	1	35
5 Wissensmanagement	1	2	1	0	0	0	2	3	0	1	0	1	1	2	1	2	1	2	0	2	2	24
6 Projektübergreif. Ressourcenpla.	0	2	1	2	1	0	0	1	3	2	2	1	1	1	2	3	2	2	2	2	2	32
7 Methoden & Tools	0	1	1	0	1	1	0	0	2	0	1	3	1	2	1	1	2	1	2	1	1	21
8 Kompetenzen & Fähigkeiten	3	2	1	2	3	1	2	0	3	2	1	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	37
9 Teamzusammensetzung	0	2	1	1	3	1	2	2	0	3	2	2	2	2	1	3	2	1	1	2	1	34
10 Motivation	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8
11 Kultur	2	2	2	1	2	0	2	1	1	1	0	3	2	3	1	2	1	1	1	2	2	32
12 Management Unterstützung	1	2	1	1	2	2	2	1	2	3	3	0	2	2	1	3	2	1	2	2	2	37
13 Transparenz & Kommunikation	0	2	2	0	3	2	0	0	0	1	2	1	0	2	1	2	1	2	2	1	2	26
14 Entscheidungsfindung	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	1	1	1	10
15 Feedbackschleifen	0	2	2	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	2	0	1	2	2	1	3	2	20
16 Ressourcenplanung im Projekt	0	0	0	1	2	2	0	0	1	2	0	1	1	2	1	0	1	2	2	0	2	20
17 Frühzeitige Risikoreduzierung	1	2	2	2	0	1	1	0	1	1	0	0	2	2	1	2	0	2	2	1	2	25
18 Aktivitätenplanung	0	0	0	0	1	1	1	0	1	2	0	1	2	1	2	2	2	0	1	2	2	21
19 Anpassungsfähigkeit	0	2	2	1	1	1	1	0	0	2	0	0	0	2	1	2	1	2	0	2	2	22
20 Kundenorientierung	1	3	2	2	1	2	0	1	1	3	1	2	2	2	2	1	2	2	2	0	0	32
21 Zuliefererintegration	0	1	2	0	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	0	0	26
ΣP	10	32	28	15	28	24	19	14	22	33	14	25	26	37	27	32	27	32	27	34	31	

Abbildung 6-2: Abhängigkeitsmatrix der Konsumgüterbranche³⁶⁸

Für die finale Auswertung wurde der Durchschnitt aus allen vier Abhängigkeitsmatrizen gebildet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit und Kürze sind im Folgenden nur die Ergebnisse beschrieben. Tabelle 6-1 stellt die Ergebnisse der Kalkulationen für die DEMATEL-Methode und das Sensitivitätsmodell von VESTER dar. Die Spalten AS und PS geben die Aktiv- und Passivsumme als Durchschnitt der vier Fallstudien an. Weiterhin sind die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Kenngrößen für die beiden angewandten Methoden dargestellt, die für die Definition der Systemrollen erforderlich sind.

³⁶⁸ Eigene Darstellung

Tabelle 6-1: Parameterberechnung für DEMATEL und das Sensitivitätsmodell von VESTER

ID	Variable	AS	PS	DEMATEL		VESTER	
				R-C	R+C	Q	S
1	Strategie	33,5	10,25	2,02	3,75	3,27	343
2	Marktorientierung	23,5	22,25	0,15	3,88	1,06	523
3	Produktkonzept	17	25,5	-0,62	3,53	0,67	434
4	Organisatorische Aufstellung	33,5	15,5	1,50	4,10	2,16	519
5	Wissensmanagement	23,75	24,25	0,03	3,94	0,98	576
6	Projektübergreifende Ressourcenplanung	27,5	26,75	0,09	4,46	1,03	736
7	Methoden & Tools	19,75	17	0,21	2,99	1,16	336
8	Kompetenzen & Fähigkeiten	30,25	19,75	0,98	4,13	1,53	597
9	Teamzusammensetzung	26,75	23,25	0,29	4,05	1,15	622
10	Motivation	12,5	35	-1,78	4,04	0,36	438
11	Kultur	28	22	0,57	4,24	1,27	616
12	Management Unterstützung	34,5	20,5	1,13	4,58	1,68	707
13	Transparenz & Kommunikation	21,25	20,25	0,01	3,41	1,05	430
14	Entscheidungsfindung	14,75	32,75	-1,48	3,87	0,45	483
15	Feedbackschleifen	18,75	28,25	-0,92	3,93	0,66	530
16	Ressourcenplanung im Projekt	18	25,25	-0,67	3,66	0,71	455
17	Frühzeitige Risikoreduzierung	28,75	22,25	0,42	4,12	1,29	640
18	Aktivitätenplanung	20,25	26	-0,62	3,89	0,78	527
19	Anpassungsfähigkeit	18,5	28,25	-0,92	3,89	0,65	523
20	Kundenorientierung	26,75	29	-0,14	4,74	0,92	776
21	Zuliefererintegration	14,5	18	-0,26	2,70	0,81	261

Zur Visualisierung der Ergebnisse kann für beide Methoden ein Kausaldiagramm gebildet werden. Die Achse R-C zeigt bei der DEMATEL-Methode den Nettoeinfluss der Einflussvariablen an, während die Achse R+C den Gesamteinfluss der Variablen darstellt. Darüber hinaus sollen bei der DEMATEL-Methode starke Wirkbeziehungen visualisiert werden. Bei diesem Fallbeispiel lag der Grenzwert bei $\geq 2,5$, da dies das Optimum zwischen Aussagekraft und Übersichtlichkeit darstellte. Dies bedeutet, dass alle paarweisen Wirkbeziehungen mit einem Wert größer 2,5 ebenfalls in dem Kausaldiagramm abgebildet sind. Im Gegensatz zu der DEMATEL-Methode nutzt das Sensitivitätsmodell von VESTER eine andere Achsendefinition, die zu einem differenzierten Layout des Kausaldiagramms führt. In diesem Fall repräsentiert die Y-Achse die Aktivsumme der Einflussvariablen und die X-Achse stellt die Passivsumme dar. Abbildung 6-3 zeigt die Kausaldiagramme für beide Methoden.

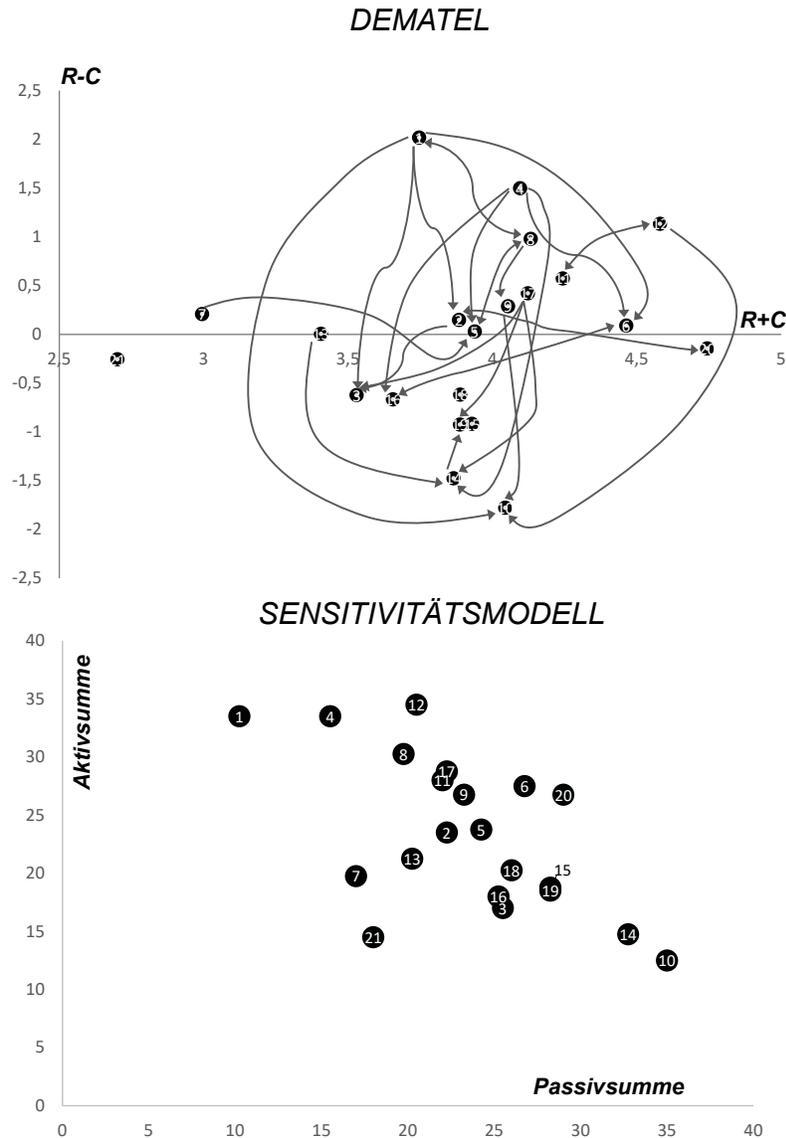


Abbildung 6-3: Kausaldiagramme zur Visualisierung der Systemrollen³⁶⁹

Obwohl beide Methoden unterschiedliche Berechnungsformeln und Kausaldiagramme verwenden, verfolgen sie den gleichen Zweck. Mit Hilfe der Ergebnisse von Tabelle 6-1 und Abbildung 6-3 lässt sich bestimmen, welche Rolle die jeweilige Einflussvariable im System einnimmt. Wie bereits beschrieben, kann generell zwischen zwei Spannungsfeldern unterschieden werden.³⁷⁰ Das erste Spannungsfeld unterscheidet zwischen aktiven und passiven Einflussgrößen. Bei der DEMATEL Methode wird dies anhand des

³⁶⁹ Eigene Darstellung

³⁷⁰ Vgl. Vester 2002, S. 234

R-C Wertes und beim Sensitivitätsmodell anhand des Quotienten zwischen Aktiv- und Passivsumme bestimmt. Das zweite Spannungsfeld bewertet den Gesamteinfluss der jeweiligen Einflussvariablen, indem es zwischen kritischen und puffernden Variablen unterscheidet. Die DEMATEL-Methode nutzt hierfür den R+C Wert und nach dem Sensitivitätsmodell wird das Produkt aus Aktiv- und Passivsumme gebildet.

Um praktische Implikationen abzuleiten, ist eine Fokussierung auf die äußeren Werte jedes Spannungsfeldes sinnvoll. Abbildung 6-4 stellt eine Priorisierung der Einflussvariablen anhand des Systemverhaltens dar. Zur Gewährleistung der Übersichtlichkeit sind jeweils nur die Top-Vier aus allen Schlüsselrollen (aktiv, passiv, kritisch, puffernd) abgebildet.

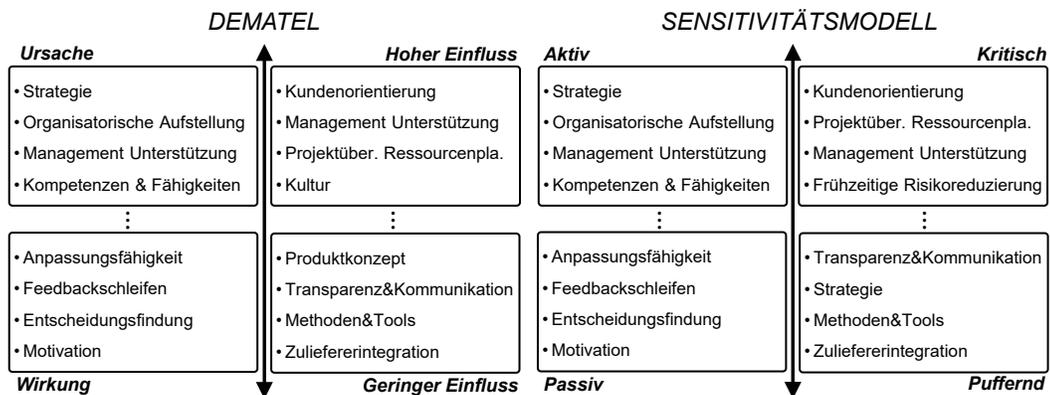


Abbildung 6-4: Priorisierung der Einflussvariablen anhand deren Systemverhalten³⁷¹

Auf den ersten Blick sind keine großen Unterschiede zwischen den beiden Methoden erkennbar. In Bezug auf das erste Spannungspaar (aktiv vs. passiv) haben beide Methoden die gleiche Zusammenstellung an Einflussvariablen. Die Einflussvariablen Strategie, organisatorische Aufstellung, Management Unterstützung und Kompetenzen & Fähigkeiten sind die Stellhebel im untersuchten System. Diese Gruppe hat einen hohen Einfluss auf die restlichen Einflussvariablen und ist folglich zur Steuerung und Stabilisierung geeignet.³⁷² Dahingegen haben die Einflussvariablen Anpassungsfähigkeit, Feedbackschleifen, Entscheidungsfindung und Motivation eine hohe Passivsumme bei gleichzeitig geringer Aktivsumme. Hier steuernd einzugreifen gleicht einer Symptombehandlung, da die Reichweite der Wirkung eingeschränkt ist. Aufgrund der hohen Passivsumme nehmen diese Einflussvariablen die Rolle des Beobachters im System ein und

³⁷¹ Eigene Darstellung

³⁷² Vgl. Vester 2002, S. 235

sind dadurch gut als Indikator geeignet.³⁷³ Auffallend ist, dass bei diesem Spannungsfeld alle Stellhebel der organisatorischen Ebene zuzuordnen sind. Darüber hinaus können bis auf die Einflussvariable Motivation alle Indikatoren explizit der Projektebene zugeordnet werden. Dies ist ein Indiz, dass die theoretischen Vorüberlegen empirisch belegbar sind. Zum Beispiel hat nach der Abhängigkeitsmatrix die organisatorische Aufstellung einen hohen Einfluss auf die Anpassungsfähigkeit und die Entscheidungsfindung.

Im Gegensatz zu dem ersten Spannungspaar gibt es für das zweite Spannungspaar (kritisch vs. puffernd), das den Gesamteinfluss der Einflussvariablen beschreibt, Unterschiede zwischen den beiden Methoden. Die DEMATEL-Methode sieht in absteigender Reihenfolge die Einflussvariablen Kundenorientierung, Management Unterstützung, Projektübergreifende Ressourcenplanung und Kultur als Element mit dem größten Systemeinfluss. Das Sensitivitätsmodell von *VESTER* unterscheidet sich nur in dem Punkt, dass es die Einflussvariable Kultur durch frühzeitige Risikoreduzierung ersetzt. Dies liegt hauptsächlich an der Tatsache, dass das Sensitivitätsmodell aufschaukelnde Einflussvariablen höher gewichtet. Einflussvariablen, die einen hohen Gesamteinfluss auf das System haben, eignen sich als Initialzündler, um Änderungen zu starten. Bedingt durch ihre hohe Aktiv- und Passivsumme sollten sie aber mit einer gewissen Vorsicht behandelt werden, da unkontrolliertes Aufschaukeln und Umkippen möglich ist.³⁷⁴

Auf der anderen Seite dieses Spannungsfeldes sind Einflussvariablen angesiedelt, die einen relativ geringen Systemeinfluss haben. Nach Abbildung 6-4 sind das für die DEMATEL-Methode die Einflussvariablen Produktkonzept, Transparenz & Kommunikation, Methoden & Tools und Zuliefererintegration. Das Sensitivitätsmodell unterscheidet sich dadurch, dass die Einflussvariable Produktkonzept durch die Strategie ersetzt wird. Die Begründung ist die Gleiche, wie bei den Variablen mit einem hohen Gesamteinfluss. Das Sensitivitätsmodell bildet das Produkt zwischen Aktiv- und Passivsumme zur Bestimmung des Gesamteinflusses. Da die Strategie die geringste Passivsumme hat, kommt es zu dieser Einordnung.

³⁷³ Vgl. ebd.

³⁷⁴ Vgl. ebd.

6.3 Zwischenfazit

Die Netzwerkanalyse hat sich als geeignete Methode erwiesen, um die Wirkbeziehungen zwischen den Einflussgrößen zu modellieren. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die 21 Einflussvariablen in ihrem Systemverhalten unterscheiden. Die ausgefüllte Abhängigkeitsmatrix war hierbei als Eingangsgröße ausreichend. Trotz ihrer unterschiedlichen Berechnungssystematik, zeigen die beiden angewandten Methodenansätze (DEMATEL und Sensitivitätsmodell) nahezu die gleichen Ergebnisse. Nur bei Bestimmung des gesamten Systemeinflusses gibt es marginale Unterschiede. In Bezug auf den Berechnungsaufwand hat die DEMATEL-Methode einen höheren Aufwand und ist daher für die ad-hoc Anwendung weniger geeignet.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Netzwerkanalyse für die Erfolgsfaktorenforschung im Rahmen der Neuproduktentwicklung eine hohe Eignung aufweist. Die Überlegungen und Erkenntnisse von *WILLIAMS* und *ACKERMANN & ALEXANDER* hinsichtlich des Mehrnutzens der wechselseitigen Analyse kann bestätigt werden.³⁷⁵ Bei einer gewöhnlichen statistischen Analyse wie zum Beispiel der Regressions- und Korrelationsanalyse werden alle unabhängigen Variablen in Form von kritischen Erfolgsfaktoren innerhalb einer Ebene betrachtet. Die Ergebnisse haben jedoch gezeigt, dass sich die Einzelnen Einflussvariablen wesentlich in ihrem Systemverhalten unterscheiden.

Wie bereits bei der Beschreibung der Ergebnisse angedeutet, bestätigen und erweitern die aus den Resultaten abgeleiteten Systemrollen die Erkenntnisse der vorherigen Studien. Zum einen zeigt die Unterscheidung zwischen aktiven und passiven Einflussvariablen die Bedeutung eines Mehrebenenmodells. Die theoretischen Gestaltungsprinzipien des ressourcenbasierten Ansatzes mit der Unterscheidung zwischen Ressourcen und Fähigkeiten wurden bestätigt. Ressourcen stellen die aktiven Systemvariablen dar und beinhalten zu einem großen Anteil Einflussvariablen, die der organisatorischen Ebene zuzuordnen sind. Auf der anderen Seite sind die Fähigkeiten durch die Ressourcenebene beeinflusst und nehmen daher zum Teil eine reaktive Rolle im System ein. Dies muss aber nicht für alle Einflussvariablen auf Projektebene gelten. Aufgrund aufschaukelnder Prozesse können diese die gleiche Bedeutung wie die Einflussvariablen auf organisatorischer Ebene haben. Darüber hinaus sind die Einflussvariablen auf Projektebene leichter veränderbar und können somit einen schnelleren Nutzen generieren.

³⁷⁵ Vgl. Williams 2016, Ackermann und Alexander 2016

Für die Durchführung der Netzwerkanalyse sind ebenfalls Erkenntnisse ableitbar. Bevor mit der Bewertung der paarweisen Abhängigkeiten begonnen wird, sollte eine ausführliche Erklärung der Einflussvariablen erfolgen. Die gemeinsame Kick-off Veranstaltung zur Erklärung der methodischen Vorgehensweise und zur Vorstellung des Systemmodells hat sich als geeignete Maßnahme erwiesen. Nur wenn ein einheitliches Verständnis vorliegt, kann eine reibungslose Durchführung gewährleistet werden.

Ein gewisser Grad an Subjektivität ist bei Anwendung der Netzwerkanalyse nicht zu vermeiden. Das bringt unter anderem die einfache Bewertungsskala mit sich. Trotz dieser Restriktionen gibt es Möglichkeiten die Subjektivität auf ein akzeptables Niveau zu reduzieren. Das Zusammenstellen einer heterogenen Gruppe hat sich in Rahmen dieser Studie bewährt. Gerade die Diskussion zwischen den Teilnehmern und der daraus resultierende Kompromiss erhöhte die Objektivität. Weiterhin ist es sinnvoll, die Netzwerkanalyse mit mehreren Gruppen durchzuführen und anschließend den Durchschnitt der Gruppen zu verwenden. Ausreißer können damit eingedämmt werden. Aufgrund des erhöhten Aufwandes ist die maximale Anzahl der Gruppen limitiert. Statistische Analysen zur Validierung der Wirkbeziehungen sind daher nur eingeschränkt möglich. In Anlehnung an die entwickelte Methodik steht dieser Schritt im nächsten Kapitel im Fokus.³⁷⁶

³⁷⁶ Vgl. Kapitel 4.5, S. 74 ff.

7 Quantitative Überprüfung

Zur quantitativen Überprüfung des postulierten Bewertungsmodells wurde die Strukturgleichungsmodellierung als geeignete Analysemethode ausgewählt. Im Vergleich zu traditionellen multivariaten Analysemethoden wie zum Beispiel der Regressionsanalyse bietet die ausgewählte Methode einige Vorteile. Zum einen können Messfehler auf Indikatorebene explizit berücksichtigt werden. Weiterhin können Strukturgleichungsmodelle aus mehreren abhängigen Variablen bestehen. Dies ist für diese Studie von erheblicher Bedeutung, da dadurch Mediationseffekte prüfbar sind. Zudem zeigte sich bereits in den vergangenen Studien, dass die einzelnen Einflussgrößen nicht isoliert hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Ergebnisgrößen analysierbar sind. Es existieren mehrere abhängige, d.h. zu erklärende Variablen, bei denen untereinander ebenfalls kausale Zusammenhänge vermutet werden. Strukturgleichungsmodelle können diese komplexen Pfadmodelle abbilden.³⁷⁷ Darüber hinaus ist eine umfassende Reliabilitäts- und Validitätsprüfung der abgeleiteten Messmodelle möglich. Dies ist für die Entwicklung eines Bewertungsmodells ein notwendiger und elementarer Schritt.

Ausgangspunkt der Pfadmodellierung ist die Bildung eines Hypothesensystems, bei dem vermutete Beziehungen zwischen Variablen sachlogisch und/oder hypothetisch zu begründen sind. Anschließend werden die Konstrukte konzeptualisiert, um die hypothetischen Kausalbeziehungen abzubilden. In den weiteren Schritten werden die Konstrukte operationalisiert und einer umfassenden Güteprüfung unterzogen. Nach erfolgreichem Durchlauf dieser Schritte wird das Modell mit einer geeigneten Statistik-Software geschätzt und anschließend die Modellgüte ermittelt. Abhängig von den vorliegenden Ergebnissen ist gegebenenfalls eine Modifikation des Modells notwendig.³⁷⁸ Die Ergebnisinterpretation und Dokumentation stellt den letzten Schritt dar. Der Ablauf ist in Abbildung 7-1 kurz skizziert.

³⁷⁷ Vgl. Arzheimer 2016, S. 2, Backhaus et al. 2016, S. 581

³⁷⁸ Vgl. Kaplan 2009, S. 9

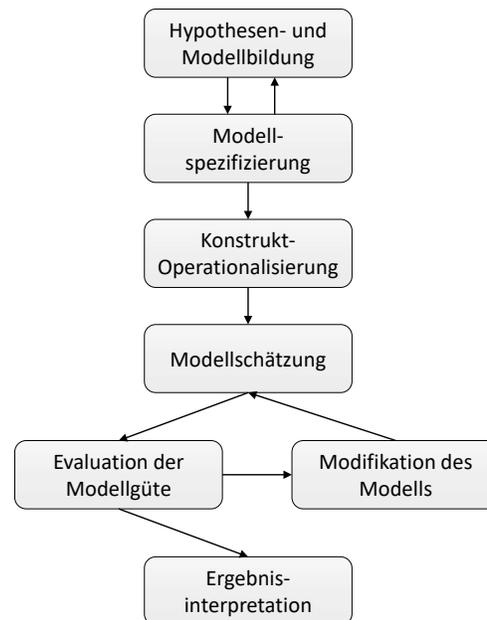
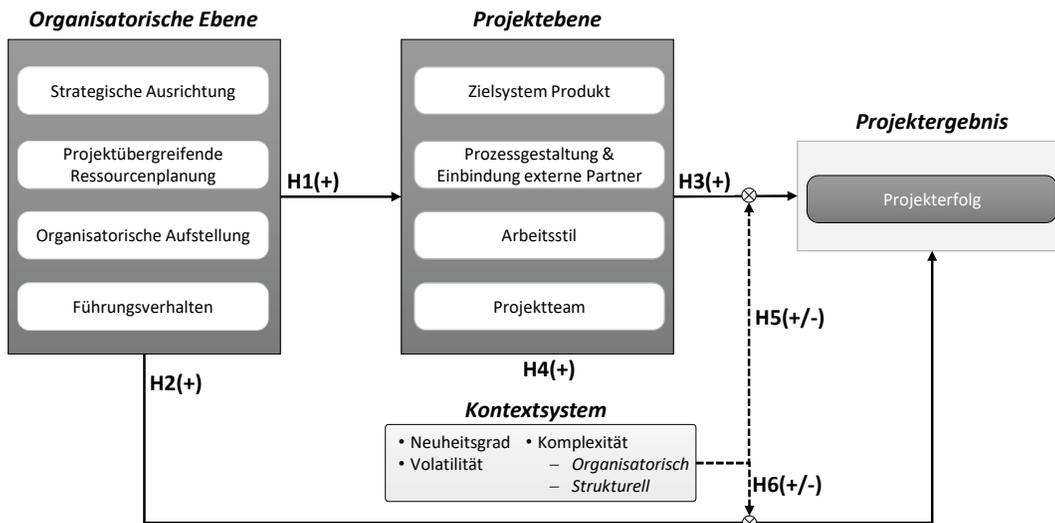


Abbildung 7-1: Allgemeiner Prozess der Strukturgleichungsmodellierung³⁷⁹

7.1 Modellentwicklung und Hypothesenbildung

In Anlehnung an die bisherigen empirischen Befunde wird im Folgenden das quantitative Forschungsmodell entwickelt. Die Herleitung des Modells mit der einhergehenden Hypothesenformulierung kann kurz gefasst werden, da es der resultierende Schritt aus den bisherigen theoretischen und empirischen Ergebnissen ist. Das in Abbildung 7-2 gezeigte Meta-Modell stellt die grundsätzlichen postulierten Zusammenhänge zwischen den Einflussgrößen dar.

³⁷⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Kaplan 2009, S. 9 und Weiber und Mühlhaus 2014, S. 86

Abbildung 7-2: Übersicht Forschungsmodell³⁸⁰

Die Struktur des Pfadmodells orientiert sich an der Systemarchitektur des Bewertungsmodells.³⁸¹ Die unabhängigen Variablen repräsentieren hierbei die organisatorische Ebene des Bewertungsmodells. Das Zielsystem wird durch die strategische Ausrichtung der Entwicklungsorganisation beschrieben. Die Variablen projektübergreifende Ressourcenplanung, organisatorische Aufstellung und Führungsverhalten beschreiben das Handlungssystem auf Organisationsebene. Sowohl in der theoretischen als auch in den empirischen Vorstudien konnten diese genannten Variablen auf organisatorischer Ebene als kritische Erfolgsfaktoren für den Projekterfolg identifiziert werden. Für die postulierten Wirkbeziehungen lassen sich zwei Pfade ableiten.

Der in Kapitel 3.4 erläuterte ressourcenbasierte Ansatz unterscheidet zwischen Ressourcen (*Resources*) und Fähigkeiten (*Capabilities*). In Bezug auf das Forschungsmodell repräsentiert die organisatorische Ebene die Einflussgrößen, die der Ressourcenebene zuzuordnen sind. Gemäß diesem Ansatz können die Einflussgrößen auf organisatorischer Ebene als initialer Auslöser für den Projekterfolg angesehen werden. Nach dieser sachlogischen Begründung lässt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Einflussgrößen auf der organisatorischen Ebene und der Projektebene vermuten. Verstärkt werden diese Überlegungen noch durch die Ergebnisse der Netzwerkanalyse aus Kapitel 6. Die strategische Ausrichtung und die organisatorische Aufstellung haben eine aktive Systemrolle, während das Führungsverhalten und die projektübergreifende Ressourcenplanung eine kritische Systemrolle einnehmen. Beide Systemrollen verdeut-

³⁸⁰ Eigene Darstellung

³⁸¹ Vgl. Abbildung 4-4, S. 64

lichen, dass die Einflussgrößen innerhalb der organisatorischen Ebene einen hohen Einfluss auf das System Produktentwicklung haben. Zusammenfassend lässt sich aus der dargelegten Argumentation folgende Meta-Hypothese ableiten:

H1: Die Variablen innerhalb der organisatorischen Ebene haben einen positiven Einfluss auf die Variablen der Projektebene

Neben den eben beschriebenen indirekten Wirkbeziehungen wird in vielen Studien im Forschungszweig Neuproduktentwicklung, die sich auf den ressourcenbasierten Ansatz beziehen, ein direkter Effekt auf den Projekterfolg postuliert. REID & BRADY bilden in ihrem Forschungsmodell eine direkte Pfadbeziehung von den Einflussgrößen auf Programmebene auf das Projektergebnis ab.³⁸² Die Programmebene ist, auf den Kontext dieser Arbeit angepasst, mit der organisatorischen Ebene zu vergleichen. Die Plausibilität einer direkten Wirkbeziehung der organisatorischen Ebene wird zudem durch die bereits empirischen Ergebnisse dieser Arbeit verstärkt. Im Rahmen der qualitativen Interviews wurden die Experten hinsichtlich kritischer Erfolgsfaktoren für den Projekterfolg befragt. Obwohl der Fokus auf einem konkreten Entwicklungsprojekt lag, besteht das Kodiersystem aus 15 Kategorien, die der organisatorischen Ebene zuzuordnen sind.³⁸³ Die Ergebnisse der initialen quantitativen Befragung verstärken noch einmal diese Vermutung. Auch bei dieser Studie lag der Fokus auf dem Erfolg eines Entwicklungsprojektes. Die dargelegte Argumentation führt zur folgenden Meta-Hypothese:

H2: Die Variablen innerhalb der organisatorischen Ebene haben einen positiven und direkten Einfluss auf den Projekterfolg

Die Zwischenebene des Forschungsmodells wird durch die Projektebene dargestellt. Einflussgrößen innerhalb dieser Ebene werden auch als intervenierende Variablen bezeichnet. In Anlehnung an die Systemarchitektur des Bewertungsmodells und der empirischen Voruntersuchungen lassen sich die Variablen innerhalb der Projektebene anhand von vier Dimensionen sachlogisch gruppieren. Die Dimensionen Arbeitsstil und Projektteam repräsentieren das Handlungssystem der Projektebene. Die Dimension Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner umfasst Variablen, die sich auf das Prozesssystem beziehen. Einflussgrößen zur geeigneten Modellierung des Zielsystems werden durch die namensgleiche Dimension Zielsystem Produkt repräsentiert. Im Hinblick auf die Bedeutung der Variablen auf Projektebene für das Projektergebnis gilt die gleiche Argumentationslogik wie bei der organisatorischen Ebene. Demnach lässt sich folgende Meta-Hypothese formulieren:

³⁸² Vgl. Reid und Brady 2012, S. 236

³⁸³ Vgl. Kapitel 5.2, S. 83 ff.

H3: Die Variablen innerhalb der Projektebene haben einen positiven Einfluss auf den Projekterfolg

Ein weiterer wichtiger Bestandteil des Forschungsmodells ist das Zusammenspiel von unterschiedlichen Erfolgsfaktoren. In den vorangegangenen Hypothesen lag der Fokus auf der Modellierung der Wirkbeziehungen zwischen zwei unterschiedlichen Ebenen. Weiterhin kann auch das Zusammenspiel aller drei Ebenen analysiert werden. Dabei kommt den Einflussgrößen auf Projektebene eine besondere Rolle zu, da sie als intervenierende Variable ein Bindeglied zwischen der organisatorischen Ebene und der Projektebene bilden. Auch hier dient der ressourcenbasierte Ansatz als theoretisches Erklärungsmodell. Der Erfolg eines Unternehmens hängt davon ab, ob das Unternehmen über die Fähigkeiten verfügt, die Ressourcen im Rahmen des Entwicklungsprozesses in erfolgreiche Produkte umzuwandeln.³⁸⁴ Anders formuliert haben die Einflussgrößen auf Projektebene die Aufgabe, den Effekt der organisatorischen Ebene aufzunehmen und auf das Projektergebnis zu übertragen. Somit wird ein indirekter Effekt der organisatorischen Ebene auf das Projektergebnis postuliert. Nach dem gleichen Prinzip, nur mit unterschiedlichen Einflussgrößen, gibt es erste Ansätze im Rahmen des Forschungsstranges Neuproduktentwicklung. Zum Beispiel untersuchten *SALOMO ET AL.* die medierende Wirkung des Prozessmanagements im Rahmen von Entwicklungsprojekten auf den Innovationserfolg.³⁸⁵ *KOCK ET AL.* modellierten die frühe Phase des Innovationsprozesses als Mediator, der unter anderem die strategische Zielsetzung auf den Erfolg des Projektportfolios mediiert.³⁸⁶ Die Konsolidierung dieser Überlegungen und Erkenntnisse führt zur Formulierung folgender Hypothese:

H4: Die Variablen auf Projektebene medieren die Wirkung der Variablen innerhalb der organisatorischen Ebene auf den Projekterfolg

Die Kontingenztheorie als wichtiger theoretischer Bezugsrahmen bildet einen zusätzlichen Baustein für die Herleitung des Forschungsmodells. Wie bereits in Kapitel 3.3.2 beschrieben, gewinnt die Betrachtung des Kontextsystems zunehmend an Bedeutung. Demnach wird auch vermutet, dass im Rahmen dieser Studie das Kontextsystem einen Einfluss auf die Wirkbeziehungen hat. Zur Beschreibung geeigneter Einflussgrößen können die Ergebnisse aus Kapitel 3.3.2 zu Rate gezogen werden.³⁸⁷ Vier Variablen beschreiben im Forschungsmodell das Kontextsystem. Der Neuheitsgrad, die Volatilität

³⁸⁴ Vgl. Kapitel 3.4, S. 49 ff.

³⁸⁵ Vgl. Salomo et al. 2007, S. 287

³⁸⁶ Vgl. Kock et al. 2015, S. 542

³⁸⁷ Vgl. Kapitel 3.3.2, S. 43 ff.

und die strukturelle sowie die organisatorische Komplexität stellen das Kontextsystem umfassend dar. Es werden speziell den direkten Pfadbeziehungen zum Projektergebnis eine höhere Dynamik und somit ein höheres Anpassungsverhalten an den Kontext vorhergesagt. Dies ist in Einklang mit aktuellen Erfolgsfaktorstudien, die in Kapitel 3.4.2. beschrieben sind.³⁸⁸ Diese Studien haben bereits eine Vielzahl von Kontextfaktoren empirisch untersucht und liefern daher die Argumentationsgrundlage für die Integration des Kontextsystems in das Forschungsmodell.³⁸⁹ Daher ist davon auszugehen, dass der Entwicklungskontext die Pfade zu dem Projektergebnis beeinflusst, während für die Beziehungen zwischen der Projektebene und der organisatorischen Ebene kein Interaktionseffekt begründbar ist. Es lassen sich folgende zwei Meta-Hypothesen ableiten:

H5: *Der Entwicklungskontext hat einen signifikanten Einfluss auf die direkten Pfadbeziehungen zwischen der Projektebene und dem Projekterfolg*

H6: *Der Entwicklungskontext hat einen signifikanten Einfluss auf die direkten Pfadbeziehungen zwischen der organisatorischen Ebene und dem Projekterfolg*

7.2 Untersuchungsdesign

7.2.1 Vorgehen und Verlauf der Datenerhebung

Für diese Studie wurde ein vollstandardisierter Fragebogen zur Validierung des postulierten Hypothesensystems verwendet. Grundsätzlich ist zu entscheiden, ob eine traditionelle Offline-Befragung mit Hilfe eines in Papierform verschickten Fragebogens durchgeführt werden soll oder ob eine Online-Befragung gewählt wird. Aufgrund der vereinfachten Auswertbarkeit und der hohen Benutzerfreundlichkeit beim Ausfüllen kam eine Online-Befragung zum Einsatz. Die Befragungssoftware *Inquery* wurde als geeignetes Softwaretool zur Realisierung der Umfrage identifiziert. Der Fragebogen bestand aus insgesamt 12 Seiten, die logisch miteinander verknüpft waren. Auf einer Begrüßungsseite wurde zunächst die Zielsetzung des Fragebogens erläutert. Die Teilnehmer wurden explizit darauf hingewiesen, ihre Antworten auf ein konkretes Referenzprojekt zu beziehen, das zeitnah abgeschlossen wurde. Der organisatorische Kontext, in dem das Projekt eingebettet war, sollte ebenfalls berücksichtigt werden. Darüber hinaus sollten die Teilnehmer eine aktive Rolle eingenommen haben, so dass eine realistische Bewertung des Fragebogens gegeben war. Inhaltlich gliedert sich der Fragebogen in folgende fünf Abschnitte, die auch die Abfragereihenfolge darstellt:

³⁸⁸ Vgl. Kapitel 3.4.2, S. 51 ff.

³⁸⁹ Vgl. Abbildung 3-10, S. 48

- Einleitung & Allgemeine Projektdaten
- Bewertung des Projektergebnisses
- Bewertung der organisatorischen Ebene
- Bewertung der Projektebene
- Bewertung des Kontextsystems

Im Rahmen eines Pre-Tests wurde der Fragebogen zunächst mit 20 Experten im Bereich Produktentwicklung hinsichtlich der Verständlichkeit der Konstrukte und der inhaltlichen Plausibilität geprüft. Die Ergebnisse des Pre-Tests flossen in die Hauptstudie mit ein. Auf Basis des Feedbacks der Experten wurden einzelne Indikatoren teilweise umformuliert. Der Aufbau des Fragebogens wurde als schlüssig befunden und die Befragungsdauer lag im Durchschnitt mit 19 Minuten in einem angemessenen zeitlichen Rahmen.

Für die Datenerhebung einer Hauptuntersuchung ist es zunächst wichtig, den befragten Personenkreis der Untersuchung zu identifizieren. Die Studie wurde in einem großen internationalen Mischkonzern durchgeführt. Die Zielgruppe waren Führungskräfte in der Produktentwicklung mit Linien- oder Projektverantwortung. Zwei Quellen dienten hierbei zur Identifikation geeigneter Teilnehmer. Als primäre Quelle diente eine Schulungsdatenbank für Führungskräfte. Eine weitere Quelle war ein persönliches Netzwerk zu Projektbüros (Project Management Offices), die Kontakte zur der genannten Zielgruppe haben.

Die Hauptstudie erstreckte sich über einen Zeitraum von zwei Monaten. Insgesamt wurden 1147 potenzielle Teilnehmer kontaktiert und gebeten an der Studie teilzunehmen. Die Teilnehmer erhielten per Email ein Anschreiben, indem der Befragungslink enthalten war. Nach 2,5 Wochen wurde eine Erinnerungsmail an die Teilnehmer geschickt, mit der Bitte sich an der Studie zu beteiligen. Nach Ende des Befragungszeitraumes hatten 327 Teilnehmer den Fragebogen bis zum Ende bearbeitet. Dies ergibt eine Rücklaufquote von 28,5%. Teilnehmer, die den Fragebogen vorzeitig abgebrochen hatten, wurden für die weitere Auswertung ausgeschlossen. Vor dem Hintergrund, dass ausschließlich Führungskräfte mit Projekt- oder Linienverantwortung an der Umfrage teilnahmen, ist die erzielte Rücklaufquote sehr zufriedenstellend.

7.2.2 Beurteilung der Datenbasis

Vor der eigentlichen Modellschätzung und Hypothesenprüfung ist zu prüfen, ob der vorliegende Datensatz die notwendigen Voraussetzungen erfüllt. Die Überprüfung auf Verzerrung, der Umgang mit fehlenden Werten und die Prüfung auf Multinormalverteilung werden in diesem Abschnitt behandelt.

7.2.2.1 Überprüfung auf Verzerrung

Damit stichprobenbasierte Ergebnisse auf eine Grundgesamtheit übertragbar sind, ist ein hohes Maß an Unverzerrtheit der erhaltenen Antworten erforderlich. Im Folgenden wird daher der Datensatz auf mögliche Verzerrungen untersucht. Dabei wird im Einzelnen das Vorliegen eines *Non-Response Bias*, eines *Informant Bias* sowie eines *Common Method Bias* analysiert.

Der ***Non-Response Bias*** untersucht systematische Unterschiede im Antwortverhalten zwischen denen, die sich tatsächlich an der Umfrage beteiligt haben und denen, die sich nicht beteiligt haben.³⁹⁰ Nach *ARMSTRONG & OVERTON* kann der *Non-Response Bias* durch den Vergleich zwischen Teilnehmern, die zu einem frühen Zeitpunkt antworteten (Frühantworter) und Teilnehmern, die zu einem späten Zeitpunkt antworteten (Spätantworter), identifiziert werden. Antworten, die am Ende des Befragungszeitrahmens eingehen, haben nach diesem Ansatz die gleichen Eigenschaften wie die Antworten der Teilnehmer, die sich nicht an der Umfrage beteiligten.³⁹¹ Statistisch signifikante Unterschiede bei den Mittelwerten der erfassten Variablen legen den Schluss nahe, dass der *Non-Response Bias* ein Problem in der Studie darstellt. Dieser zeitbasierte Ansatz wurde auch in dieser Studie angewandt. Anhand eines t-Tests wurde das Antwortverhalten von Früh- bzw. Spätantwortern miteinander verglichen. Geordnet nach Antwortzeitpunkt, repräsentiert das erste Quartil das Verhalten der Frühantworter, während das letzte Quartil die Spätantworter repräsentiert. Hierbei konnte bei keinem der Modellkonstrukte ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0,05$) zwischen Früh- und Spätantwortern festgestellt werden.³⁹² Es kann somit davon ausgegangen werden, dass kein starker *Non-Response Bias* vorliegt.

Ein ***Informant Bias*** liegt vor, wenn ein systematischer Messfehler zwischen der subjektiven Wahrnehmung des Informanten und dem objektiven Wert des zu messenden Indikators besteht. Als wesentliche Ursachen für einen *Informant Bias* gelten Informations- und Bewertungsunterschiede in Abhängigkeit von Funktionsbereichen und Hierarchiestufen.³⁹³ Wie beim *Non-Response Bias* werden zur Prüfung des *Informant Bias* unterschiedliche Gruppen gebildet und diese hinsichtlich ihres Einflusses auf die Modellkonstrukte überprüft. Ein signifikanter Unterschied im Antwortverhalten der jeweiligen Gruppen weist auf mögliche Bewertungsunterschiede hin.³⁹⁴ Für diese Studie dienten die

³⁹⁰ Vgl. Armstrong und Overton 1977

³⁹¹ Vgl. Ebd.

³⁹² Vgl. Tabelle A-6 im Anhang

³⁹³ Vgl. Ernst und Teichert 1998, S. 723

³⁹⁴ Vgl. Kester et al. 2014,

Position und die Branchenzugehörigkeit als Eingangsgröße zur Gruppenbildung. Bei einem Gruppenvergleich von mehr als zwei Gruppen findet die ANOVA-Analyse anstatt des t-Tests Ihre Anwendung. Für den Gruppenvergleich entsprechend der Position/Rolle im Referenzprojekt wurden drei Gruppen gebildet: die Projektleiter, die Gruppenleiter zusammen mit den Entwicklern und die Abteilungsleiter zusammen mit dem oberen Management. Die anschließende ANOVA-Analyse zeigte nur bei den Konstrukten strategische Ausrichtung ($p=0,01$) und Führung ($p=0,01$) signifikante Unterschiede.³⁹⁵ Die Gruppe Abteilungsleiter & oberes Management sind für diese Unterschiede verantwortlich. Aufgrund der vorliegenden Datenbasis wurde bei der Branchenzugehörigkeit zwischen den Gruppen Automotive und Non-Automotive unterschieden. Der Vergleich zwischen Automotive und Non-Automotive zeigte nur bei den Konstrukten Teammotivation ($p<0,01$), Kundenintegration ($p<0,01$) und Teamzusammensetzung ($p=0,01$) signifikante Gruppenunterschiede bei den Mittelwerten.³⁹⁶ Diese geringe Anzahl legt den Schluss nahe, dass keine systematische Verzerrung des Antwortverhaltens beobachtbar ist.

Bei der Strukturgleichungsmodellierung können zudem Problemfelder auftauchen, die im Wesentlichen auf den Prozess der Datengenerierung zurückzuführen sind und somit ebenfalls zu verzerrten Ergebnissen führen. Ein zentrales Phänomen ist die Existenz von Varianzanteilen, die aus dem Einsatz der Erhebungsmethodik resultieren und folglich in Ergebnisverzerrungen resultieren.³⁹⁷ Dieser Effekt wird in der wissenschaftlichen Literatur als **Common Method Bias** bezeichnet. Methodenfehler können auf eine Vielzahl von Ursachen zurückgeführt werden. Diese lassen sich zu den vier Kategorien Beurteilereffekte, Itemeffekte, Fragebogenkontext-Effekte und Messkontexteffekte zuordnen.³⁹⁸

Grundsätzlich können die Ansätze zur Beherrschung der Methodenverzerrung in zwei Gruppen gegliedert werden. Die erste Gruppe befasst sich mit präventiven Möglichkeiten im Bereich der Datenerhebung, während Letztere die erhobenen Daten mit Hilfe statistischer Prüfverfahren auf mögliche Methodenverzerrungen überprüft.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde versucht, beide Ansätze möglichst umfassend in der quantitativen Studie zu berücksichtigen. Präventiv wurde bei der Fragebogengestaltung explizit darauf geachtet, dass Prädiktor- und Kriteriumsvariablen getrennt voneinander

³⁹⁵ Vgl. Tabelle A-8 im Anhang

³⁹⁶ Vgl. Tabelle A-7 im Anhang

³⁹⁷ Vgl. Weiber und Mühlhaus 2014, S. 353

³⁹⁸ Vgl. Podsakoff et al. 2003, S. 881

erfasst wurden. Die Erfassung der Items des Projektergebnisses wurde inhaltlich getrennt und zeitlich vor der Bewertung der Items auf Organisations- und Projektebene vorgenommen. Darüber hinaus konnte die Sicherstellung der Anonymität dem sozial erwünschten Antwortverhalten und dem Konsistenzstreben entgegenwirken. Durch den Pre-Test konnte eine Verbesserung der Messindikatoren erfolgen und somit konnten weitere Ursachen der Methodenverzerrung reduziert werden. Unverständliche und komplizierte Fragen wurden dadurch vermieden und vage Fragestellungen präzisiert.³⁹⁹

Trotz dieser präventiven Ansätze kann eine Methodenverzerrung nicht ausgeschlossen werden. Aus diesem Grund wurden in dieser Arbeit ebenfalls statistische ex ante Prüfverfahren eingesetzt. Die einfachste Möglichkeit ist hierbei der *Harman-Ein-Faktor-Test*.⁴⁰⁰ Unter Verwendung einer explorativen Faktorenanalyse wird geprüft, ob die zugrundeliegende Variablen- und Itemsamtheit aller Items über einen einzigen Faktor (latentes Konstrukt) hinreichend erklärt wird. Ist dies der Fall, kann von einem schwerwiegenden Methodenfehler gesprochen werden. Wird jedoch mehr als ein Faktor extrahiert und erklärt keiner der extrahierten Faktoren einen großen Anteil an der Gesamtvarianz, so kann dies als Hinweis aufgefasst werden, dass kein ausgeprägter *Common Method Bias* vorliegt. Die erklärte Gesamtvarianz lag bei dieser Studie für einen Faktor bzw. eine Komponente bei Durchführung der Hauptkomponentenanalyse bei 22 %. Die detaillierten Ergebnisse der unrotierten Hauptkomponentenanalyse sind im Anhang in Tabelle A-9 dargestellt. Eingangsgröße für die Analyse waren alle latenten Variablen, die in dieser Studie verwendet wurden. Der geringe Wert von 22 % lässt gemäß des *Harman-Ein-Faktor-Tests* auf keine hohe Ausprägung des *Common Method Bias* schließen.

Nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft ist dieser Test nicht hinreichend, um Methodenverzerrung auszuschließen.⁴⁰¹ Die Markervariablentechnik und die Verwendung eines generellen Methodenfaktors im Strukturgleichungsmodell sind zusätzliche Methoden.⁴⁰² In dieser Studie wurde die Markervariablentechnik von *LINDELL & WHITNEY* verwendet, da sie dem aktuellen Stand der Wissenschaft entspricht und eine einfache Anwendbarkeit aufweist.⁴⁰³ Da aufgrund des Studiendesigns keine explizite Markervariable vorhanden war, empfehlen *LINDELL & WHITNEY* die Nutzung der kleinsten positiven Korrelation zwischen allen im Modell verwendeten Variablen ($r_m = \min(r_{ij})$). Die

³⁹⁹ Vgl. Podsakoff et al. 2003, S. 888

⁴⁰⁰ Vgl. Podsakoff et al. 2003

⁴⁰¹ Vgl. MacKenzie und Podsakoff 2012, Chang et al. 2010, Richardson et al. 2009

⁴⁰² Vgl. Lindell und Whitney 2001, Podsakoff et al. 2003

⁴⁰³ Vgl. Riefler et al. 2012, Williams et al. 2010

Korrelationskoeffizienten können unter Berücksichtigung der *Common Method Variance* wie folgt angepasst werden:⁴⁰⁴

$$r_{ijm} = \frac{r_{ij} - r_m}{1 - r_m} \quad (7-1)$$

Die wichtigste Frage ist, ob die Anpassung der Korrelationskoeffizienten einen statistischen Einfluss auf die untersuchten Wirkbeziehungen zwischen den Variablen hat. Dies lässt sich anhand folgender Teststatistik überprüfen:⁴⁰⁵

$$t_{\alpha/2, N-3} = \frac{r_{ijm}}{\sqrt{(1-r_{ijm}^2)/(N-3)}} \quad (7-2)$$

Dieser Ansatz fand für alle Modelle bzw. Teilmodelle im Rahmen der Studie seine Anwendung. Variablen aus dem Kontextsystem und Kontrollvariablen kamen für eine Markervariable in Betrachtung. In Abhängigkeit von dem betrachteten Teilmodell liegt der Wert für die kleinste positive Korrelation zwischen 0,00 und 0,02. Alle signifikanten Pfadbeziehungen haben im Rahmen der Studie auch nach Anpassung der Korrelationskoeffizienten einen signifikanten Einfluss. Dies ist ein weiterer Indikator, dass kein ausgeprägter *Common Method Bias* vorliegt.⁴⁰⁶

7.2.2.2 Umgang mit fehlenden Werten

Besonders bei der Strukturgleichungsmodellierung stellen fehlende Werte ein zentrales Problem dar, da das Vorliegen einer vollständigen Datenmatrix eine notwendige Voraussetzung ist. Demnach müssen fehlende Werte mit Hilfe eines geeigneten Verfahrens ersetzt werden.

Beim vorliegenden Datensatz enthielten 274 von 327 der bis zu Ende bearbeiteten Fragebögen keinerlei fehlende Werte. Das Maximum an fehlenden Werten lag bei den restlichen Fragebögen bei 7 Antwortwerten. Insgesamt fehlten nur 0,5% der Antwortwerte aus dem erhobenen Datensatz. Dieser Wert liegt deutlich unter den bekannten Grenzwerten. Dennoch ist eine Entscheidung über den Umgang mit fehlenden Werten erforderlich, um eine verzerrungsfreie Interpretation der Datenbasis zu gewährleisten. Ein nicht signifikanter Little's MCAR Test zeigte, dass fehlende Werte zufällig über die Datenmenge verteilt sind. Wenn weiterhin nur ein kleiner Anteil an fehlenden Daten vorliegt (<5%), dann ist die Imputation anhand des Expectation Maximization Algorithmus ein

⁴⁰⁴ Vgl. Lindell und Whitney 2001, S. 116

⁴⁰⁵ Vgl. ebd.

⁴⁰⁶ Vgl. ebd.

geeignetes Schätzverfahren.⁴⁰⁷ Die Schätzwerte wurden für diese Studie mit IBM SPSS 24 berechnet.

7.2.2.3 Prüfung auf Multinormalverteilung

Bei den Schätzverfahren setzt unter anderem auch der Maximum-Likelihood Algorithmus eine Multinormalverteilung der erhobenen Daten voraus. Die Prüfung auf Normalverteilung der Variablen erfolgt generell über die Momente dritter und vierter Ordnung, also die Schiefe- und Wölbungsmaße der empirischen Verteilung. Die Werte für Schiefe (*Skewness*) und Wölbung (*Kurtosis*) sollten im Bereich von -1,96 bis 1,96 liegen.⁴⁰⁸ Bei einem theoretischen Wert von Null für beide Maße liegt eine exakte Normalverteilung vor. Die Schiefe bezieht sich auf die Asymmetrie der Verteilung. Sie beschreibt, in welchem Maß die Verteilung nach links oder rechts vom Mittelwert verschoben ist. Die Wölbung bezieht sich auf die Dichteverteilung der Variablen und ist ein Maß für die Zentralisierung der Werte. Im vorliegenden Datensatz liegen die Werte für alle Variablen innerhalb der vorgegebenen Bandbreite und somit erfüllen die erhobenen Daten die Ansprüche auf Normalverteilung.⁴⁰⁹

7.2.3 Beschreibung der Stichprobe

Der Fragebogen richtete sich an Probanden, die einen breiten Erfahrungsschatz im Rahmen der Produktentwicklung haben und somit in der Lage waren, den Fragebogen vollständig auszufüllen. Abbildung 7-3 gibt einen Überblick über einige Randdaten der Stichprobe.

⁴⁰⁷ Vgl. Enders 2001; Scheffer 2002

⁴⁰⁸ Vgl. West et al. 1995, S. 56

⁴⁰⁹ Vgl. Tabelle A-5

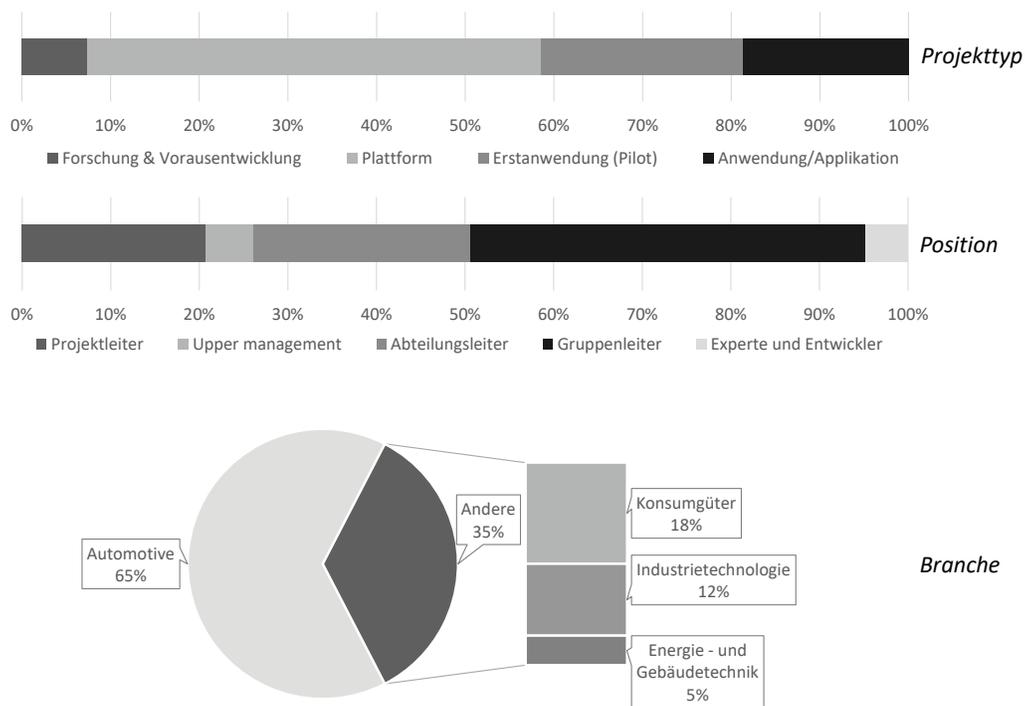


Abbildung 7-3: Überblick über die Stichprobe⁴¹⁰

Die Studienteilnehmer wurden unter anderem gefragt, in welcher Position sie sich zum Zeitpunkt des Referenzprojektes befanden. Den größten Anteil haben die Gruppenleiter mit etwa 45 %. Projektleiter sind ebenfalls in der Stichprobe vertreten und haben mit ca. 20 % einen signifikanten Anteil. Etwa die Hälfte der Teilnehmer hat ein Plattformprojekt als Referenzprojekt ausgewählt. Den zweitgrößten Anteil haben Erstanwendungen dicht gefolgt von Applikationen. Den geringsten Anteil mit ca. 7% haben die Forschungs- & Vorausentwicklungsprojekte. Die Analyse der Branchenzugehörigkeit lässt mit 65% auf eine Konzentration auf die Automobilbranche schließen. Dies ist aber nicht überraschend, da das ausgewählte Unternehmen einen Großteil des Umsatzes in der Automobilbranche generiert. Weitere Vertreter der Umfrage sind die Konsumgüterindustrie (18%), die Industrietechnologiebranche (12%) und die Energie- und Gebäudetechnikbranche (5%). Die Teilnehmer haben im Durchschnitt 16 Jahre Erfahrung in der Produktentwicklung. Dies zeigt, dass die Studienteilnehmer einen großen Erfahrungsschatz in der Produktentwicklung haben und eine geeignete Stichprobe für die Umfrage darstellen. Auch die Analyse der Produkteigenschaften lässt auf eine heterogene Stichprobe schließen. Es gab sowohl reine Softwareprojekte als auch reine Hardwareprojekte. Der Softwareanteil wurde anhand einer siebenstufigen Likert-Skala gemessen und der Mittelwert lag bei 3,26 mit einer Standardabweichung von 2,01.

⁴¹⁰ Eigene Darstellung

7.3 Methodik der Datenanalyse

Strukturgleichungsmodelle „bilden a-priori formulierte und theoretisch und/oder sachlogisch begründete komplexe Zusammenhänge zwischen Variablen in einem linearen Gleichungssystem ab und dienen der Schätzung der Wirkungskoeffizienten zwischen den betrachteten Variablen sowie der Abschätzung von Messfehlern“.411 Das Ziel der Studie ist die empirische Überprüfung der in Kapitel 7.1 postulierten Hypothesen.412 Hierzu sind verschiedene Schritte notwendig. Zunächst muss das Modell mit Hilfe eines Pfaddiagramms gebildet und spezifiziert werden. In einem weiteren Schritt erfolgt die Parameterschätzung anhand des modelltheoretischen Gleichungssystems. Im letzten Schritt werden dann die Schätzergebnisse einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Dementsprechend werden in diesem Abschnitt die methodischen Grundlagen erklärt, welche zur Umsetzung der eben genannten Schritte und Ziele notwendig sind.413

Zunächst folgt eine kurze Einführung in die Grundlagen der Strukturgleichungsmodellierung. Anschließend werden unterschiedliche Arten von Gütemaßen erläutert, die zur Plausibilitätsprüfung notwendig sind. Auf die Methoden zur Überprüfung spezieller hypothetisierter Wirkzusammenhänge wird am Ende dieses Abschnitts eingegangen.

7.3.1 Grundlagen Strukturgleichungsmodelle

Ein Strukturgleichungsmodell besteht aus zwei Teilen, einem Messmodell und einem Strukturmodell. Das Strukturmodell bildet Beziehungen zwischen latenten Variablen ab, während das Messmodell Beziehungen zwischen latenten und manifesten Variablen spezifiziert.414 Latente Variablen werden meist als Konstrukte bezeichnet, für manifeste Variablen ist die Bezeichnung Indikator oder Item üblich. Abbildung 7-4 stellt den grundsätzlichen Aufbau eines Strukturgleichungsmodells dar.

411 Vgl. Weiber und Mühlhaus 2014, S. 7

412 Vgl. Kapitel 7.1, S. 110 ff.

413 Vgl. Backhaus et al. 2016, S. 585

414 Vgl. Arzheimer 2016, S. 46

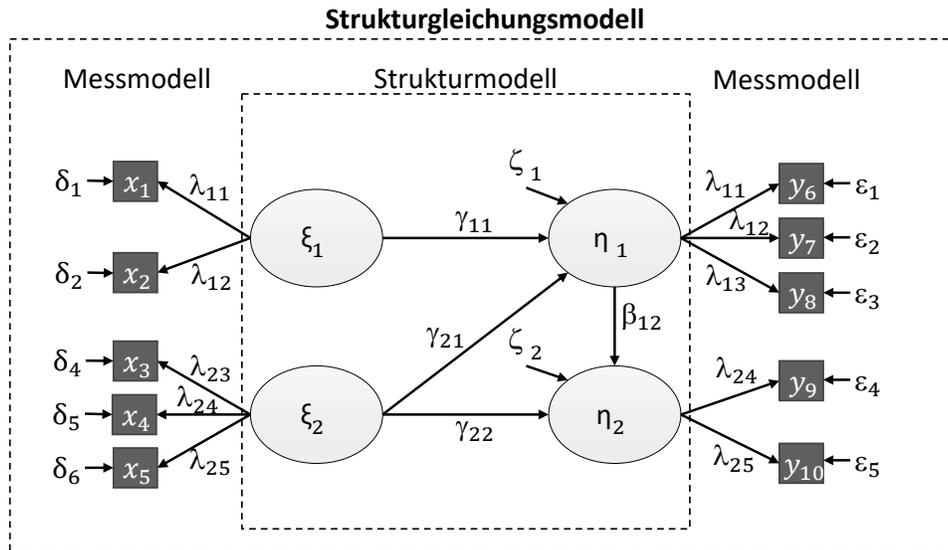


Abbildung 7-4: Aufbau eines Strukturgleichungsmodells⁴¹⁵

Die Gleichung eines Strukturmodells lautet wie folgt:⁴¹⁶

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta \tag{7-3}$$

mit:

B = Koeffizientenmatrix zwischen η Variablen

Γ = Koeffizientenmatrix zwischen den ξ und η Variablen

Da die Konstrukte η und ξ in Abbildung 7-4 nicht direkt messbar sind, müssen sie durch manifeste Variablen (Indikatoren) x und y operationalisiert werden. Für reflektive endogene Konstrukte und reflektive exogene Konstrukte ergeben sich hierbei folgende Formeln:⁴¹⁷

$$y = \Lambda_y \eta + \varepsilon \tag{7-4}$$

$$x = \Lambda_x \xi + \delta \tag{7-5}$$

Λ_y und Λ_x stellen dabei die Matrizen der Pfadkoeffizienten dar. ε und δ sind die dazugehörigen Residuen.

⁴¹⁵ Vgl. Eigene Darstellung in Anlehnung an Backhaus et al. 2016, S. 583

⁴¹⁶ Vgl. Homburg und Baumgartner 1995, S. 163, Arzheimer 2016, S. 52

⁴¹⁷ Vgl. ebd.

In jeder Strukturgleichungsmodellierung werden die freien Parameter durch ein spezifisches Schätzverfahren geschätzt. Bei der Schätzung des Gleichungssystems kann zwischen einem kovarianzanalytischen Ansatz und einem varianzanalytischen Ansatz unterschieden werden. Der kovarianzanalytische Ansatz zeichnet sich durch eine simultane Schätzung aller Modellparameter aus. Der varianzanalytische Ansatz basiert auf einem zweistufigen Ansatz, bei dem zunächst die Schätzwerte für die latenten Variablen berechnet werden, die dann anschließend zur Bestimmung der Pfadbeziehungen zwischen den latenten Variablen genutzt werden.⁴¹⁸

Da die Modelle überidentifiziert sind (Freiheitsgrade >0) gibt es keine eindeutige Lösung und die Modellparameter sind iterativ zu schätzen. Bei der Kovarianzstrukturanalyse werden die Modellparameter so geschätzt, dass mit Hilfe der modelltheoretischen Varianz-Kovarianzmatrix (Σ) die empirische Varianz-Kovarianzmatrix (S) bestmöglich reproduziert werden kann.⁴¹⁹ Die resultierende Zielfunktion ergibt sich wie folgt:

$$F = (S - \Sigma) \rightarrow Min \quad (7-6)$$

Für die iterative Schätzung der Modellparameter sind unterschiedliche Diskrepanzfunktionen anwendbar, die im Rahmen des Schätzalgorithmus minimiert werden.⁴²⁰ Die Maximum Likelihood-Diskrepanzfunktion ist das wichtigste Schätzverfahren im Rahmen der Kovarianzstrukturanalyse und wird daher auch für diese Studie verwendet.⁴²¹

Für die Beziehung zwischen latenten und manifesten Variablen können zwei Arten unterschieden werden. Die Spezifikation kann gemäß der klassischen Messtheorie reflektiv oder auch formativ erfolgen. Ist die Beziehung reflektiv, dann verläuft die Kausalität vom Konstrukt zu den Indikatoren. Das Konstrukt ist demnach die Ursache und wird durch die Indikatoren widergespiegelt bzw. reflektiert. Nach dieser Logik müssen die jeweiligen Indikatoren stark miteinander korrelieren, so dass eine Änderung auf Konstruktebene theoretisch alle zugehörigen Indikatoren im gleichen Maß beeinflusst.⁴²² Im Gegensatz dazu verläuft bei formativen Konstrukten die Kausalität von den Indikatoren zum Konstrukt. Daher müssen die Indikatoren nicht miteinander korrelieren, wodurch sie nicht beliebig austauschbar sind.⁴²³ Die Spezifikation der Konstrukte ist ein wichtiger Schritt

⁴¹⁸ Vgl. Weiber und Mühlhaus 2014, S. 67

⁴¹⁹ Vgl. ebd., S. 54 ff.

⁴²⁰ Vgl. Backhaus et al. 2015, S. 90

⁴²¹ Vgl. Weiber und Mühlhaus 2014, S. 63 für eine Übersicht über Diskrepanzfunktionen iterativer Schätzalgorithmen

⁴²² Vgl. Jarvis et al. 2003, S. 201

⁴²³ Vgl. Jarvis et al. 2003, S. 201

und muss theoretisch sowie sachlogisch begründet werden. Jedoch findet das nicht immer statt, was zu einer bedeutenden Verzerrung der Ergebnisse führen kann.⁴²⁴ Eine zusätzliche Erweiterung stellt die Bildung von Konstrukten höherer Ordnung dar. Diese können sowohl reflektive als auch formative Eigenschaften aufweisen. Konstrukte höherer Ordnung liegen dann vor, wenn die Konstrukte nicht direkt über Items gemessen werden, sondern die vor- bzw. nachgelagerten Ebenen ebenfalls latente Variablen darstellen.⁴²⁵ Abbildung 7-5 stellt die unterschiedlichen Arten grafisch dar.

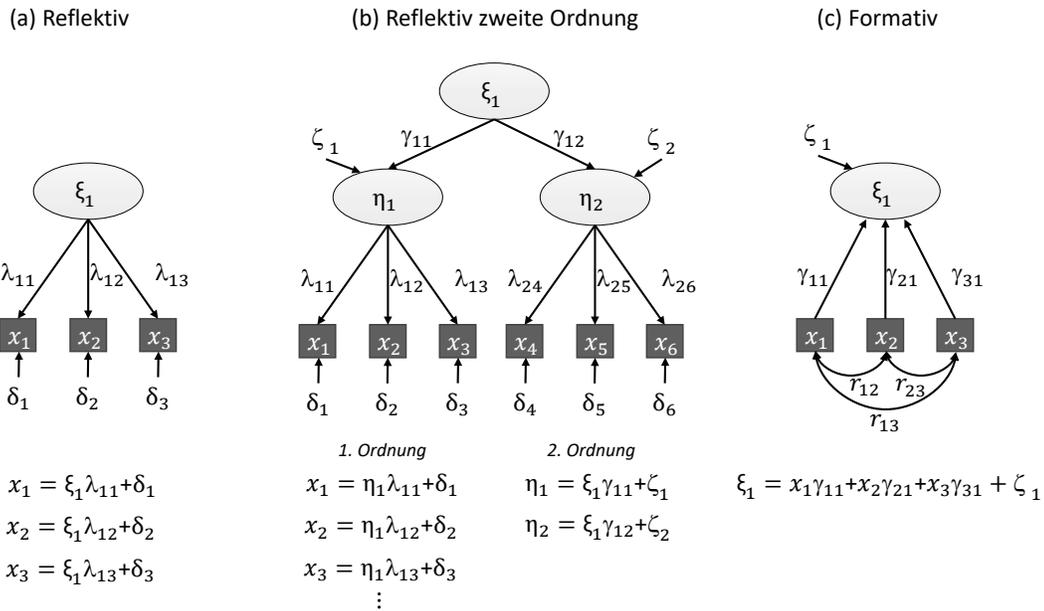


Abbildung 7-5: Strukturen reflektive und formative Konstrukte⁴²⁶

7.3.2 Sicherstellung der Güte des Gesamtmodells

Zur Bewertung des Modell-Fit gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Kriterien, die sich in drei Gruppen aufteilen lassen:⁴²⁷

- Inferenzstatistische Gütekriterien
- Deskriptive Gütekriterien
- Modellvergleichende Prüfgrößen

⁴²⁴ Vgl. Diamantopoulos et al. 2008, S. 1208

⁴²⁵ Vgl. Weiber und Mühlhaus 2014, S. 276

⁴²⁶ Eigene Darstellung nach ebd., S. 41, 277

⁴²⁷ Vgl. ebd., S. 203 ff.

Inferenzstatistische Gütekriterien stellen statistische Tests zur Bewertung des Modell-Fits dar. Dem hingegen basieren deskriptive Gütekriterien auf Simulationsstudien. Das wichtigste inferenzstatistische Gütekriterium ist der Chi-Quadrat-Test, welcher prüft, ob die modelltheoretische die empirische Varianz-Kovarianzmatrix optimal abbildet. Die dafür verwendete Prüfgröße Chi-Quadrat χ^2 nutzt die Diskrepanzfunktion F_j des ausgewählten Schätzverfahrens und berechnet sich wie folgt:⁴²⁸

$$\chi^2 = (N - 1) * F_j \quad (7-7)$$

N stellt dabei den Stichprobenumfang dar. Je geringer die Differenz zwischen modelltheoretischer und empirischer Varianz-Kovarianzmatrix ist, desto niedriger ist auch der χ^2 -Wert. Im besten Fall kann die Null-Hypothese, dass die modelltheoretische Varianz-Kovarianzmatrix (Σ) den wahren Werten der Grundgesamtheit entspricht, bestätigt werden. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass dies in empirischen Studien nicht der Fall ist, da hierbei das vordergründige Ziel ist, eine akzeptable Anpassung an die Daten zu erzeugen und die Wirkbeziehungen aufzuzeigen.⁴²⁹

In der praktischen Anwendung ist es daher üblich, ein Modell anhand des Verhältnisses der Chi-Quadrat Prüfgröße zu den Freiheitsgraden (d.f.) anzunehmen oder abzulehnen. Nach Stand der Wissenschaft liegen die Anforderungen für den χ^2 /d.f.-Wert bei <3 bzw. $<2,5$.⁴³⁰

Der χ^2 -Wert reagiert äußerst sensibel gegenüber Veränderungen des Stichprobenumfangs und Verletzungen der Normalverteilungsannahme der Variablen.⁴³¹ Aufgrund der beschriebenen Nachteile der χ^2 -Prüfgröße, wurde der *Root-Mean-Square-Error of Approximation* (RMSEA) zur zusätzlichen Güteprüfung des Modells entwickelt. Der RMSEA berechnet sich mit folgender Formel:⁴³²

$$RMSEA = \sqrt{\max \left[\frac{\chi^2 - d.f.}{d.f. \cdot (N - g)}; 0 \right]} \quad (7-8)$$

mit

$g = \text{Anzahl betrachteter Gruppen}$

$d.f. = \text{Anzahl der Freiheitsgrade}$

⁴²⁸ Vgl. ebd.

⁴²⁹ Vgl. ebd.

⁴³⁰ Vgl. Homburg und Baumgartner 1995, S. 172, Weiber und Mühlhaus 2014, S. 222

⁴³¹ Vgl. Backhaus et al. 2015, S. 94

⁴³² Vgl. Steiger 1990, S. 173

Die deskriptiven Gütekriterien bilden eine weitere Gruppe zur Beurteilung des Modell-Fits. Diese versuchen zu beantworten, ob eine bestehende Differenz zwischen der modelltheoretischen und empirischen Varianz-Kovarianzmatrix akzeptabel ist. Auf Basis von Simulations- und Vergleichsstudien sind in der Vergangenheit sogenannte Cut-Off Werte entstanden, deren Einhaltung auf einen akzeptablen Modell-Fit hinweisen. Ein weit verbreitetes Gütekriterium ist der *Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)*. Dieser setzt die Differenz zwischen der modelltheoretischen und empirischen Varianz-Kovarianzmatrix in Relation zur Modellkomplexität.⁴³³ Der SRMR berechnet sich wie folgt:⁴³⁴

$$SRMR = \sqrt{\frac{2 \sum \sum \left(\frac{s_{ij} - \sigma_{ij}}{s_{ii} s_{jj}} \right)^2}{p * (p + 1)}} \quad (7-9)$$

mit:

s_{ij} = empirische Varianz – Kovarianz der Variablen x_{ij}

σ_{ij} = modelltheoretisch errechnete Varianz – Kovarianz der Variablen x_{ij}

p = Anzahl der Indikatoren

Ein weiteres wichtiges Gütekriterium ist der *Comparative Fit Index (CFI)*, der die Diskrepanzfunktion des formulierten Modells mit einem Basismodell vergleicht. Demnach gehört der CFI zu den modellvergleichenden Prüfgrößen. Das Basismodell stellt das Modell dar, welches am schlechtesten an die Daten angepasst ist und dadurch den schlechtesten Fit erzeugt. Gemäß dieser Beschreibung kann der CFI wie folgt berechnet werden:⁴³⁵

$$CFI = 1 - \frac{\max(C - d.f.; 0)}{\max(C_b - d.f._b; 0)} \quad (7-10)$$

mit:

C = Minimalwert der Diskrepanzfunktion des formulierten Modells

C_b = Minimalwert der Diskrepanzfunktion des Basismodells

Neben den in diesem Abschnitt genannten globalen Gütekriterien existieren noch alternative Kriterien. *WEIBER & MÜHLHAUS* folgern daraus, dass es kein allgemein gültiges

⁴³³ Vgl. Weiber und Mühlhaus 2014, S. 209

⁴³⁴ Vgl. Hu und Bentler 1999, S. 3

⁴³⁵ Vgl. Bentler 1990, S. 241

globales Gütekriterium für alle denkbaren Modellkonstellationen gibt.⁴³⁶ In der Literatur werden unterschiedliche Handlungsempfehlungen gegeben, welche Kriterien zu verwenden sind. Es ist jedoch empfehlenswert eine gute Mischung zwischen unterschiedlichen Gruppen zu verwenden. Die in diesem Abschnitt genannten Kriterien erfüllen diese Anforderung und werden auch im Rahmen des Forschungsstranges *New Product Development* häufig referenziert. Die Kriterien sind in Tabelle 7-1 mit den entsprechenden Grenzwerten (Cut-Off Werten) zusammengefasst.

Tabelle 7-1: Globale Gütemaße und deren Grenzwerte

Bezeichnung Gütemaß	Abkürzung	Grenzwert für akzeptable Messgüte ⁴³⁷
Relative χ^2 Teststatistik	$\chi^2/d.f.$	≤ 3 (2,5)
Root-Mean-Square-Error of Approximation	RMSEA	$\leq 0,08$
Standardized Root-Mean-Square Residual	SRMR	$\leq 0,08$
Comparative Fit Index	CFI	$\geq 0,9$

7.3.3 Sicherstellung der Güte von reflektiven Konstrukten

Die Güteprüfung hat für diese Studie eine hohe Bedeutung, da für viele Konstrukte eine Skalenentwicklung notwendig war. Die Sicherstellung der Güte von reflektiven Konstrukten erfolgt anhand einer Reliabilitäts- und Validitätsprüfung. Hierbei existieren unterschiedliche Prüfkriterien und Verfahren. *FORNELL* nutzt den Begriff Gütekriterien erster und zweiter Generation zur Gruppierung dieser Prüfkriterien und -verfahren.⁴³⁸

Die Prüfung auf Eindimensionalität eines Indikatorsets durch die explorative Faktorenanalyse ist Voraussetzung für die Reliabilitätsprüfung. Die Eignung der Ausgangsdaten für faktoranalytische Zwecke kann mit Hilfe des Kaiser-Meyer-Olkin-Kriteriums (KMO) und des Bartlett-Tests geprüft werden.⁴³⁹ Das KMO-Kriterium prüft, in welchem Maß die Ausgangsdaten zusammengehören und ob eine Faktorenanalyse sinnvoll erscheint. Die Prüfgröße nimmt Werte zwischen null und eins an. Ab einem Wert von 0,7 sprechen *KAISER & RICE* von einem „ziemlich guten“ Ergebnis.⁴⁴⁰ Der Bartlett-Test überprüft die Nullhypothese, dass die Stichprobe aus einer Grundgesamtheit entstammt, in der die Variablen nicht korrelieren. Daher sollte dieser Test für die Ausgangsdaten abgelehnt werden. Anhand der Korrelationsstruktur der Items sollen bei der explorativen Faktorenanalyse Konstrukte extrahiert werden, die miteinander stark korrelieren. Als Ergebnis

⁴³⁶ Vgl. Weiber und Mühlhaus 2014, S. 221

⁴³⁷ Vgl. Hu und Bentler 1999, Homburg und Baumgartner 1995, S. 172

⁴³⁸ Vgl. Fornell 1982

⁴³⁹ Vgl. Backhaus et al. 2016, S. 395

⁴⁴⁰ Vgl. Kaiser und Rice 1974, S. 112

soll eine Korrelationsmatrix vorliegen, bei der alle Indikatoren einen hohen Ladungskoeffizienten zu einem Faktor/Konstrukt aufweisen. Indikatoren, die auf mehrere Faktoren gleichzeitig laden, sind nicht eindimensional und müssen daher ausgeschlossen werden.

Ein gängiger Indikator zur Reliabilitätsprüfung der ersten Generation ist der Koeffizient Cronbachs Alpha, der Aussagen zur internen Konsistenz des Konstruktes macht. Er ist der Mittelwert aller Inter-Item-Korrelationen, die dem jeweiligen Faktor zugeordnet sind. Die resultierende Maßzahl liegt zwischen 0 und 1 sollte einen Wert $>0,7$ einnehmen.⁴⁴¹ Er wird wie folgt berechnet:⁴⁴²

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_x^2} \right) \quad (7-11)$$

mit:

n = Anzahl der Items eines Konstruktes

σ_i^2 = Varianz des Indikators i

σ_x^2 = Gesamtvarianz des Konstruktes

Die konfirmatorische Faktorenanalyse bildet die Basis für Güteprüfung der zweiten Generation. Im Vergleich zur explorativen Faktorenanalyse wird das Modell mit den Konstrukten und den dazugehörigen Items a-priori theoretisch formuliert.⁴⁴³ Es ist folglich ein Struktur prüfendes Verfahren der hypothetisierten Größen.⁴⁴⁴ Die konfirmatorische Faktorenanalyse ermöglicht das Abschätzen von Messfehlervarianzen der reflektiven Konstrukte und stellt somit eine erweiterte Prüfmöglichkeit dar.⁴⁴⁵

Zur Ermittlung der Reliabilitätskriterien der zweiten Generation werden die Faktorreliabilität (CR) und die durchschnittlich je Faktor extrahierte Varianz (AVE) berechnet.⁴⁴⁶ Analog zum Cronbachs Alpha, als Reliabilitätskriterium der ersten Generation, werden die Kriterien CR und AVE als Maß der Reliabilität über die Gesamtsumme der Indikatoren

⁴⁴¹ Vgl. Nunally 1978, S. 245

⁴⁴² Vgl. Peter 1979, S. 8

⁴⁴³ Für eine detaillierte Beschreibung der Unterschiede zwischen explorativer und konfirmatorischer Faktorenanalyse siehe Backhaus et al. 2015, S. 127

⁴⁴⁴ Vgl. Weiber und Mühlhaus 2014, S. 146

⁴⁴⁵ Vgl. ebd.

⁴⁴⁶ Im Englischen Composite Reliability (CR) und Average Variance Extracted (AVE)

verstanden.⁴⁴⁷ Die Faktorreliabilität (CR) sollte größer als 0,6 sein und wird mit folgender Formel berechnet:⁴⁴⁸

$$CR(\xi_j) = \frac{(\sum \lambda_{ij})^2 \phi_{jj}}{(\sum \lambda_{ij})^2 \phi_{jj} + \sum \theta_{ii}} \quad (7-12)$$

mit:

λ_{ij} = geschätzte Faktorladung

ϕ_{jj} = geschätzte Varianz der latenten Variable ξ_j

θ_{ii} = geschätzte Varianz der zugehörigen Fehlervariablen

Zusätzlich zur Faktorreliabilität wird oftmals noch die durchschnittlich je Faktor extrahierte Varianz berechnet. Dieser Wert gibt an, in welchem Maß die Streuung der Items über das latente Konstrukt erklärt werden kann. Der Wert soll gemäß der Literatur größer als 0,5 sein.⁴⁴⁹ Die durchschnittlich extrahierte Varianz berechnet sich wie folgt:

$$AVE(\xi_j) = \frac{(\sum \lambda_{ij}^2) \phi_{jj}}{(\sum \lambda_{ij}^2) \phi_{jj} + \sum \theta_{ii}} \quad (7-13)$$

Zur Berechnung der Validität wird die Diskriminanzvalidität als Teilaspekt der Konstruktvalidität verwendet. Diskriminanzvalidität liegt vor, wenn sich die Messungen verschiedener Konstrukte signifikant voneinander unterscheiden.⁴⁵⁰ Nach *FORNELL & LARCKER* ist dies erfüllt, wenn die durchschnittlich extrahierte Varianz größer ist als alle anderen quadrierten Korrelationen, die das Konstrukt i mit einem anderen Konstrukt j aufweist. Mathematisch lässt sich das wie folgt darstellen:⁴⁵¹

$$AVE(\xi_j) > \phi_{ij}^2 \quad (7-14)$$

Tabelle 7-2 stellt die beschriebenen Gütemaße mit den zugehörigen Grenzwerten übersichtlich dar. Diese bilden die Basis für die Reliabilitäts- und Validitätsprüfung der durchgeführten empirischen Studie.

⁴⁴⁷ Vgl. Weiber und Mühlhaus 2014, S. 150

⁴⁴⁸ Vgl. Bagozzi und Yi 1988, S. 80

⁴⁴⁹ Vgl. Fornell und Larcker 1981

⁴⁵⁰ Vgl. Weiber und Mühlhaus 2014, S. 164

⁴⁵¹ Vgl. Fornell und Larcker 1981

Tabelle 7-2: Reliabilitäts- und Validitätskriterien und deren Grenzwerte

Art der Prüfung	Gütemaß	Grenzwerte
Reliabilität	Indikatorladung	$\lambda_i \geq 0,6$
	Cronbachs alpha	$\alpha \geq 0,7$
	Faktorreliabilität	$CR(\xi_j) \geq 0,6$
	AVE	$AVE(\xi_j) \geq 0,5$
Validität	Fornell-Larcker-Kriterium	$AVE(\xi_j) > \phi_{ij}^2$

Da in dieser Studie Moderationseffekte anhand von Mehrgruppenanalysen ermittelt werden sollen, ist die Beständigkeit des Modells gemäß diesem Sachverhalt zu prüfen. Die Mehrgruppen-Faktorenanalyse prüft, ob die Messmodelle für die unterschiedlichen Gruppen in gleicher Weise ihre Gültigkeit besitzen. Sind die Konstrukte für die betrachteten Gruppen äquivalent, so wird auch von Messinvarianz gesprochen. Es kann zwischen unterschiedlichen Stufen der Messinvarianz unterschieden werden.⁴⁵² Für diese Arbeit ist die konfigurale und metrische Messinvarianz von Bedeutung. Zur Prüfung der konfiguralen Messinvarianz wird das Modell für die betrachteten Gruppen geschätzt. Die Gruppen sind invariant, wenn das betrachtete Kausalmodell für alle Gruppen einen akzeptablen Fit aufweist. Bei der Sicherstellung der metrischen Messinvarianz wird geprüft, ob die Faktorladungen für die Konstrukte zwischen den Gruppen identisch sind. Hierbei wird ein χ^2 -Differenztest zwischen einem restringierten (Pfad zwischen Indikator und Konstrukt für alle Gruppen identisch) und frei geschätzten Modell durchgeführt. Weist das restringierte Modell schlechtere Fit-Maße auf, ist der Vergleich der Strukturbeziehungen zwischen den Gruppen nicht zulässig.⁴⁵³

7.3.4 Sicherstellung der Güte von formativen Konstrukten

Aufgrund der bereits beschriebenen spezifischen Eigenschaften von formativen Konstrukten lassen sich die Gütekriterien für reflektive Konstrukte nicht anwenden.

Zur Sicherstellung der Güte von formativen Konstrukten sollte im ersten Schritt eine Überprüfung der Inhaltsvalidität erfolgen. Ein formatives Konstrukt sollte inhaltlich alle unterschiedlichen Facetten des Konstruktes abdecken.⁴⁵⁴ Zusätzlich sollte das formative Konstrukt auf Multikollinearität überprüft werden. Dies ist erforderlich, da nach Definition des formativen Konstruktes die unterschiedlichen Indikatoren eine multiple Regression darstellen. Der Variance Inflation Factor (VIF) dient dabei als Kennzahl zur

⁴⁵² Vgl. Steenkamp und Baumgartner 1998

⁴⁵³ Vgl. Steenkamp und Baumgartner 1998; Floh und Treiblmaier 2006

⁴⁵⁴ Vgl. Diamantopoulos und Winklhofer 2001, S. 271

Überprüfung auf Multikollinearität und sollte einen Wert $< 3,3$ einnehmen.⁴⁵⁵ Signifikante γ -Pfadkoeffizienten dienen als Kennzahl für die Konstruktvalidität. Die Anwendung einer Faktorenanalyse anhand des Principal Component Verfahrens ist eine Möglichkeit zur Validierung der Pfadkoeffizienten.⁴⁵⁶

Anschließend sollte das formative Konstrukt anhand der kovarianzbasierten Strukturgleichungsverfahren spezifiziert und validiert werden. Da formative Konstrukte in ihrer ursprünglichen Form nicht identifiziert sind, müssen unterschiedliche Bedingungen erfüllt sein. Unter anderem müssen von einem formativ gebildeten Konstrukt mindestens zwei Pfade ausgehen, die jeweils entweder auf eine latente Variable mit Effektindikatoren oder auf eine direkt beobachtete Variable gerichtet sind. Nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft existieren hierzu unterschiedliche Möglichkeiten, die jeweils unterschiedliche Vor- und Nachteile bieten.⁴⁵⁷ Es besteht kein Konsens über die Behandlung von formativen Konstrukten in Strukturgleichungsmodellen. Falls es sich jedoch bei dem formativen Konstrukt um eine abhängige Variable handelt, sind diese Bedingungen nicht immer anwendbar. Alternativ kann eine neue Variable für die Sammlung aus formativen Items gebildet werden. Bei diesem Ansatz werden die Regressionskoeffizienten vor der eigentlichen Modellschätzung definiert.⁴⁵⁸ Dabei existieren wiederum verschiedene Ansätze, wie die einzelnen Gewichte berechnet werden können. In der einfachsten Form wird der Durchschnitt von den zugehörigen Items gebildet.⁴⁵⁹

7.3.5 Mediation und Moderation

In vielen Modellen der empirischen Forschung gibt es Wirkbeziehungen zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen, die von einer weiteren Variablen beeinflusst wird. Sogenannte Moderations- und Mediationseffekte spielen auch im Rahmen dieser Arbeit eine wesentliche Rolle.

Ein Moderationseffekt besteht dann, wenn eine Drittvariable die Richtung oder die Stärke einer Beziehung zwischen einer unabhängigen und abhängigen Variablen beeinflusst.⁴⁶⁰ Ein Mediator (oder auch intervenierende Variable) vermittelt bzw. überträgt die Wirkung zwischen einer unabhängigen und abhängigen Variablen. Oftmals wird noch

⁴⁵⁵ Vgl. Petter et al. 2007, S. 642

⁴⁵⁶ Vgl. ebd.

⁴⁵⁷ Vgl. Diamantopoulos et al. 2008, S. 1205

⁴⁵⁸ Vgl. Howell et al. 2007, S. 214

⁴⁵⁹ Vgl. ebd.

⁴⁶⁰ Vgl. Baron und Kenny 1986, S. 1174

zwischen partieller und vollständiger Mediation unterschieden. Von vollständiger Mediation wird gesprochen, wenn die Wirkung der unabhängigen Variablen komplett über den Mediator erklärt wird. Wird hingegen nur ein Teil der Wirkung über den Mediator erklärt, liegt eine partielle Mediation vor.⁴⁶¹ Abbildung 7-6 stellt die beschriebenen Zusammenhänge grafisch dar.

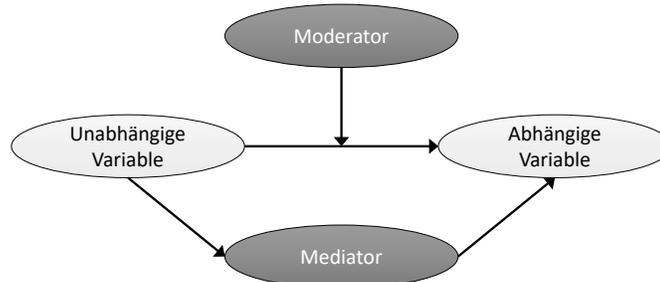


Abbildung 7-6: Illustration der Moderations- und Mediationseffekte⁴⁶²

Zur empirischen Prüfung beider Effekte gibt es unterschiedliche Methoden. Im Folgenden werden die gängigsten Methoden kurz erläutert und hinsichtlich ihrer Eignung für das vorliegende Forschungsvorhaben geprüft.

7.3.5.1 Analyse der Mediation

Der klassische Ansatz wird durch die Methode von *BARON & KENNY* repräsentiert.⁴⁶³ Dabei werden verschiedene Modelle gebildet und diese anschließend miteinander verglichen, um eine Mediation zu identifizieren. Zunächst wird in getrennten Modellen geprüft, ob die unabhängige Variable einen direkten Effekt auf den Mediator und die abhängige Variable hat. Falls dies der Fall ist, werden im nächsten Schritt die beiden Variablen simultan auf ihre Wirkbeziehungen untersucht.

Der klassische Ansatz nimmt jedoch stark an Anwendungshäufigkeit ab. Neuerdings ist es ausreichend auf einen Mediationseffekt zu schließen, wenn ein signifikanter indirekter Effekt durch den Mediator vermittelt wird.⁴⁶⁴ Dieser Ansatz wurde auch in dieser Studie verwendet, da er sich besonders für die Strukturgleichungsmodellierung eignet. Indirekte Effekte können mittels SPSS Amos ermittelt werden. Zur Ermittlung der statistischen Aussagekraft des identifizierten indirekten Effekts existieren verschiedene Ansätze.⁴⁶⁵

⁴⁶¹ Vgl. Baron und Kenny 1986, S. 1176

⁴⁶² Eigene Darstellung

⁴⁶³ Vgl. Baron und Kenny 1986

⁴⁶⁴ Vgl. Hayes 2009; Preacher und Hayes 2004

⁴⁶⁵ Vgl. Hayes 2013, S. 100

Eine Möglichkeit ist die Anwendung von *Bootstrapping*, um das Konfidenzintervall für den indirekten Effekt zu berechnen. Die indirekten Effekte werden dabei für k *Bootstrap* Stichproben berechnet und anschließend als Eingangsgrößen für die Bestimmung der Konfidenzintervalle verwendet.⁴⁶⁶ Anhand von *Bootstrapping* kann das Signifikanzniveau des indirekten Effekts ermittelt werden.

7.3.5.2 Analyse der Moderationswirkung

Zur Analyse der Moderationseffekte gibt es zwei unterschiedliche Vorgehensweisen. Bei der Interaktionsmethode wird ein zusätzliches Konstrukt, als Produkt der zu untersuchenden exogenen Variable und dem Moderator, dem Modell hinzugefügt. Ein signifikanter Interaktionsterm signalisiert demnach einen wirksamen Moderationseffekt. Diese Methode wird vor allem in Studien angewandt, die einzelne Pfade anhand einer Regressionsanalyse untersuchen.⁴⁶⁷ Bei größeren Modellen, in denen simultan mehrere Pfade untersucht werden sollen, führt dieser Ansatz zur Erhöhung der Komplexität.

Die Mehrgruppenanalyse stellt die zweite Vorgehensweise dar und ermöglicht die simultane Schätzung eines Kausalmodells über mehrere Gruppen hinweg.⁴⁶⁸ Die ursprüngliche Stichgröße wird anhand von definierten Kriterien in mehrere Subgruppen geteilt. Die gebildeten Modelle werden dann für die jeweiligen Subgruppen geschätzt. SPSS Amos unterstützt den Anwender bei der Mehrgruppenanalyse, da die Fixierung von Parametern über unterschiedliche Gruppen ohne großen Mehraufwand möglich ist. Wenn ein signifikanter Unterschied zwischen den Regressionskoeffizienten der zu untersuchenden Gruppen besteht, kann ein Moderationseffekt abgeleitet werden. Gemäß dem aktuellen Stand der Forschung existieren zwei Möglichkeiten zur Identifizierung signifikanter Unterschiede zwischen den Strukturgleichungsmodellen der jeweiligen Gruppen.

Zum einen können die Differenzen zwischen den Pfadkoeffizienten direkt über einen statistischen Test bestimmt werden. Zum Beispiel werden beim Critical Ratio Ansatz die Pfadkoeffizienten auf signifikante Unterschiede analysiert.⁴⁶⁹ Die gleiche Vorgehensweise ist auch bei *KEIL ET AL.* zu finden, da sie anhand eines angepassten t-Tests die Pfadkoeffizienten miteinander vergleichen.⁴⁷⁰ Zum anderen wird nach dem aktuellen

⁴⁶⁶ Die einzelnen Berechnungsschritte sind detailliert in *HAYES* beschrieben (Hayes 2013, S. 106)

⁴⁶⁷ Moderierte Regressionsanalysen finden sich zum Beispiel in der Studien von Kock et al. 2016, S. 119

⁴⁶⁸ Vgl. Weiber und Mühlhaus 2014, S. 287

⁴⁶⁹ Vgl. ebd., S. 229

⁴⁷⁰ Vgl. Keil et al. 2000, S. 315

Stand der Wissenschaft oftmals der Moderationseffekt indirekt über die Modellgüte bestimmt. Entscheidungsgröße ist der χ^2 -Wert, da er ein wesentlicher Indikator für die Modellgüte darstellt. Der χ^2 -Differenztest vergleicht die Modellgüte eines frei geschätzten und beschränkten Modells. Dies bedeutet, dass der Regressionskoeffizient in einem Modell zwischen den Gruppen frei variieren kann, während im zweiten Fall der Wert für beide Gruppen gleich sein muss. Ist der Unterschied in der Modellgüte zwischen beiden Modellen signifikant, kann von einem Moderationseffekt gesprochen werden.⁴⁷¹

Beide Vorgehensweisen haben ihre individuellen Vorteile und müssen abhängig von der Aufgabenstellung gewählt werden. Für diese Studie wurde die Mehrgruppenanalyse gewählt, da eine entsprechende Stichprobengröße vorliegt und die Modelle auch ohne die Einbindung zusätzlicher Interaktionsterme bereits komplex sind. Es sollen nicht nur einzelne Pfadbeziehungen hinsichtlich möglicher Moderationseffekte untersucht werden, sondern gesamte Teilmodelle in Abhängigkeit von einem spezifischen Kontext geschätzt werden. Für die letztere Aufgabe weist die Mehrgruppenanalyse Vorteile gegenüber der Interaktionsmethode auf.

7.4 Operationalisierung und Validierung der Konstrukte

Zur empirischen Validierung müssen zunächst die identifizierten Konstrukte operationalisiert werden. Dies ist für das angedachte Forschungsvorhaben sehr wichtig, da alle hypothetisch hergeleiteten Konstrukte nicht direkt beobachtbar sind. In der wissenschaftlichen Sprachweise werden diese Variablen als latente Variablen bezeichnet.

Für die Bildung dieses Strukturgleichungsmodells wurde initial mit reflektiven Variablen gearbeitet. Um eine möglichst hohe Inhaltsvalidität sicherzustellen, wurden für die Operationalisierung der Konstrukte Skalen herangezogen, welche sich bereits in früheren Untersuchungen als geeignet erwiesen haben. Da dies aber nicht für alle Konstrukte möglich war, wurden die Erkenntnisse aus den vorangegangenen empirischen Ergebnissen zur Formulierung von Items genutzt.

Mit Ausnahme von einem Konstrukt wurden alle Items anhand einer siebenstufigen Likert-Skala bewertet. Hierbei wurden nur die Extremwerte semantisch beschrieben. Aus diesem Grund können gleiche Abstände zwischen den einzelnen Bewertungsgrößen angenommen und die Skalen als Nominalskalen interpretiert werden. Die Items des Konstruktes organisatorische Komplexität wurden als metrisch skalierte Daten erfasst. Im Folgenden wird auf die Herleitung der im Forschungsmodell beschriebenen Konstrukte

⁴⁷¹ Vgl. Floh und Treiblmaier 2006, Langerak et al. 2007, S. 294

und Dimensionen eingegangen. Des Weiteren werden die Ergebnisse der explorativen und konfirmatorischen Faktorenanalyse beschrieben.

7.4.1 Organisatorische Ebene

7.4.1.1 Operationalisierung der organisatorischen Ebene

Das Zielsystem der organisatorischen Ebene wird durch das Konstrukt strategische Ausrichtung beschrieben. Die Indikatoren des Konstrukts wurden aus den Studien von *KANDEMIR & ACUR* und *KESTER ET AL.* abgeleitet.⁴⁷² Das Konstrukt bezieht sich auf die strategische Zielsetzung und deren Einfluss auf das Projektportfolio. Auf Basis der vorherigen empirischen Ergebnisse wurde zusätzlich der Indikator einbezogen, inwieweit die Strategie von den Mitarbeitern mitgetragen wird.

Das Handlungssystem der organisatorischen Ebene soll durch drei Konstrukte projektübergreifende Ressourcenplanung, organisatorische Aufstellung und Führungsverhalten erfasst werden. Die Indikatoren für das Konstrukt projektübergreifende Ressourcenplanung wurden auf Basis der Experteninterviews selbst entwickelt. *ZIKA-VIKTORSSON ET AL.* und *ELONEN & ARTTO* bilden mit ihren Studien zum Multiprojektmanagement die notwendigen theoretischen Grundlagen.⁴⁷³ Vier Indikatoren bewerten die Anwendung von Priorisierungsregeln und die daraus abgeleiteten Allokationsprozesse in der Entwicklungsorganisation.

Das Konstrukt organisatorische Aufstellung bewertet, in welchem Ausmaß die Aufbauorganisation die Durchführung der Entwicklungsprojekte bestmöglich unterstützt. Die Operationalisierung orientiert sich an der Studie von *LANGERAK & HULTINK*, die eine Skala zur Vereinfachung der Organisationsstrukturen verwendet haben.⁴⁷⁴ Für diese Untersuchung wurde das Konstrukt um Indikatoren zur Beschreibung der Zusammenarbeit zwischen der Linien- und Projektorganisation erweitert, da diese nach den Ergebnissen der Vorstudien eine wichtige Rolle spielen.

Das Konstrukt Führungsverhalten wurde in Anlehnung an die Skala von *KLEINSCHMIDT ET AL.* gebildet.⁴⁷⁵ Die inhaltliche Operationalisierung orientiert sich

⁴⁷² Vgl. Kandemir und Acur 2012, Kester et al. 2014

⁴⁷³ Vgl. Zika-Viktorsson et al. 2006, Elonen und Artto 2003

⁴⁷⁴ Vgl. Langerak und Hultink 2005

⁴⁷⁵ Vgl. Kleinschmidt et al. 2007

an den definierten Führungsrollen von *HIRST & MANN*.⁴⁷⁶ Jeweils ein Indikator repräsentiert die Führungsrollen Entscheider (Direktor), Innovator (Experte) und Moderator (Coach). Die inhaltliche Ausgestaltung der Indikatoren für die jeweiligen Rollen erfolgte mit Hilfe der Ergebnisse der Experteninterviews. Die im Fragebogen verwendeten Skalen zur Bewertung der organisatorischen Ebene sind in Tabelle 7-3 dargestellt.

Tabelle 7-3: Messmodell zur organisatorischen Ebene

Konstrukt	Indikator	Operationalisierung im Fragebogen
Strategische Ausrichtung	Strategieformulierung	Es gibt eine klar formulierte Strategie für den Produktbereich
	Akzeptanz Mitarbeiter	Die Strategie wird von den Mitarbeitern mitgetragen
	Fit Projektportfolio & Strategie	Das Projektportfolio passt zur Strategie des Bereichs
Projektübergreifende Ressourcenplanung	Balance Zukunft & heutiges Geschäft	Projektportfolio sichert heutiges und zukünftiges Geschäft
	Anzahl von gleichzeitigen Projekten	Klare Regeln führen zu einer handhabbaren Anzahl von gleichzeitigen Projekten
	Projektstart	Projekte werden nur gestartet, wenn die notwendigen Ressourcen verfügbar sind
	Überprüfung Ressourcenauslastung	Die Ressourcenauslastung wird regelmäßig mit allen relevanten Stakeholdern überprüft
Organisatorische Aufstellung	Behebung Ressourcenkonflikte	Ressourcenkonflikte werden zielführend behoben
	Schnittstellen Entwicklungsorganisation	Schnittstellen innerhalb der Entwicklungsorganisation sind optimal
	Schnittstellen zwischen Projekt & Linie	Schnittstellen zwischen Projektteams und Linienorganisation sind an die Arbeitsaufgabe optimal angepasst
	Zusammenarbeit Projekt & Linie	Linie und Projekt ziehen an einem Strang
	Zusammenarbeit Entwicklung & andere Organisationseinheiten	Wir haben eine enge Zusammenarbeit zwischen der Entwicklung und anderen Organisationseinheiten
Führungsverhalten	Administration	Einfache Support- und Verwaltungsprozesse unterstützen die Projektarbeit
	Freiraum für selbständige Lösungsfindung	Management förderte die selbstständige Lösungsfindung
	Inhaltliche Expertise	Management unterstützte das Projekt durch inhaltliche Expertise
	Klarheit & Priorisierung	Management schaffte Klarheit bei Zielkonflikten und deren Priorisierung

7.4.1.2 Validierung der Konstrukte der organisatorischen Ebene

Alle Konstrukte der organisatorischen Ebene wurden als reflektive Konstrukte definiert und können somit einer explorativen und konfirmatorischen Faktorenanalyse unterzogen werden.

⁴⁷⁶ Vgl. Hirst und Mann 2004

Das KMO-Kriterium lässt mit einem Wert von 0,88 auf eine hohe Eignung zur Anwendung einer explorativen Faktorenanalyse schließen. Darüber hinaus konnte auch die Null-Hypothese des Bartlett-Tests abgelehnt werden. Die Durchführung einer Hauptkomponentenanalyse mit Promax-Rotation resultierte in vier Konstrukten, welche die initial postulierte Faktorenstruktur bestätigte. Die rotierte Lösungsmatrix ist im Anhang abgebildet.⁴⁷⁷ Alle Faktoren haben nach dem Kaiser-Kriterium Eigenwerte größer eins. Insgesamt kann mit der resultierenden Faktorenmatrix ein Varianzanteil von 67% erklärt werden. Tabelle 7-4 zeigt die Ladungskoeffizienten für die jeweiligen Items für die explorative und konfirmatorische Faktorenanalyse. Mit Ausnahme des letzten Items des Konstrukts organisatorische Aufstellung liegen die Ladungskoeffizienten bei allen Items über dem gewünschten Wert von 0,6. Daher wird dieses Item von der weiteren Analyse ausgeschlossen. Mit den verbleibenden vier Indikatoren hat das Konstrukt organisatorische Aufstellung immer noch eine hohe Aussagekraft.

Tabelle 7-4: Ladungskoeffizienten explorative und konfirmatorische Faktorenanalyse

Konstrukt	Item	Explorative Faktorenanalyse	Konfirmatorische Faktorenanalyse
		Ladung	λ -Ladung
Strategische Ausrichtung	Strategieformulierung	0,82	0,76
	Akzeptanz Mitarbeiter	0,75	0,85
	Fit Projektportfolio & Strategie	0,92	0,76
	Balance Zukunft & heutiges Geschäft	0,86	0,64
Projektübergreifende Ressourcenplanung	Anzahl von gleichzeitigen Projekten	0,74	0,61
	Projektstart	0,91	0,75
	Überprüfung Ressourcenauslastung	0,79	0,78
	Behebung Ressourcenkonflikte	0,72	0,84
Organisatorische Aufstellung	Schnittstellen Entwicklungsorganisation	0,70	0,68
	Schnittstellen zwischen Projekt & Linie	0,89	0,89
	Zusammenarbeit Projekt & Linie	0,78	0,76
	Zusammenarbeit Entwicklung & andere Organisationseinheiten	0,68	0,68
	Administration	0,53*	0,57
Führungsverhalten	Freiraum für selbständige Lösungsfindung	0,81	0,56
	Inhaltliche Expertise	0,79	0,74
	Klarheit & Priorisierung	0,71	0,91
Entwicklungsorientierung	Projektübergreifende Ressourcenplanung	-	0,76
	Organisatorische Aufstellung	-	0,74
	Führung	-	0,84

Explorative Faktorenanalyse: Principal Component Analyse mit Promax-Rotation, KMO Wert:0,88 , Bartlett-Test:n.s.

Konfirmatorische Faktorenanalyse – 1. Ordnung: $\chi^2/d.f.=2,31$, CFI:0,95 , RMSEA=0,063 , SRMR=0,052

Konfirmatorische Faktorenanalyse – 2. Ordnung: $\chi^2/d.f.=2,26$, CFI:0,95 , RMSEA=0,062 , SRMR=0,053

Die anschließende konfirmatorische Faktorenanalyse bestätigte die Struktur der Konstrukte, indem sie durchweg akzeptable Gütemaße zeigt. Die λ - Ladungen liegen, bis

⁴⁷⁷ Vgl. Tabelle A-10 im Anhang

auf ein Item im Konstrukt Führungsverhalten, über dem gewünschten Wert von 0,6. Die Ergebnisse der Reliabilitäts- und Validitätsprüfung sind in Tabelle 7-5 zusammengefasst.

Tabelle 7-5: Reliabilitäts- und Validitätskriterien zur organisatorischen Ebene

Konstrukt	Cronbachs Alpha	Faktorreliabilität	AVE	Höchste ϕ_{ij}^2	Fornell-Larcker-Kriterium
Strategische Ausrichtung	0,86	0,84	0,57	0,30	✓
Projektübergreifende Ressourcenplanung	0,83	0,83	0,56	0,41	✓
Organisatorische Aufstellung	0,82	0,84	0,51	0,37	✓
Führungsverhalten	0,78	0,79	0,56	0,37	✓
Entwicklungsorientierung	-	0,82	0,60	0,44	✓

Für alle Konstrukte liegen die gängigen Reliabilitätskriterien erster und zweiter Ordnung über den bekannten Grenzwerten. Zudem ist für alle Kriterien das Fornell-Larcker-Kriterium erfüllt, da die durchschnittlich erfasste Varianz (AVE) größer als die höchste quadrierte Korrelation zwischen den Konstrukten ist.

Für die organisatorische Ebene wurde zudem überprüft, ob es zulässig ist, einen Faktor zweiter Ordnung zu bilden. Geeignete Kandidaten sind die Konstrukte projektübergreifende Ressourcenplanung, organisatorische Aufstellung und Führung, da diese Konstrukte das Handlungssystem der organisatorischen Ebene repräsentieren. Eine erste Indikation für ein Konstrukt zweiter Ordnung ist in den hohen Korrelationskoeffizienten zwischen den genannten Konstrukten gegeben. Bei der Modellierung und anschließenden konfirmatorischen Analyse zeigte sich, dass die Entwicklungsorientierung als Faktor zweiter Ordnung keine schlechteren Anpassungsmaße als das Modell mit Faktoren erster Ordnung hat. Die Reliabilitätskriterien zweiter Generation sowie die Diskriminanzvalidität sind für die Entwicklungsorientierung als Konstrukt zweiter Ordnung erfüllt. Alle drei Konstrukte erster Ordnung laden mit einem Koeffizienten größer 0,7 auf dieses Konstrukt. Der Ansatz der Modelleinfachheit (*Model parsimony*) ist ein weiteres Argument für die Anwendung eines Faktors zweiter Ordnung. Speziell für die spätere Prüfung der Mediationseffekte stellt die Verwendung eines Konstruktes zweiter Ordnung als Repräsentant des organisatorischen Handlungssystems eine erhebliche Vereinfachung dar. Zum besseren Verständnis ist das Konstrukt Entwicklungsorientierung als Faktor zweiter Ordnungen in Abbildung 7-7 grafisch dargestellt.

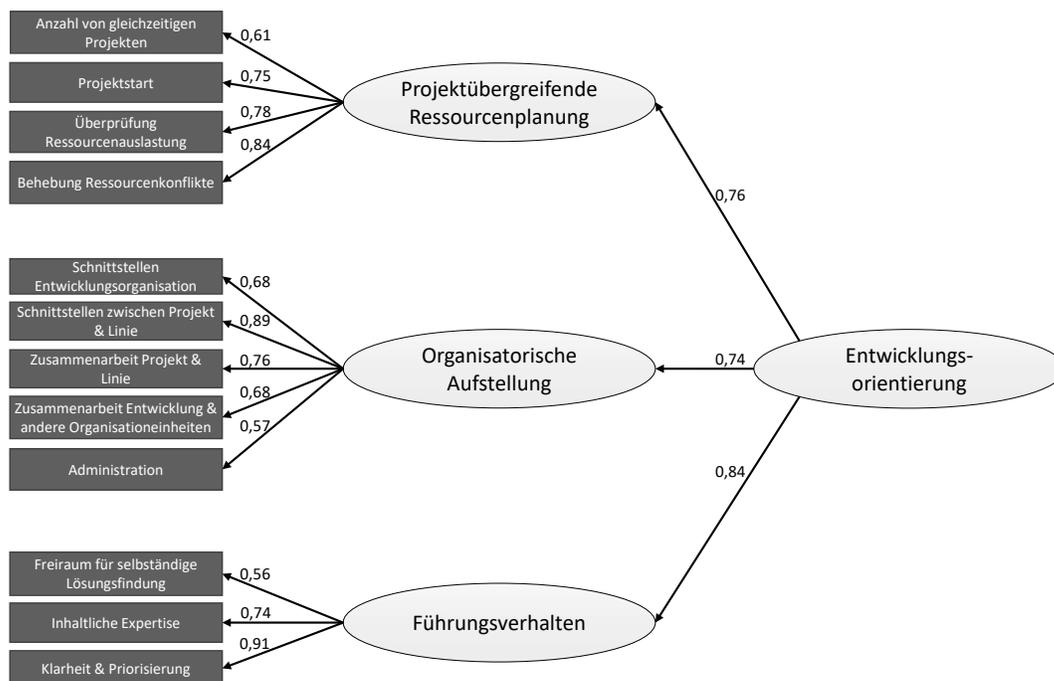


Abbildung 7-7: Konstrukt Entwicklungsorientierung als Faktor zweiter Ordnung⁴⁷⁸

7.4.2 Projektebene als Mediator

7.4.2.1 Zielsystem Produkt

Indikatoren, die sich auf das Zielsystem des Produktes beziehen, sollen die Projektziele hinsichtlich der Marktfähigkeit und Machbarkeit bewerten. Der Bezugsrahmen zur Bewertung des Zielsystems ist an die Meta-Studie von *COOPER & KLEINSCHMIDT* angelehnt. In diesem Kontext repräsentiert das Zielsystem die Produktdefinition resultierend aus einer technischen und wirtschaftlichen Bewertung. Erweitert um die bisherigen empirischen Ergebnisse dieser Arbeit, wurde im Rahmen des Fragebogens das Zielsystem durch zwei Konstrukte bewertet. Anhand von drei Indikatoren wird erfasst, in welchem Maß die Anforderungserhebung im Projekt dessen Marktfähigkeit sicherstellte. Das reflektive Konstrukt Systemarchitektur bewertet die technische Perspektive des Zielsystems. Mit Hilfe von drei Indikatoren soll bewertet werden, inwieweit eine passende Systemarchitektur die Beschreibung des technischen Zielsystems unterstützte. Tabelle 7-6 zeigt die entwickelten Skalen für die beiden Konstrukte des Zielsystems Produkt.

⁴⁷⁸ Eigene Darstellung

Tabelle 7-6: Messmodell zum Zielsystem Produkt

Konstrukt	Indikator	Operationalisierung im Fragebogen
Marktorien- tierung	Strukturierung & Bewertung	Marktinformationen wurden systematisch strukturiert & bewertet
	Prüfung hinsichtlich Markt- fähigkeit	Eingehende Kundenanforderungen wurden hinsichtlich ihrer Markt- fähigkeit geprüft
	Einheitliches Verständnis & Priorisierung	Wir hatten ein einheitliches Verständnis über die Anforderungen und deren Priorisierung
Systemar- chitektur	Erstellung Produktkonzept	Die gewählte Architektur/ Systemstruktur unterstützte die Umwandlung der Anforderungen hin zu einem Produktkonzept
	Schnittstellendefinition	Die funktionalen Schnittstellen des Produktes wurden eindeutig defi- niert
	Identifizierung kritischer Systemelemente	Kritische Systemelemente wurden identifiziert

7.4.2.2 Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner

Das Konstrukt Flexibilität bewertet die Anpassungsfähigkeit des Entwicklungsprojekts bei wechselnden Rahmenbedingungen. *CONFORTO ET AL.* bewerten hierfür die Fähigkeit den Projektplan zu ändern und Modifikationen im Produkt durchzuführen.⁴⁷⁹ Dementsprechend bewerten zwei Indikatoren die Änderungsfähigkeit im Hinblick auf den Projektplan und das zu entwickelnde Produkt. In Vorstudien wurde die Anpassung der vorgegebenen Prozesse als wesentlicher Erfolgsfaktor von den Experten genannt. Aus diesem Grund wurde das Konstrukt um diesen Indikator erweitert.

Zur Messung der Frontloading-Aktivitäten wird die entwickelte Skala von *KLEINSCHMIDT ET AL.* verwendet.⁴⁸⁰ Anhand von drei Indikatoren wird bewertet, inwieweit Unsicherheiten in der frühen Phase des Projekts reduziert wurden. Jeweils ein Indikator bezieht sich auf die Durchführung von Marktstudien, die Konzeptbewertung und die Sorgfältigkeit der Projektdefinition.

Die Einbindung externer Partner wird anhand der Konstrukte Kunden- und Zuliefererintegration beschrieben. Das Konstrukt Kundenintegration hinterfragt mit Hilfe von drei Indikatoren, inwieweit der Kunde in den Entwicklungsprozess des Referenzprojektes miteinbezogen war. Aktuelle Skalen fokussieren sich meist auf die frühzeitige Ablieferung von (Teil-) Ergebnissen.⁴⁸¹ In Anlehnung an die Ergebnisse der qualitativen Interviews wurden zusätzlich der direkte Kundenzugang und die Intensität des Kundendialoges abgefragt. Die Skala für das Konstrukt Zuliefererintegration orientiert sich an dem Modell von *SCHÖNHERR & WAGNER*, die sich auf die frühzeitige Einbindung der Zulieferer

⁴⁷⁹ Vgl. Conforto et al. 2016

⁴⁸⁰ Vgl. Kleinschmidt et al. 2007

⁴⁸¹ Vgl. Menguc et al. 2014, Tassarolo 2007

fokussieren.⁴⁸² In Bezug auf die bisherigen Ergebnisse spielt noch die Gestaltung des Zusammenarbeitsmodells eine elementare Rolle, weshalb die Skala um diesen Aspekt erweitert wurde. Die Produktivität der Zusammenarbeit und die Unterstützung seitens des Einkaufs dienen als geeignete Indikatoren zur Operationalisierung des Zusammenarbeitsmodells. Die Skalen für die Bewertung der Prozessgestaltung und der Einbindung externer Partner sind in Tabelle 7-7 dargestellt.

Tabelle 7-7: Messmodell zur Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner

Konstrukt	Indikator	Operationalisierung im Fragebogen
Frühzeitige Risikoreduzierung	Sorgfältige Marktstudien	Sorgfältige Marktstudien (z.B. Wettbewerberanalyse, Patentrecherchen, etc.)
	Konzeptbewertung	Identifizierung & fundierte Bewertung verschiedener Konzepte
	Sorgfältige Projektdefinition	Sorgfältige Projektdefinition (Scope-Definition, Aufwands- und Terminschätzung, etc.)
Flexibilität	Änderungen am Projektplan	Änderung des Projektplans war mit wenig Aufwand verbunden
	Änderungen am Produkt	Wir waren in der Lage, Änderungen am Produkt schnell umzusetzen
	Tailoring Prozesse	Wir konnten bestehende Prozesse an unsere Aufgabe anpassen
Kundenintegration	Intensiver Kundendialog	Implizite Anforderungen wurden durch intensiven Kundendialog identifiziert
	Frühzeitige Ablieferung	Teilergebnisse wurden dem Kunden frühzeitig erlebbar gemacht
	Direkter Kundenzugang	Das Entwicklungsteam hatte direkten Kundenzugang
Zuliefererintegration	Frühzeitige Integration	Zulieferer war bei der Konzeptentwicklung involviert
	Produktive Zusammenarbeit	Produktive Zusammenarbeit mit Zulieferern über die gesamte Entwicklungsdauer
	Unterstützung durch Einkauf	Die benötigte Form der Zusammenarbeit wurde vom Einkauf unterstützt

7.4.2.3 Arbeitsstil

Die Indikatoren für das Konstrukt Arbeitsfluss wurden auf Basis der Experteninterviews und der systematischen Literaturrecherche selbst entwickelt. Die Komponente regulierende Arbeitsbelastung des Lean Development Frameworks ist hierbei der theoretische Ansatzpunkt.⁴⁸³ Vier Indikatoren bewerten, inwieweit Arbeitspakete möglichst störungsfrei und kontinuierlich bearbeitet werden konnten. Die vier Indikatoren des Konstruktes Feedbackschleifen messen in welchem Umfang kurze Regelschleifen den Produktentstehungsprozess unterstützten. Die Indikatoren sind inhaltlich an die Skala Wissensgenerierung von *FLORICEL ET AL.* angelehnt.⁴⁸⁴ Anhand der bisherigen Ergebnisse sind die modellbasierte Entwicklung, die Bereitstellung von Prototypen, die Verifikation von

⁴⁸² Vgl. Schoenherr und Wagner 2016

⁴⁸³ Vgl. Hoppmann et al. 2011; Reinertsen 2009; Oppenheim et al. 2011

⁴⁸⁴ Vgl. Floricel et al. 2016

Modellen & Annahmen und die Synchronisierung von Projektaktivitäten geeignete Indikatoren zur Operationalisierung dieses Konstruktes. Ein weiteres zentrales Element der Dimension Arbeitsstil ist das Konstrukt Entscheidungsfindung. Zum Thema Entscheidungsfindung existieren bereits unterschiedliche Skalen, die sich in Abhängigkeit von der jeweiligen Zielsetzung unterscheiden. In Bezug auf diese Studie hat sich besonders die Entscheidungsgeschwindigkeit und -qualität als wichtig herausgestellt. Daher werden diese Eigenschaften der Entscheidungsfindung mit Hilfe von drei Indikatoren bewertet. Die Indikatoren des Messmodells sind in Tabelle 7-8 dargestellt.

Tabelle 7-8: Messmodell zum Arbeitsstil

Konstrukt	Indikator	Operationalisierung im Fragebogen
Arbeitsfluss	Ausplanung	Verfügbare Kapazität war nicht komplett verplant (<85%)
	Umgang mit Störungen	Ungeplante Tätigkeiten wurden kontrolliert und priorisiert
	Multitasking	Mitarbeiter konnten bereits gestartete Arbeitspakete abschließen, bevor sie Neue starteten
	Bearbeitungssequenz Arbeitspakete	Mitarbeiter definierten die Bearbeitungsreihenfolge der Arbeitspakete
Feedbackschleifen	Modellbasierte Entwicklung	Modellbasierte Entwicklung durch Nutzung von Simulationen
	Bereitstellung Prototypen	Schnelle Bereitstellung von Prototypen
	Verifikation von Modellen & Annahmen	Schnelle Verifikation von Modellen und Annahmen
	Synchronisierung von Projektaktivitäten	Passender Rhythmus zum Abgleich des Arbeitsfortschritts zwischen den Projektaktivitäten
Entscheidungsfindung	Geschwindigkeit im Projekt	Mit der Geschwindigkeit der im Projekt getroffenen Entscheidungen war ich zufrieden
	Projektübergreifende Geschwindigkeit	Gemeinsame Entscheidungen mit der Linienorganisation konnten in angemessener Zeit getroffen werden
	Qualität der Entscheidungen	Mit der Entscheidungsqualität war ich zufrieden

7.4.2.4 Projektteam

Die Dimension Projektteam soll durch die Konstrukte Projektorganisation, Teamzusammensetzung und Team-Mindset beschrieben werden.

Die Skala des Konstrukts Projektorganisation bewertet, inwieweit das vorliegende Projektgerüst den Entwicklungsprozess bestmöglich unterstützte. Die Basis für die Operationalisierung bildet das Konstrukt Projektteam-Netzwerk von RESE & BAIER.⁴⁸⁵ Ein zentraler Bestandteil ist dabei die Ressourcenverfügbarkeit des Projektteams, die mit zwei Indikatoren bewertet wird. In Anlehnung an die bisherigen Ergebnisse wird das Konstrukt modifiziert, indem zwei zusätzliche Indikatoren die Projektinfrastruktur und die Zuordnung von Rollen und Verantwortlichkeiten bewerten.

⁴⁸⁵ Vgl. Rese und Baier 2011

Vorhandene Skalen zur Erfassung der Teamzusammensetzung fokussieren sich auf die crossfunktionale Zusammensetzung des Projektteams.⁴⁸⁶ Hierbei wird bewertet, ob das Produkt in enger Zusammenarbeit zwischen Entwicklung, Einkauf, Fertigung, Marketing/Sales und Qualität entwickelt wurde. Dieser Indikator wurde folglich auch in der vorliegenden Studie verwendet und zusätzlich um den Aspekt der Interdisziplinarität erweitert. Der Aspekt der Interdisziplinarität bezieht sich auf die interne Zusammensetzung des Entwicklungsteams, also ob das Produkt in enger Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Funktionen wie zum Beispiel Konstruktion, Systementwicklung und Versuch entstanden ist.

Ein weiteres Konstrukt der Dimension Projektteam bildet der Mindset des Projektteams, welcher sich aus drei Indikatoren zusammensetzt. Für dieses Konstrukt existieren Skalen mit unterschiedlichen inhaltlichen Schwerpunkten. Die inhaltliche Operationalisierung im Rahmen dieser Arbeit fokussiert sich auf die Elemente Vertrauen, Motivation und Energie, die inhaltlich an die Studien von *RESE & BAIER* und *ISAKSEN & LAUER* angelehnt sind.⁴⁸⁷ Tabelle 7-9 zeigt die entwickelten Skalen für die Dimension Projektteam.

Tabelle 7-9: Messmodell zum Projektteam

Konstrukt	Indikator	Operationalisierung im Fragebogen
Projektorganisation	Ressourcenkonsistenz	Mitarbeiter standen dem Projekt von Anfang bis Ende mit ausreichender Kapazität zur Verfügung
	Verfügbarkeit der Kompetenzen	Alle erforderlichen Kompetenzen standen dem Projekt zur Verfügung
	Projektinfrastruktur	Eine optimale Infrastruktur (Projekträume usw.) erleichterte uns die Projektarbeit
	Rollen & Verantwortlichkeiten	Rollen und Verantwortlichkeiten waren klar zugeordnet
Teamzusammensetzung	Interdisziplinarität	Das Produkt wurde durch ein interdisziplinäres Team (z.B. Konstruktion, Systementwicklung, Versuch, etc.) entwickelt
	Crossfunktionalität	Das Produkt wurde durch ein crossfunktionales Team (z.B. Entwicklung, Fertigung, Einkauf, Marketing und Qualität) entwickelt
Team-Mindset	Leistungsbereitschaft	Das Projektteam zeigte eine hohe Leistungsbereitschaft
	Vertrauen	Wir konnten uns auf unsere Teammitglieder verlassen
	Motivation	Das Projektteam brannte für das Projekt

7.4.2.5 Validierung der Konstrukte der Projektebene

Alle Konstrukte der Projektebene wurden als reflektive Konstrukte definiert und können somit einer explorativen und konfirmatorischen Faktorenanalyse unterzogen werden. Für die explorative Faktorenanalyse wurde eine Hauptkomponentenanalyse mit Promax

⁴⁸⁶ Vgl. Tessarolo 2007, Cui et al. 2014, Lee und Wong 2011

⁴⁸⁷ Vgl. Rese und Baier 2011, Isaksen und Lauer 2002

Rotation durchgeführt. Nach dem Kaiser-Kriterium wurden initial 11 Faktoren extrahiert. Diese Initiallösung hatte noch keine zufriedenstellende Einfachstruktur. Da für eine 12 Faktor Lösung der letzte Eigenwert nur knapp unter eins liegt, wurde die Faktorenzahl bei der Hauptkomponentenlösung auf 12 restringiert. Diese Lösung bildet die hypothetisierten Faktoren einheitlich ab. Der Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Wert liegt bei 0,88 und der Bartlett-Test weist auf signifikante Korrelationen hin. Die rotierte Lösungsmatrix ist im Anhang abgebildet.⁴⁸⁸ Die Ladungskoeffizienten der explorativen Faktorenanalyse sind in Tabelle 7-10 dargestellt. Bei Betrachtung der Faktorladungen weist nur das erste Item des Konstrukts Arbeitsfluss Querladungen und einen Ladungskoeffizienten $< 0,5$ auf. Aus diesem Grund wurde dieses Item für die weitere Auswertung ausgeschlossen. Dies ist ohne Informationsverlust möglich, da das reflektive Konstrukt Arbeitsfluss noch anhand von drei weiteren Items operationalisiert wird.

Im Anschluss wurden die reflektiven Konstrukte mit Hilfe der Software IBM SPSS AMOS einer konfirmatorischen Faktorenanalyse unterzogen. Tabelle 7-10 zeigt die λ -Ladungskoeffizienten zwischen den Items und den jeweiligen a-priori festgelegten Konstrukten. Nur das Item modellbasierte Entwicklung des Konstruktes Feedbackschleifen liegt unter dem gewünschten Wert von 0,6. Die berechneten globalen Gütemaße bestätigen ebenfalls die Qualität der Modellstruktur. Die berechneten Reliabilitätskriterien in Tabelle 7-11 liegen für alle Konstrukte über den bekannten Schwellenwerten. Die Diskriminanzvalidität konnte für alle Konstrukte anhand des Fornell-Larckers-Kriteriums bestätigt werden.

⁴⁸⁸ Vgl. Tabelle A-11

Tabelle 7-10: Ladungskoeffizienten explorative und konfirmatorische Faktorenanalyse

Konstrukt	Item	Explorative Faktorenanalyse	Konfirmatorische Faktorenanalyse
		Ladung	λ -Ladung
Marktorientierung	Strukturierung & Bewertung	0,86	0,87
	Prüfung hinsichtlich Marktfähigkeit	0,92	0,77
	Einheitliches Verständnis & Priorisierung	0,57	0,83
Systemarchitektur	Erstellung Produktkonzept	0,70	0,71
	Schnittstellendefinition	0,87	0,83
	Identifizierung kritischer Systemelemente	0,90	0,71
Frühzeitige Risiko- reduzierung	Sorgfältige Marktstudien	0,64	0,63
	Konzeptbewertung	0,78	0,79
Flexibilität	Sorgfältige Projektdefinition	0,69	0,77
	Änderungen am Projektplan	0,77	0,69
	Änderungen am Produkt	0,80	0,79
Kundenintegration	Tailoring Prozesse	0,56	0,63
	Intensiver Kundendialog	0,72	0,76
	Frühzeitige Ablieferung von Ergebnissen	0,85	0,82
Zuliefererintegra- tion	Direkter Kundenzugang	0,89	0,70
	Frühzeitige Integration	0,86	0,74
	Produktive Zusammenarbeit	0,89	0,94
Arbeitsfluss	Unterstützung durch Einkauf	0,79	0,66
	Ausplanung	0,32*	0,47*
	Umgang mit Störungen	0,64	0,76
Feedbackschleifen	Multitasking	0,89	0,76
	Bearbeitungssequenz Arbeitspakete	0,83	0,65
	Modellbasierte Entwicklung	0,68	0,50
	Bereitstellung Prototypen	0,84	0,75
Entscheidungsfin- dung	Verifikation von Modellen & Annahmen	0,89	0,90
	Synchronisierung von Projektaktivitäten	0,57	0,67
	Geschwindigkeit im Projekt	0,85	0,83
	Projektübergreifende Geschwindigkeit	0,89	0,84
Projektorganisa- tion	Qualität der Entscheidungen	0,78	0,80
	Ressourcenkonsistenz	0,64	0,79
	Verfügbarkeit der Kompetenzen	0,80	0,81
	Projektinfrastruktur	0,86	0,65
Teamzusammen- setzung	Rollen & Verantwortlichkeiten	0,71	0,68
	Interdisziplinarität	0,91	0,61
Team-Mindset	Crossfunktionalität	0,69	0,82
	Leistungsbereitschaft	0,88	0,84
	Vertrauen	0,91	0,87
	Motivation	0,83	0,84

Explorative Faktorenanalyse: Principal Component Analyse mit Promax-Rotation, KMO Wert:0,88 , Bartlett-Test:n.s.
 Konfirmatorische Faktorenanalyse: $\chi^2/d.f.=1,91$, CFI:0,91 , RMSEA=0,05, SRMR=0,06

Tabelle 7-11: Reliabilitäts- und Validitätskriterien zur Projektebene

Konstrukt	Cronbachs Alpha	Faktorreliabilität (CR)	AVE	Höchste ϕ_{ij}^2	Fornell-Larcker-Kriterium
Marktorientierung	0,81	0,86	0,67	0,40	✓
Systemarchitektur	0,79	0,80	0,57	0,32	✓
Frühzeitige Risikoreduzierung	0,73	0,77	0,54	0,40	✓
Flexibilität	0,74	0,75	0,50	0,37	✓
Kundenintegration	0,80	0,80	0,58	0,26	✓
Zuliefererintegration	0,81	0,83	0,62	0,29	✓
Arbeitsfluss	0,74	0,77	0,53	0,39	✓
Feedbackschleifen	0,78	0,80	0,52	0,17	✓
Entscheidungsfindung	0,86	0,86	0,67	0,37	✓
Projektorganisation	0,81	0,82	0,54	0,39	✓
Teamzusammensetzung	0,66	0,67	0,52	0,29	✓
Motivation	0,88	0,88	0,71	0,22	✓

7.4.3 Projektergebnis & moderierende Faktoren

7.4.3.1 Operationalisierung Projektergebnis

Wie bei der Herleitung des Forschungsmodells gezeigt, repräsentieren die abhängigen Variablen das Projektergebnis. In Anlehnung an den konzeptionellen Bezugsrahmen in Kapitel 4, wird initial zwischen vier Konstrukten unterschieden:⁴⁸⁹

- Interne Perspektive
- Kundenperspektive
- Finanzielle Perspektive
- Organisationsperspektive

Die Bewertung der Indikatoren erfolgte mit Hilfe einer siebenstufigen Likert-Skala. Extremwerte der Skala waren „kein Erfolg“ und „hoher Erfolg“. Die interne Perspektive als Repräsentant der Projekteffizienz bewertet mit Hilfe von zwei Indikatoren, inwieweit die zeitliche Termintreue und die Einhaltung des Projektbudgets im Referenzprojekt erfüllt wurden. Unter anderem haben *VERWORN* und *SALOMO ET AL.* diese Indikatoren bereits in Studien verwendet und ihre Gültigkeit sichergestellt.⁴⁹⁰ Als weiteres Konstrukt soll die Kundenperspektive die Auswirkungen auf den Kunden messbar machen. Zur Messung dieses Konstruktes wird auf die Skala von *SHENHAR* zurückgegriffen.⁴⁹¹ Die

⁴⁸⁹ Vgl. Abschnitt 4.3.2 und Shenhar 2001

⁴⁹⁰ Vgl. Verworn 2009, Salomo et al. 2007

⁴⁹¹ Vgl. Shenhar 2001

Erfüllung der funktionalen Anforderungen, der Qualitätsanforderungen sowie die allgemeine Kundenzufriedenheit stellen die Indikatoren dieses Konstruktes dar. Die finanzielle Perspektive bildet den Geschäftserfolg ab, indem es die Erreichung der Umsatz- und Profitziele bewertet. Auch diese Indikatoren haben sich bereits in vergangenen Studien von beispielsweise *RESE & BAIER* als reliabel und valide gezeigt.⁴⁹² Als letztes abhängiges Konstrukt stellt die Organisationsperspektive den Teamerfolg und den Nutzen für Folgeprojekte dar. Zur Operationalisierung dieses Konstruktes dienen die Studien von *SHENHAR* und *MIR & PINNINGTON* als Eingangsgrößen.⁴⁹³ Tabelle 7-12 gibt eine Übersicht über die Indikatoren zur Bewertung des Projekterfolges. Im Gegensatz zu den Indikatoren der anderen Ebenen war keine erweiterte inhaltliche Formulierung für den Fragebogen notwendig.

Tabelle 7-12: Messmodell zum Projektergebnis

Konstrukt	Indikator
Interne Perspektive	Zeitliche Termintreue
	Einhaltung des Budgets
Kundenperspektive	Erfüllung der funktionalen Anforderungen des Kunden
	Erfüllung der Qualitätsanforderungen des Kunden
	Kundenzufriedenheit
Finanzielle Perspektive	Erreichen der Umsatzziele
	Erreichen der Profitziele
Organisationsperspektive	Kompetenzaufbau
	Zusammenarbeit im Team
	Zufriedenheit des Teams

7.4.3.2 Operationalisierung moderierender Faktoren

Wie bereits in Kapitel 3.3.2 beschrieben, sind die Komplexität und die Unsicherheit die zentralen Klassifizierungskriterien der Kontingenzfaktoren.⁴⁹⁴ In dieser quantitativen Untersuchung werden die Aufgabenvolatilität, der Neuheitsgrad, die strukturelle Komplexität des Produktes und die organisatorische Projektkomplexität zur Beschreibung des Kontexts operationalisiert.

⁴⁹² Vgl. Rese und Baier 2011

⁴⁹³ Vgl. Shenhar 2001, Mir und Pinnington 2014

⁴⁹⁴ Vgl. Kapitel 3.4.2, S. 50 ff.

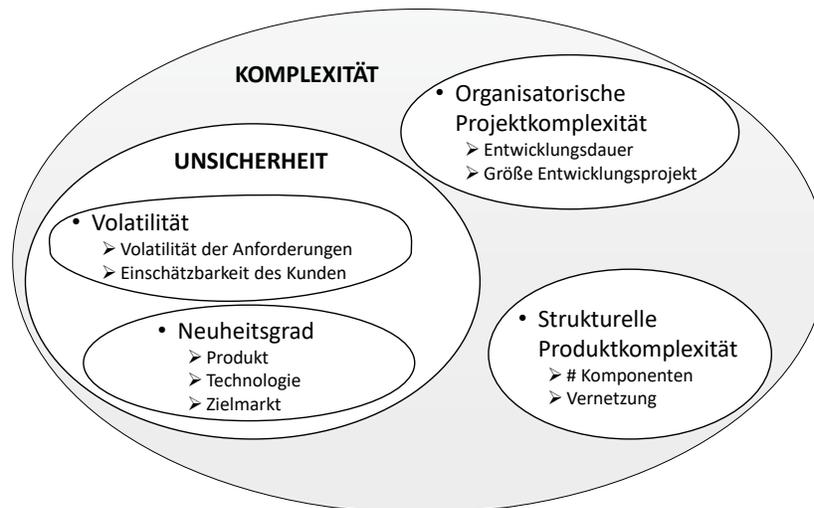


Abbildung 7-8: Operationalisierung des Kontextsystems⁴⁹⁵

Die Anforderungsvolatilität kann als zentrale Determinante der Aufgabenvolatilität betrachtet werden. In vielen Studien wird dieses Konstrukt zur Bewertung der Dynamik des Umfelds genutzt. *KOCK ET AL.* bewerten mit den Indikatoren die Dynamik des Kundenverhaltens sowie deren Auswirkungen auf die Stabilität der Anforderungen. Die strukturelle Produktkomplexität wird durch die Anzahl der Subsysteme in einem Produkt sowie deren Interdependenzen charakterisiert. *TATIKONDA & ROSENTHAL* messen Produktkomplexität anhand des Vernetzungsgrades zwischen Produktfunktionen und -modulen.⁴⁹⁶ Die Anzahl an Produktkomponenten wird als zusätzlicher Komplexitätstreiber verstanden und daher mit einem Indikator in dieser Studie erfasst.⁴⁹⁷ Zur Messung des Neuheitsgrades wird das theoretische Modell von *BALACHANDRA & FRIAR* verwendet.⁴⁹⁸ Das Konstrukt bewertet somit mit drei Indikatoren den Neuheitsgrad hinsichtlich des Produkts, der Technologie und des Zielmarkts. Im Gegensatz zu der Studie von *TATIKONDA & ROSENTHAL* werden die drei Neuheitsgrade nicht weiter ausdifferenziert. Die organisatorische Projektkomplexität wird durch die Indikatoren Anzahl Projektmitglieder und Projektlänge dargestellt. Anstatt einer siebenstufigen Likert-Skala wurden diese beiden Indikatoren metrisch skaliert erfasst. In Tabelle 7-13 sind alle Indikatoren der moderierenden Faktoren inklusive ihrer inhaltlichen Ausgestaltung im Fragebogen dargestellt.

⁴⁹⁵ Eigene Darstellung

⁴⁹⁶ Vgl. Tatikonda und Rosenthal 2000

⁴⁹⁷ Vgl. Novak und Eppinger 2001; Shenhar 2001

⁴⁹⁸ Vgl. Balachandra und Friar 1997

Tabelle 7-13: Messmodell zum Kontextsystem

Konstrukt	Indikator	Operationalisierung im Fragebogen
Anforderungsvolatilität	Marktvolatilität	In unserem Markt schauen die Kunden ständig nach neuen Produkten
	Prognose Kundenwünsche	Die Entwicklung der Kundenwünsche war schwer vorherzusehen
	Änderungen zwischen Projektbeginn- und Ende	Die Anforderungen haben sich zwischen Projektbeginn und -ende stark verändert
Strukturelle Komplexität	Anzahl Komponenten	Das Produkt hatte eine große Anzahl an Komponenten
	Grad der Vernetzung	Die unterschiedlichen Produktkomponenten waren stark miteinander vernetzt
	Auswirkung von Änderungen	Änderungen in einer Komponente hatten einen starken Einfluss auf die Entwicklung der anderen Komponenten
Neuheitsgrad	Produkt	Neuheitsgrad des Produktes
	Technologie	Neuheitsgrad der Technologie
	Markt	Neuheitsgrad des Zielmarkts
Organisatorische Komplexität	Anzahl Projektmitglieder	Aus wie vielen Mitgliedern bestand das Projektteam
	Projektlänge	Realisierte Projektdauer bis Abschluss/Freigabe

7.4.3.3 Validierung der Konstrukte des Projektergebnisses und der moderierenden Faktoren

Bis auf das Konstrukt organisatorische Komplexität wurden zunächst die Konstrukte für das Projektergebnis und die moderierenden Faktoren als reflektive Konstrukte definiert. Die initiale Anwendung einer explorativen Faktorenanalyse mit Promax Rotation lieferte nach dem Kaiser-Kriterium eine Lösung bestehend aus sechs Faktoren. Dies ist ein Faktor weniger als initial postuliert, wodurch die Ergebnisse inhaltlich schwerer zu interpretieren sind. Die Ursache liegt an dem Konstrukt interne Perspektive, welches Querladungen zu unterschiedlichen Faktoren aufweist. Bis auf das Item Kompetenzaufbau weisen die restlichen Items eindimensionale Ladungsmuster auf. Im nächsten Schritt wurde daher die Faktorenzahl auf sieben restringiert. Die Items zeitliche Termintreue und Budgeteinhaltung verbessern dadurch ihre Eindimensionalität und laden auf ein Konstrukt. Die rotierte Faktorenlösung ist im Anhang abgebildet.⁴⁹⁹ Für ein Konstrukt bestehend aus zwei Items sind diese Faktorladungen vergleichsweise gering und können folglich zu Problemen bei der Berechnung der Reliabilitäts- und Validitätskriterien führen. Als weitere Option bietet sich die Bildung eines formativen Konstrukts zur Abbildung der internen Perspektive an. Dieser Ansatz wird im Folgenden für diese Studie verwendet. Die Behandlung von formativen Konstrukten wurde bereits in Kapitel 7.3.4 erläutert. Da es sich bei der internen Perspektive um eine abhängige Variable handelt, sind nicht alle Prüfkriterien anwendbar. Die Konstruktvalidität kann jedoch nachgewiesen werden, da gemäß

⁴⁹⁹ Vgl. Tabelle A-12 im Anhang

der Hauptkomponentenanalyse (*Principal component analysis*) beide Items einen signifikanten Anteil haben.⁵⁰⁰

Aufgrund der bereits erwähnten Problematik mit formativen abhängigen Variablen empfiehlt es sich, die Regressionskoeffizienten a priori vor der eigentlichen Modellschätzung zu definieren. Aus der explorativen Faktorenanalyse ging hervor, dass beide Items einen signifikanten Anteil haben.⁵⁰¹ Daher wurde die einfachste Variante gewählt, indem der Durchschnitt der beiden Items zur Berechnung der internen Perspektive gebildet wurde.⁵⁰²

Auch ohne das Konstrukt interne Perspektive bildet sich bei der explorativen Faktorenanalyse eine einheitliche Ladungsmatrix.⁵⁰³ Das Item Kompetenzaufbau bildet wie in der vorangegangenen Analyse eine Ausnahme und wird aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen. Der Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Wert liegt bei 0,69 und beim Bartlett-Test kann die Null-Hypothese verworfen werden. Insgesamt kann mit dieser Lösung ein Varianzanteil von 70% erklärt werden. Tabelle 7-14 gibt einen Überblick über die Ladungskoeffizienten der explorativen und konfirmatorischen Faktorenanalyse.

Die anschließende konfirmatorische Faktorenanalyse bestätigte die Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse. Das Konstrukt interne Perspektive erfüllt nicht die Anforderungen für ein reflektives Konstrukt. Darüber hinaus haben noch die Items Neuheitsgrad des Marktes und Marktvolatilität geringe λ - Ladungen. Diese beiden Items werden für die weiteren Analysen eliminiert. Ansonsten sind bis auf die beschriebenen Ausnahmen gute Ladungskoeffizienten erkennbar. Zudem sprechen auch die globalen Gütemaße für einen guten Modell-Fit. Die Ergebnisse der Reliabilitäts- und Validitätsprüfung sind in Tabelle 7-15 zusammengefasst. Alle ermittelten Gütekriterien liegen dabei über den Grenzwerten. Demnach sind die Reliabilitätskriterien sowie das Fornell-Larcker Kriterium als Prüfgröße der Diskriminanzvalidität erfüllt.

⁵⁰⁰ Vgl. Diamantopoulos und Winklhofer 2001

⁵⁰¹ Vgl. Tabelle A-12 im Anhang

⁵⁰² Vgl. Kapitel 7.3.4, S. 128

⁵⁰³ Vgl. Tabelle A-13 im Anhang

Tabelle 7-14: Ladungskoeffizienten explorative und konfirmatorische Faktorenanalyse

Konstrukt	Item	Explorative Faktorenanalyse	Konfirmatorische Faktorenanalyse
		Ladung	λ -Ladung
Interne Perspektive	Zeitliche Termintreue	0,51	0,69
	Einhaltung des Budgets	0,88	0,43
Kundenperspektive	Funktionale Anforderungen	0,88	0,72
	Qualitätsanforderungen	0,87	0,79
	Kundenzufriedenheit	0,77	0,77
Finanzielle Perspektive	Umsatzziele	0,90	0,80
	Profitziele	0,88	0,89
Organisationsperspektive	Kompetenzaufbau	0,37*	0,31*
	Zusammenarbeit im Team	0,97	0,81
	Zufriedenheit des Teams	0,92	0,99
Neuheitsgrad	Produkt	0,84	0,77
	Technologie	0,86	0,71
	Markt	0,53	0,49
Volatilität	Marktvolatilität	0,59	0,40*
	Prognose Kundenwünsche	0,84	0,72
	Änderungen zwischen Projektbeginn und -ende	0,76	0,73
Strukturelle Komplexität	Anzahl Komponenten	0,66	0,56
	Grad der Vernetzung	0,92	0,89
	Auswirkung von Änderungen	0,89	0,82

Explorative Faktorenanalyse: Principal Component Analyse mit Promax-Rotation, KMO Wert:0,69 , Bartlett-Test:n.s.
Konfirmatorische Faktorenanalyse: $\chi^2/d.f.=1,71$, CFI:0,96 , RMSEA=0,047, SRMR=0,049

Tabelle 7-15: Reliabilitäts- und Validitätskriterien zum Projektergebnis & Moderatoren

Konstrukt	Cronbachs Alpha	Faktorreliabilität (CR)	AVE	Höchste ϕ_{ij}^2	Fornell-Larcker-Kriterium
Interne Perspektive	0,46	0,49	0,33	0,46	X
Kundenperspektive	0,80	0,80	0,58	0,24	✓
Finanzielle Perspektive	0,83	0,83	0,71	0,09	✓
Organisationsperspektive	0,89	0,90	0,82	0,24	✓
Neuheitsgrad	0,72	0,70	0,45	0,14	✓
Volatilität	0,70	0,70	0,54	0,14	✓
Strukturelle Komplexität	0,78	0,81	0,59	0,04	✓

7.5 Ergebnisse der Modellschätzung

In diesem Abschnitt erfolgt die Prüfung der in Kapitel 7.1 formulierten Hypothesen. Zur Reduzierung der Komplexität ist die Bildung von Teilmodellen vor der eigentlichen Modellschätzung ein notwendiger Schritt. Basierend auf dem theoretischen Bezugsrahmen und dem darin entwickelten Systemmodell werden in diesem Abschnitt mehrere Teilmodelle gebildet, um die postulierten Zusammenhänge im Detail zu analysieren. Zur Prüfung von Meta-Hypothese 1 und 6 wird das Teilmodell Organisationsebene gebildet. Dabei stehen die Wirkbeziehungen zwischen der organisatorischen Ebene und dem Projekterfolg im Fokus. Zur Prüfung der weiteren Hypothesen werden jeweils Variablen aus allen drei Ebenen zu Rate gezogen. Die bereits bei der Herleitung des Forschungsmodells beschriebenen vier Dimensionen der Projektebenen dienen als Eingangsgröße für die Teilmodellbildung.⁵⁰⁴ Als Ergebnis entstehen zusätzlich vier Teilmodelle, die aus einer Dimension der Projektebene und zusätzlich allen Variablen aus der organisatorischen Ebene sowie dem Projekterfolg bestehen. Dementsprechend werden zur Prüfung der Meta-Hypothesen 2 bis 5 die Teilmodelle Zielsystem Produkt, Projektteam, Arbeitsstil und Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner gebildet.

Die Hypothesenprüfung erfolgt in zwei Schritten. Zunächst werden die Teilmodelle hinsichtlich ihrer direkten und indirekten (Mediation) Pfadbeziehungen untersucht. In Abbildung 7-9 sind die unterschiedlichen Modelltypen dargestellt, die zur Prüfung der direkten und indirekten Pfadbeziehungen notwendig sind.

⁵⁰⁴ Vgl. Kapitel 7.1, S. 110 ff. und Abbildung 7-2, S. 111

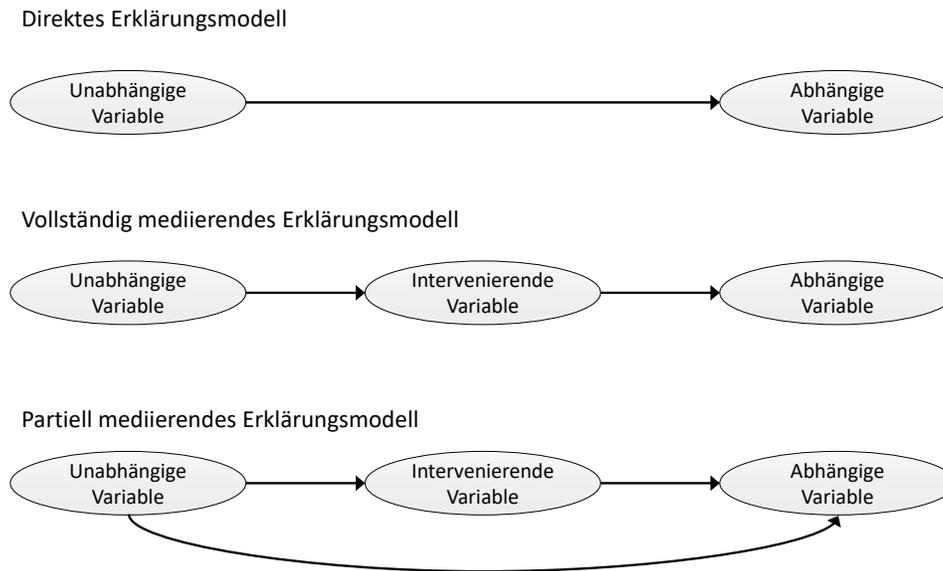


Abbildung 7-9: Übersicht Erklärungsansätze zur Prüfung der direkten und indirekten Wirkbeziehungen⁵⁰⁵

Die unabhängigen Variablen repräsentieren die organisatorische Ebene, die intervenierenden Variablen stellen die Projektebene dar und die abhängigen Variablen bilden den Projekterfolg ab. Das direkte und vollständig mediierende Erklärungsmodell prüft die direkten Hypothesen zwischen den unterschiedlichen Ebenen, während das partiell mediierende Erklärungsmodell die Mediationseffekte prüft. Mögliche Moderationseffekte werden im Anschluss geprüft. Hierzu werden geeignete Untergruppen für die Stichproben gebildet, für die dann anschließend die Parameter der Teilmodelle geschätzt werden. Die Ergebnisse der Modellschätzungen für die jeweiligen Teilmodelle sind im folgenden Abschnitt beschrieben.

7.5.1 Teilmodell Organisationsebene

Das erste Teilmodell überprüft, ob die Konstrukte der organisatorischen Ebene einen direkten signifikanten Einfluss auf das Projektergebnis haben. Daher wurde ein Modell gebildet, dass von jeder Variable der organisatorischen Ebene Pfade zu den vier Konstrukten des Projekterfolgs hat. In Abbildung 7-10 ist das Modell dargestellt.

⁵⁰⁵ Eigene Darstellung

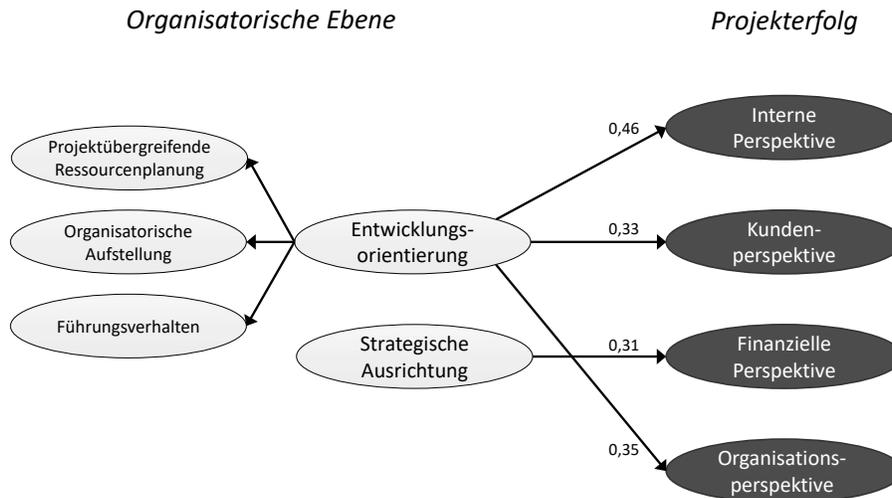


Abbildung 7-10: Pfadmodell organisatorische Ebene⁵⁰⁶

Zur Gewährleistung der Übersichtlichkeit sind nur signifikante Pfadbeziehungen ($p < 0,05$) abgebildet. Details zum Modell sind in Tabelle 7-16 beschrieben.

Tabelle 7-16: Ergebnisse Modellschätzung Teilmodell organisatorische Ebene

Wirkung von ↓ auf →	Standardisierte Effektgrößen und p-Werte			
	Interne Perspektive	Kundenperspektive	Finanzielle Perspektive	Organisationsperspektive
Entwicklungsorientierung	0,46***	0,33**	0,12	0,35***
Strategische Ausrichtung	-0,02	0,02	0,31***	-0,03
R^2	0,21	0,11	0,16	0,12
Modellgüte	$\chi^2/d.f. = 1,94$	CFI=0,95	RMSEA=0,05	SRMR=0,05
* $p \leq 0,05$	** $p \leq 0,01$	*** $p \leq 0,001$		

Alle globalen Gütekriterien liegen für dieses Teilmodell über den bekannten Grenzwerten. Darüber hinaus kann auch ein zufriedenstellender Varianzanteil der abhängigen Variablen erklärt werden. Die Entwicklungsorientierung hat als Konstrukt zweiter Ordnung einen positiv signifikanten Effekt auf die Erfolgsdimensionen interne Perspektive, Kundenperspektive und Organisationsperspektive. Die strategische Ausrichtung hat dem hingegen einen positiv signifikanten Effekt auf die finanzielle Perspektive. Beide Konstrukte haben demnach einen signifikanten Anteil am Erfolg eines Entwicklungsprojektes.

7.5.2 Teilmodell Zielsystem Produkt

Zur Prüfung der Hypothesen des Teilmodells Zielsystem Produkt wurden zwei Modellarten gebildet. Das vollständig medierende Modell eignet sich zur Prüfung der direkten

⁵⁰⁶ Eigene Darstellung

Pfadbeziehungen. Abbildung 7-11 skizziert diese Modellart für das Teilmodell Zielsystem.

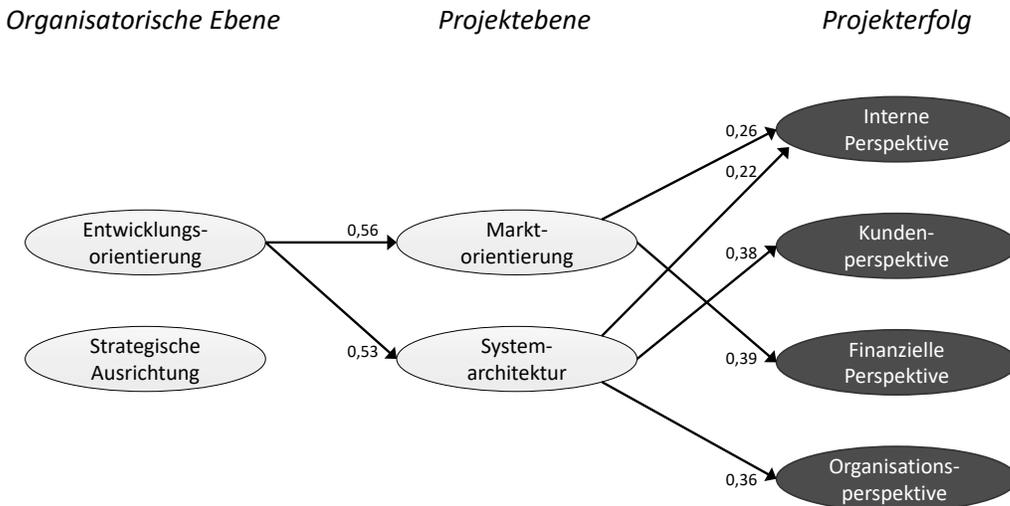


Abbildung 7-11: Teilmodell Zielsystem Produkt⁵⁰⁷

In Abbildung 7-11 sind nur die signifikanten Wirkbeziehungen dargestellt. Bestandteile des Modells sind das Ziel- und Agentensystem der Organisation sowie das Zielsystem des Projektes. Tabelle 7-17 gibt einen Überblick über die Gütemaße und die standardisierten Effektgrößen der postulierten Pfadbeziehungen.

Tabelle 7-17: Vollständig mediierendes Erklärungsmodell: Zielsystem Produkt

Wirkung von ↓ auf →	Standardisierte Effektgrößen und p-Werte							
	Interne Perspektive		Kundenperspektive		Finanzielle Perspektive		Organisationsperspektive	
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt
Marktorientierung	0,26***	-	0,04	-	0,39***	-	0,02	-
Systemarchitektur	0,22**	-	0,38***	-	0,12	-	0,36***	-
Strategische Ausrichtung	-	0,04	-	0,05	-	0,01	-	0,01
Entwicklungsorientierung	-	0,27***	-	0,22***	-	0,28***	-	0,20***
R^2	0,18		0,17		0,21		0,15	
Wirkung von ↓ auf →	Marktorientierung		Systemarchitektur					
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt				
Strategische Ausrichtung	0,12	-	0,01	-				
Entwicklungsorientierung	0,56***	-	0,53***	-				
R^2	0,42		0,29					
Modellgüte	$\chi^2/d.f.=1,95$		CFI=0,93		RMSEA=0,054		SRMR=0,063	
* $p \leq 0,05$	** $p \leq 0,01$		*** $p \leq 0,001$					

Das Modell weist nach den globalen Gütekriterien eine akzeptable Modellgüte auf. Weiterhin haben alle abhängigen und intervenierenden Variablen ein zufriedenstellendes

⁵⁰⁷ Eigene Darstellung

Bestimmtheitsmaß (R^2). Die Entwicklungsorientierung hat einen positiven signifikanten Effekt auf die Marktorientierung sowie die Systemarchitektur. Für die strategische Ausrichtung sind keine signifikanten Pfadbeziehungen zu der Projektebene erkennbar. Die Marktorientierung hat einen positiven signifikanten Effekt auf die interne, finanzielle und organisatorische Perspektive, während die Systemarchitektur signifikante Pfade zur Kunden- und Organisationsperspektive aufweist. Beide Variablen des Zielsystems haben folglich einen signifikanten Einfluss auf den Projekterfolg.

Die mediiierende Rolle der Variablen des Zielsystems wurde anhand eines modifizierten Modells geprüft. Dieses enthält zusätzlich direkte Pfadbeziehungen zwischen der organisatorischen Ebene und dem Projektergebnis. Tabelle 7-18 fasst die Ergebnisse für das modifizierte Modell zusammen.

Tabelle 7-18: Partiiell mediiierendes Erklärungsmodell: Teilmodell Zielsystem Produkt

Wirkung von ↓ auf →	Standardisierte Effektgrößen und p-Werte							
	Interne Perspektive		Kundenperspektive		Finanzielle Perspektive		Organisationsperspektive	
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt
Marktorientierung	0,09	-	-0,06	-	0,33***	-	-0,10	-
Systemarchitektur	0,11	-	0,31***	-	0,12	-	0,27***	-
Strategische Ausrichtung	-0,05	0,01	0,00	0,01	0,29**	0,01	-0,04	0,01
Entwicklungsorientierung	0,40**	0,11	0,20	0,12	-0,10	0,28**	0,30**	0,08
R^2	0,24		0,17		0,24		0,17	
Wirkung von ↓ auf →	Marktorientierung		Systemarchitektur					
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt				
Strategische Ausrichtung	0,11	-	0,02	-				
Entwicklungsorientierung	0,56***	-	0,51***	-				
R^2	0,41		0,27					
Modellgüte	$\chi^2/d.f.=1,91$		CFI=0,93		RMSEA=0,053		SRMR=0,053	
* $p \leq 0,05$	** $p \leq 0,01$		*** $p \leq 0,001$					

Die globalen Gütekriterien sowie die Bestimmtheitsmaße der Variablen lassen auf eine akzeptable Modellgüte schließen. Im Vergleich zum ersten Modell hat sich die Modellgüte verbessert. Dies liegt vor allem an den zusätzlichen direkten signifikanten Beziehungen der strategischen Ausrichtung zu der finanziellen Perspektive. Die Entwicklungsorientierung hat einen direkten signifikanten Pfad zu der internen Perspektive. Für diese beiden Pfadbeziehungen liegen zudem keine signifikanten indirekten Effekte vor, womit ein mediiierender Effekt für diese Pfadbeziehung ausgeschlossen werden kann.

Ein signifikanter indirekter Effekt von der Entwicklungsorientierung zu der finanziellen Perspektive bestätigt eine Mediation des Produkt-Zielsystems. Was die weiteren abhängigen Variablen betrifft, sind für das Zielsystem als Ganzes keine mediiierenden Wirkungen erkennbar. Da aber die Marktorientierung sowie die Systemstruktur direkte Effekte zum Projekterfolg aufweisen, können Mediationen bezüglich einzelner Variablen möglich

sein. Die Prüfung der indirekten Pfadbeziehungen zwischen einzelnen Variablen bestätigt diese Vermutung. Die Marktorientierung mediiert den Effekt zwischen der Entwicklungsorientierung und der finanziellen Perspektive ($p < 0,001$). Die Systemarchitektur weist zwei Mediationseffekte auf, indem sie den Effekt zwischen der Entwicklungsorientierung und der Kundenperspektive ($p < 0,001$) sowie der Entwicklungsorientierung und der Organisationsperspektive mediiert ($p < 0,001$).⁵⁰⁸

7.5.3 Teilmodell Projektteam

Das Teilmodell Projektteam untersucht die Systemrolle der Konstrukte Projektorganisation, Teamzusammensetzung und Team-Mindset gemäß ihrer Wirkbeziehungen mit den Konstrukten der organisatorischen Ebene und dem Projekterfolg. Die direkten Pfadbeziehungen zwischen den jeweiligen Ebenen wurden anhand eines vollständig mediierten Modells geprüft. Abbildung 7-12 zeigt die signifikanten Pfade des Modells, während Tabelle 7-19 detailliertere Informationen zum Modell und den Effektgrößen gibt.

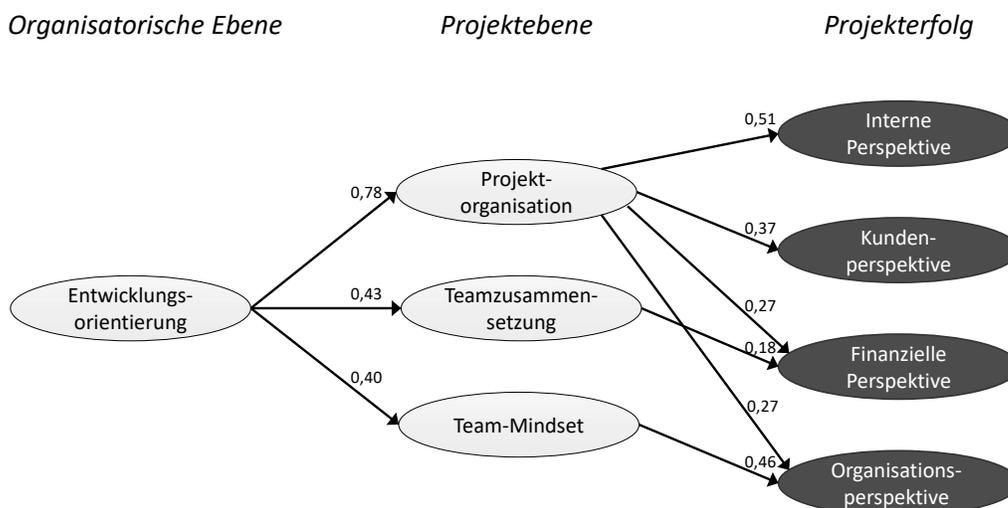


Abbildung 7-12: Teilmodell Projektteam⁵⁰⁹

⁵⁰⁸ Vgl. Tabelle A-14 im Anhang

⁵⁰⁹ Eigene Darstellung

Tabelle 7-19: Vollständig mediierendes Erklärungsmodell: Teilmodell Projektteam

Wirkung von ↓ auf →	Standardisierte Effektgrößen und p-Werte							
	Interne Perspektive		Kundenperspektive		Finanzielle Perspektive		Organisationsperspektive	
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt
Projektorganisation	0,51***	-	0,37***	-	0,27***	-	0,27***	-
Teamzusammensetzung	0,05	-	0,01	-	0,18*	-	-0,02	-
Team-Mindset	-0,02	-	0,09	-	-0,03	-	0,46**	-
Entwicklungsorientierung	-	0,41***	-	0,33***	-	0,28***	-	0,39***
R^2	0,27		0,17		0,15		0,36	
Wirkung von ↓ auf →	Projektorganisation		Teamzusammensetzung		Motivation & Mindset			
Entwicklungsorientierung	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt		
	0,78***	-	0,43***	-	0,40***	-		
R^2	0,61		0,18		0,16			
Modellgüte	$\chi^2/d.f.=2,23$		CFI=0,92		RMSEA=0,061		SRMR=0,061	
* $p \leq 0,05$	** $p \leq 0,01$		*** $p \leq 0,001$					

Nach Tabelle 7-19 liegen alle globalen Gütekriterien über den bekannten Grenzwerten. Auch bei Betrachtung der zu erklärenden Varianzanteile in Form des Bestimmtheitsmaßes (R^2) sind durchweg zufriedenstellende Werte erkennbar. Der höchste Varianzanteil kann auf Projektebene für die Variable Projektorganisation beschrieben werden und beim Projekterfolg für die Organisationsperspektive. Alle Konstrukte auf Projektebene werden durch die organisatorische Ebene in Form des Konstruktes Entwicklungsorientierung stark positiv beeinflusst. Bei Betrachtung der Wirkbeziehungen zwischen Projektebene und Projekterfolg wird deutlich, dass das Konstrukt Projektorganisation die stärksten Effekte aufweist. Signifikante Pfadbeziehungen sind zu allen abhängigen Variablen des Projekterfolgs identifizierbar. Die Teamzusammensetzung leistet für die finanzielle Perspektive einen zusätzlichen Beitrag zum erklärten Varianzanteil. Das Konstrukt Team-Mindset hat einen signifikanten Effekt auf die Organisationsperspektive. Weitere Effekte sind für die Konstrukte Teamzusammensetzung und Motivation & Mindset nicht erkennbar.

Nach der Prüfung der direkten Pfadbeziehungen sollen mögliche Mediationseffekte ermittelt werden. Eine Modifizierung des beschriebenen Modells ermöglicht die Identifizierung von Mediationseffekten. Das partiell mediierende Modell beinhaltet zusätzlich direkte Pfadbeziehungen zwischen der Organisationsebene und dem Projekterfolg. Tabelle 7-20 zeigt die Ergebnisse dieser Modellmodifikation.

Tabelle 7-20: Partiiell mediierendes Erklärungsmodell: Teilmodell Projektteam

Wirkung von ↓ auf →	Standardisierte Effektgrößen und p-Werte							
	Interne Perspektive		Kundenperspektive		Finanzielle Perspektive		Organisationsperspektive	
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt
Projektorganisation	0,33***	-	0,37***	-	0,15	-	0,30***	-
Teamzusammensetzung	0,02	-	0,00	-	0,16*	-	-0,01	-
Team-Mindset	-0,05	-	0,09	-	-0,04	-	0,47**	-
Entwicklungsorientierung	0,23	0,25*	0,01	0,32**	0,16	0,17	-0,04	0,41***
R^2	0,27		0,17		0,15		0,36	
Wirkung von ↓ auf →	Projektorganisation		Teamzusammensetzung		Motivation&Mindset			
Entwicklungsorientierung	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt		
	0,78***	-	0,43***	-	0,40***	-		
R^2	0,60		0,18		0,16			
Modellgüte	$\chi^2/d.f.=2,23$		CFI=0,92		RMSEA=0,061		SRMR=0,060	
* $p \leq 0,05$	** $p \leq 0,01$		*** $p \leq 0,001$					

Auch bei diesem Modell sind die globalen Gütemaße und Bestimmtheitsmaße der zu erklärenden Variablen auf einem akzeptablen Niveau. Signifikante indirekte Effekte des Konstrukts Entwicklungsorientierung sind bei den Ergebnisgrößen interne Perspektive, Kundenperspektive und Organisationsperspektive erkennbar. Demnach kann gefolgert werden, dass die Dimension Projektteam mit den dazugehörigen Konstrukten die Wirkung des Konstruktes Entwicklungsorientierung auf die eben genannten Ergebnisgrößen mediiert. Für die finanzielle Perspektive ist dieser Mediationseffekt nicht gegeben. Bei Betrachtung der direkten Pfadbeziehungen zwischen der Projektebene und dem Projekterfolg wird deutlich, dass die Variable Projektorganisation mit Abstand die wirkungsstärkste Variable ist. Aus diesen Grund soll noch überprüft werden, ob die Variable Projektorganisation den Effekt der Entwicklungsorientierung auf den Projekterfolg mediiert. Signifikante indirekte Effekte sind dabei zu der internen Perspektive ($p < 0,05$), der Kundenperspektive ($p < 0,01$) sowie der Organisationsperspektive ($p < 0,01$) erkennbar.⁵¹⁰ Der mediierende Effekt geht daher, wie schon vermutet, von der Projektorganisation aus.

7.5.4 Teilmodell Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner

Die Konstrukte frühzeitige Risikoreduzierung, Flexibilität, Kundenintegration und Zuliefererintegration bilden das Teilmodell Prozessgestaltung & Einbindung externe Partner und beziehen sich somit auf das Prozesssystem der Projektebene. Zur Prüfung der direkten Effekte zwischen den Ebenen wurde wiederum ein vollständig mediierendes Modell gebildet. Die signifikanten Pfade sind in Abbildung 7-13 visualisiert.

⁵¹⁰ Vgl. Tabelle A-14 im Anhang

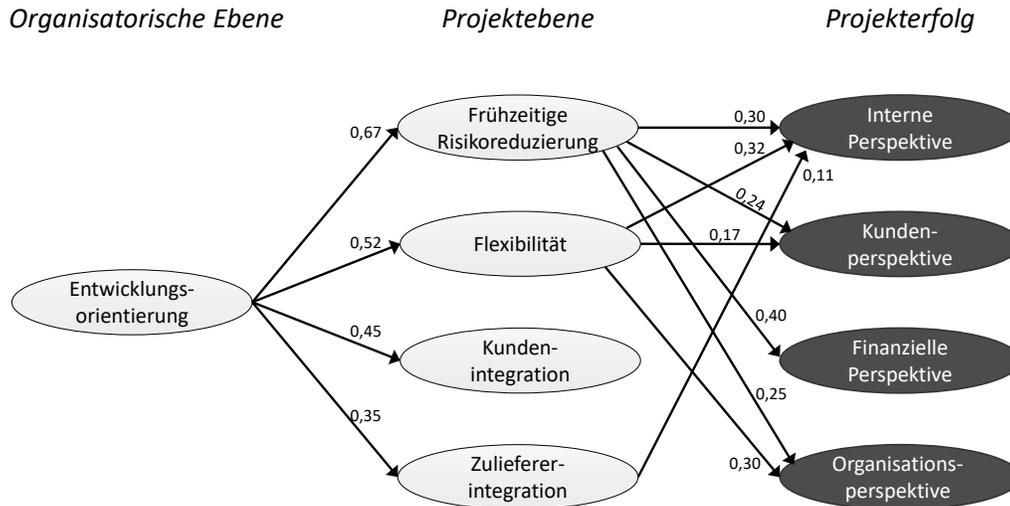


Abbildung 7-13: Teilmodell Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner⁵¹¹

Tabelle 7-21 zeigt die Ergebnisse der Modellschätzung für das vollständig mediierende Modell.

Tabelle 7-21: Vollständig mediierendes Erklärungsmodell: Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner

Wirkung von ↓ auf →	Standardisierte Effektgrößen und p-Werte							
	Interne Perspektive		Kundenperspektive		Finanzielle Perspektive		Organisationsperspektive	
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt
Frühzeitige Risikoreduz.	0,30***	-	0,24**	-	0,40***	-	0,25***	-
Flexibilität	0,32***	-	0,17*	-	0,03	-	0,30***	-
Kundenintegration	-0,01	-	0,06	-	0,02	-	-0,02	-
Zuliefererintegration	0,11*	-	-0,05	-	0,06	-	0,07	-
Entwicklungsorientierung	0,41***		0,26***		0,27***		0,33***	
R^2	0,30		0,12		0,15		0,21	
Wirkung von ↓ auf →	Frühzeitige Risikoreduzierung		Flexibilität		Kundenintegration		Zuliefererintegration	
Entwicklungsorientierung	0,67***	-	0,52***	-	0,45***	-	0,35***	-
R^2	0,45		0,27		0,20		0,12	
Modellgüte	$\chi^2/d.f.=1,78$		CFI=0,93		RMSEA=0,049		SRMR=0,058	
* $p \leq 0,05$	** $p \leq 0,01$		*** $p \leq 0,001$					

Die vorliegenden globalen Gütemaße und Bestimmtheitsmaße der Konstrukte weisen auf einen akzeptablen Modell-Fit hin. Die Entwicklungsorientierung als Repräsentant der organisatorischen Ebene hat einen positiv signifikanten Effekt auf alle vier Konstrukte der Projektebene. Bei den Wirkbeziehungen zwischen der Projektebene und dem Projekterfolg weisen die Konstrukte frühzeitige Risikoreduzierung und Flexibilität beinahe durchweg positive Effekte auf. Nur der Pfad zwischen dem Konstrukt Flexibilität und der

⁵¹¹ Eigene Darstellung

finanziellen Perspektive ist nicht signifikant. Ein anderes Bild ergibt sich bei den Konstrukten, die sich auf die Einbindung externer Partner beziehen. Für das Konstrukt Kundenintegration sind keine signifikanten Pfadbeziehungen erkennbar und für das Konstrukt Zuliefererintegration ist nur eine schwache Beziehung zu der internen Perspektive identifizierbar.

Wie auch bei den anderen Teilmodellen wurde im nächsten Schritt ein partiell mediierendes Modell gebildet. Tabelle 7-22 gibt eine Übersicht über die Parameter für dieses Modell.

Tabelle 7-22: Partiiell mediierendes Erklärungsmodell: Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner

Wirkung von ↓ auf →	Standardisierte Effektgrößen und p-Werte							
	Interne Perspektive		Kundenperspektive		Finanzielle Perspektive		Organisationsperspektive	
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt
Frühzeitige Risikoreduz.	0,20*	-	0,12	-	0,28**	-	0,20*	-
Flexibilität	0,27***	-	0,11	-	-0,08	-	0,28***	-
Kundenintegration	-0,03	-	0,03	-	-0,01	-	-0,03	-
Zuliefererintegration	0,10	-	-0,07	-	0,03	-	0,06	-
Entwicklungsorientierung	0,17	0,29**	0,20	0,12	0,17	0,16*	0,08	0,28**
R^2	0,30		0,13		0,16		0,21	
Wirkung von ↓ auf →	Frühzeitige Risiko-reduzierung		Flexibilität		Kundenintegration		Zuliefererintegration	
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt
Entwicklungsorientierung	0,66***	-	0,51***	-	0,45***	-	0,35***	-
R^2	0,44		0,26		0,20		0,12	
Modellgüte	$\chi^2/d.f.=1,78$		CFI=0,93		RMSEA=0,049		SRMR=0,056	
* $p \leq 0,05$	** $p \leq 0,01$		*** $p \leq 0,001$					

Die globalen Gütemaße sowie die Bestimmtheitsmaße für die Konstrukte liegen innerhalb der Schwellenwerte. Im Vergleich zu dem vollständig mediierenden Modell hat dieses Modell nur eine minimal bessere Anpassungsgüte. Dies liegt daran, dass es in dem Modell mehr zu schätzende Parameter gibt. Insgesamt fällt bei Betrachtung von Tabelle 7-22 direkt auf, dass die zusätzlichen direkten Pfade von der organisatorischen Ebene zu dem Projektergebnis keine statistische Signifikanz aufweisen. Als logischer Schluss muss ein hohes Maß an Mediation in diesem Modell vorhanden sein. Für das komplette Teilmodell auf Projektebene sind signifikante indirekte Effekte hinsichtlich der internen Perspektive, der finanziellen Perspektive und der Organisationsperspektive erkennbar. Demnach wird der Effekt der Entwicklungsorientierung durch die Konstrukte der Projektebene auf die interne, finanzielle und Organisationsperspektive mediiert. In Bezug auf die Kundenperspektive sind keine signifikanten Mediationseffekte identifizierbar.

Zusätzlich wurden die einzelnen Variablen auf Projektebene bezüglich möglicher Mediationseffekten untersucht. Die frühzeitige Risikoreduzierung mediiert die Wirkung der

Entwicklungsorientierung auf die interne Perspektive ($p < 0,05$), die finanzielle Perspektive ($p < 0,01$) und die Organisationsperspektive ($p < 0,05$). Die Flexibilität stellte sich als weiterer individueller Mediator heraus, da der Effekt der Entwicklungsorientierung auf die interne Perspektive ($p < 0,001$) und die Organisationsperspektive ($p < 0,05$) durch diese Variable übertragen wird.

7.5.5 Teilmodell Arbeitsstil

Ein elementarer Bestandteil des Handlungssystems auf Projektebene wird durch das Teilmodell Arbeitsstil mit den Konstrukten Arbeitsfluss, Feedbackschleifen und Entscheidungsfindung dargestellt. Zunächst wurde wieder ein Modell gebildet, das aus direkten Pfadbeziehungen zwischen den Ebenen besteht. Da dieses Modell keine direkten Pfadbeziehungen zwischen der organisatorischen Ebene und dem Projektergebnis hat, liegt ein vollständig mediierendes Modell vor. Signifikante Pfade des vollständig mediierenden Erklärungsmodells sind in Abbildung 7-14 dargestellt.

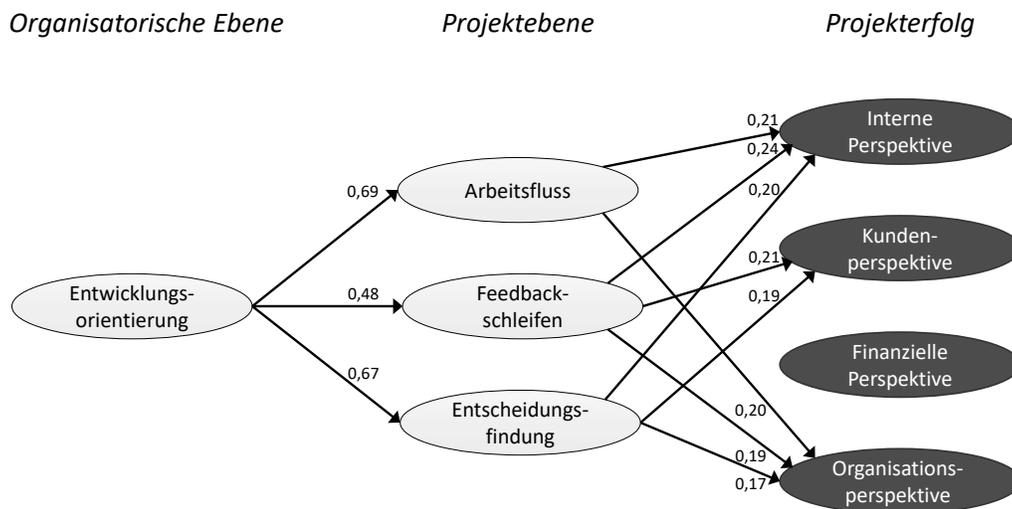


Abbildung 7-14: Teilmodell Arbeitsstil⁵¹²

Die Betrachtung der Gütemaße in Tabelle 7-23 lassen auf einen akzeptablen Modell-Fit schließen.

⁵¹² Eigene Darstellung

Tabelle 7-23: Vollständig mediierendes Erklärungsmodell: Arbeitsstil

Wirkung von ↓ auf →	Standardisierte Effektgrößen und p-Werte							
	Interne Perspektive		Kundenperspektive		Finanzielle Perspektive		Organisationsperspektive	
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt
Arbeitsfluss	0,21**	-	0,04	-	0,09	-	0,20**	-
Feedbackschleifen	0,24***	-	0,21**	-	0,12	-	0,19**	-
Entscheidungsfindung	0,20**	-	0,19**	-	0,14	-	0,17**	-
Entwicklungsorientierung	-	0,39***	-	0,25***	-	0,21***	-	0,34***
R^2	0,24		0,12		0,08		0,18	
Wirkung von ↓ auf →	Arbeitsfluss		Feedbackschleifen		Entscheidungsfindung			
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt		
Entwicklungsorientierung	0,69***	-	0,48***	-	0,67***	-		
R^2	0,48		0,23		0,45			
Modellgüte	$\chi^2/d.f.=2,11$		CFI=0,92		RMSEA=0,058		SRMR=0,062	
* $p \leq 0,05$	** $p \leq 0,01$		*** $p \leq 0,001$					

Bis auf die Ergebnisgröße finanzielle Perspektive haben alle Konstrukte ein zufriedenstellendes Bestimmtheitsmaß. Folgerichtig sind keine signifikanten Pfadbeziehungen zu der finanziellen Perspektive erkennbar. Die Konstrukte Entscheidungsfindung und Feedbackschleifen haben signifikante Effekte auf die Ergebnisgrößen interne Perspektive, Kundenperspektive und Organisationsperspektive. Das Konstrukt Arbeitsfluss unterscheidet sich von den vorherigen Konstrukten, indem es keine signifikante Pfadbeziehung zu der Kundenperspektive hat. Alle drei genannten Konstrukte auf Projektebene werden stark signifikant von der Entwicklungsorientierung beeinflusst. Besonders stark werden die Konstrukte Arbeitsfluss und Entscheidungsfindung beeinflusst.

Das modifizierte partiell mediierende Erklärungsmodell hat ebenfalls akzeptable globale Gütemaße. Durch die direkten Pfadbeziehungen zwischen der organisatorischen Ebene und dem Projekterfolg hat sich das Bestimmtheitsmaß einiger Konstrukte verbessert. Tabelle 7-24 zeigt die Ergebnisse der Modellschätzung.

Tabelle 7-24: Partiiell mediierendes Erklärungsmodell: Arbeitsstil

Wirkung von ↓ auf →	Standardisierte Effektgrößen und p-Werte							
	Interne Perspektive		Kundenperspektive		Finanzielle Perspektive		Organisationsperspektive	
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt
Arbeitsfluss	0,07	-	-0,09	-	-0,09	-	0,17	-
Feedbackschleifen	0,20**	-	0,17*	-	0,07	-	0,18**	-
Entscheidungsfindung	0,10	-	0,10	-	0,00	-	0,15	-
Entwicklungsorientierung	0,27	0,21	0,24	0,09	0,35*	-0,02	0,07	0,30**
R^2	0,26		0,14		0,11		0,18	
Wirkung von ↓ auf →	Arbeitsfluss		Feedbackschleifen		Entscheidungsfindung			
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt		
Entwicklungsorientierung	0,69***	-	0,48***	-	0,66***	-		
R^2	0,47		0,23		0,44			
Modellgüte	$\chi^2/d.f.=2,11$		CFI=0,92		RMSEA=0,058		SRMR=0,058	
* $p \leq 0,05$	** $p \leq 0,01$		*** $p \leq 0,001$					

Signifikante indirekte Effekte sind zwischen der Entwicklungsorientierung und den Ergebnisgrößen interne Perspektive und Organisationsperspektive erkennbar. Demnach wird der Effekt der Entwicklungsorientierung durch Konstrukte der Dimension Arbeitsstil auf die Ergebnisgrößen interne Perspektive und Organisationsperspektive mediiert. Bei den Ergebnisgrößen Kundenperspektive und finanzielle Perspektive ist dieser Effekt nicht beobachtbar. Bezogen auf einzelne Konstrukte auf Projektebene können jedoch noch weitere Mediationseffekte identifiziert werden. Dabei wird, wie bei den anderen Teilmodellen auch, das Produkt der Pfadbeziehung zwischen dem Pfad organisatorische Ebene zu Projektebene und dem Pfad Projektebene zu Projekterfolg bezüglich der statistischen Signifikanz untersucht.

Entsprechend dieser Berechnung ist der Arbeitsfluss ein Mediator für die Beziehung zwischen der Entwicklungsorientierung und der Organisationsperspektive ($p < 0,01$). Das Konstrukt Feedbackschleifen tritt sogar als dreifacher Mediator auf, indem es die Effekte zwischen der Entwicklungsorientierung und der internen Perspektive ($p < 0,001$), der Kundenperspektive ($p < 0,05$) und der Organisationsperspektive ($p < 0,05$) mediiert. Da die Entscheidungsfindung keine signifikanten Pfade in dem partiell mediierenden Erklärungsmodell aufweist, sind auch keine Mediationseffekte für dieses Konstrukt identifizierbar.

7.5.6 Erweiterung der Teilmodelle um Moderationseffekte

Nachdem im letzten Abschnitt die Teilmodelle für die gesamte Stichprobe geschätzt wurden, werden im Folgenden die Moderationshypothesen untersucht. Das methodische Vorgehen wurde bereits in Kapitel 7.3.5 erläutert.⁵¹³

⁵¹³ Vgl. Kapitel 7.3.5.2, S. 133

7.5.6.1 Bildung von Teilgruppen

Insgesamt wurde das Kontextsystem anhand von vier Variablen beschrieben.⁵¹⁴ Drei dieser Variablen wurden als latente Variable gemessen und in Abschnitt 7.4.3.3 hinsichtlich der Reliabilität und Validität geprüft.⁵¹⁵ Für diese Variablen wurde ein einfacher Median-Split der gesamten Stichprobe durchgeführt, um zwei gleichgroße Untergruppen zu erhalten.⁵¹⁶ Das bietet vor allem Vorteile bei der späteren Modellschätzung, da eine gewisse Stichprobengröße für die Anwendung von kovarianzbasierten Analysemethoden notwendig ist. Die deskriptiven Merkmale für die gebildeten Subgruppen sind in Tabelle 7-25 beschrieben.

Tabelle 7-25: Übersicht deskriptive Merkmale der Subgruppen

Merkmale	Neuheitsgrad		Volatilität		Strukturelle Komplex.	
	Niedrig	Hoch	Niedrig	Hoch	Niedrig	Hoch
Mittelwert	2,49	3,88	1,97	3,46	3,21	4,63
Median	2,61	3,81	2,02	3,42	3,46	4,63
S.d.	0,57	0,44	0,51	0,46	0,79	0,30
Maximum	3,25	4,94	2,70	2,71	4,14	5,08
Minimum	0,88	3,26	0,77	4,49	0,78	4,17
N	163	164	163	164	164	163

Die organisatorische Komplexität wurde nicht als latente Variable definiert und muss aus diesem Grund gesondert behandelt werden. Die Projektlänge sowie die Anzahl der Teammitglieder wurden metrisch skaliert erfasst. Die Clusteranalyse, mit dem Ziel Gruppen (Cluster) zu bilden, die im Hinblick auf die betrachteten Eigenschaften oder Merkmale möglichst homogen sind, stellt ein geeignetes Verfahren dar.⁵¹⁷ Als Clusteralgorithmus wurde das TwoStep-Verfahren mit SPSS Version 24 angewandt. Als Proximitätsmaß wurde das log-likelihood-Verfahren zugrunde gelegt. Ziel war es, mit Hilfe der zwei Kriterien Projektlänge und Anzahl der Teammitglieder, geeignete Cluster zu finden. Gemäß dem Vorgehen für die anderen Variablen ist eine passende Clusteranzahl zu spezifizieren. Geeignet ist eine Lösung mit zwei Clustern mit der Ausprägungscharakteristik hoch-hoch und niedrig-niedrig. Der Algorithmus bietet eine Lösung mit zwei und drei Cluster als passende Lösung an. Beide Lösungen haben einen guten Silhouettenkoeffizient, der als unabhängige Maßzahl für die Qualität einer Clustergruppe gilt. Da wie beschrieben die Aufteilung in zwei Gruppen sachlogisch am besten zur Untersuchungs-

⁵¹⁴ Vgl. Abbildung 7-8, S. 148

⁵¹⁵ Vgl. Kapitel 7.4.3.3, S. 149

⁵¹⁶ Vgl. Langerak et al. 2007, S. 294

⁵¹⁷ Vgl. Backhaus et al. 2016, S. 455

methode passt, wird diese im Folgenden weiterverfolgt. Abbildung 7-15 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Clusterbildung für die organisatorische Komplexität. Das Streudiagramm visualisiert die Eignung einer Zwei-Gruppenlösung, für welche die Projektlänge einen etwas höheren Erklärungsanteil hat.

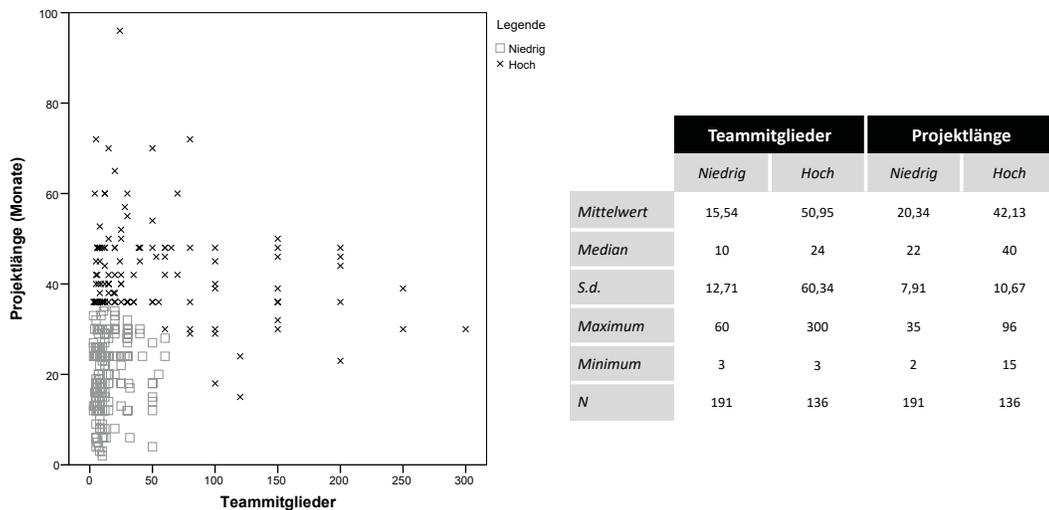


Abbildung 7-15: Ergebnisse Clusterbildung organisatorische Komplexität⁵¹⁸

7.5.6.2 Ermittlung der Moderationseffekte

Im Folgenden werden für die in Kapitel 7.5 gebildeten Teilmodelle die Moderationseffekte ermittelt, indem die Modelle separat für die Subgruppen geschätzt werden. Signifikante Pfadunterschiede sind hierbei das Prüfkriterium.⁵¹⁹ Vor der eigentlichen Modellschätzung wurde zunächst geprüft, ob die Messmodelle für die unterschiedlichen Gruppen die Kriterien der Messinvarianz erfüllen.⁵²⁰ Konfigurale und metrische Messinvarianz lag für alle Subgruppen bei allen Teilmodellen vor. Dies bedeutet, dass die Struktur der Faktorladungsmatrizen sowie die Höhe der Faktorladungen in allen Gruppen identisch ist.⁵²¹ Die detaillierten Ergebnisse der Prüfung bezüglich konfiguraler und metrischer Messinvarianz sind im Anhang dargestellt.⁵²²

⁵¹⁸ Eigene Darstellung

⁵¹⁹ Vgl. Kapitel 7.3.5.2, S. 133 f., Basis für die Prüfung ist der χ^2 -Differenztest

⁵²⁰ Vgl. Kapitel 7.3.3, S. 127 ff.

⁵²¹ Vgl. Weiber und Mühlhaus 2014, S. 299

⁵²² Vgl. Tabelle A-15

Nachdem die notwendigen Kriterien bezüglich eines Mehrgruppenvergleichs erfüllt sind, können die gebildeten Teilmodelle für die gebildeten Subgruppen geschätzt werden. Tabelle 7-26 zeigt die Ergebnisse des Subgruppenvergleichs der identifizierten Kontextvariablen für alle Teilmodelle. Zur Gewährleistung der Übersichtlichkeit sind nur signifikante Pfadunterschiede abgebildet. Es sind für alle Kontextvariablen mindestens zwei Moderationseffekte erkennbar.

Tabelle 7-26: Ergebnisse Moderationseffekte

Pfadbezeichnung	Pfadkoeffizienten		χ ² -Diff. Δd.f.=1	Kontextfaktoren			
	Niedrig	Hoch		N	V	S	O
Strategische Ausrichtung → Finanzielle Pers.	0,24	0,54	4,5**	x			
Strategische Ausrichtung → Finanzielle Pers.	0,24	0,52	5,6**		x		
Strategische Ausrichtung → Kundenperspektive	-0,13	0,18	3,1*		x		
Strategische Ausrichtung → Finanzielle Pers.	0,33	0,57	3,9**				x
Marktorientierung → Interne Pers.	0,13	0,37	3,4*			x	
Systemarchitektur → Finanzielle Pers.	0,00	0,20	2,8*				x
Frühzeitige Risikored. → Finanzielle Pers.	0,29	0,55	5,6**			x	
Frühzeitige Risikored. → Finanzielle Pers.	0,31	0,51	4,7**	x			
Frühzeitige Risikored. → Interne Pers.	0,39	0,18	5,6**		x		
Frühzeitige Risikored. → Finanzielle Pers.	0,28	0,57	7,1***				x
Flexibilität → Kundenperspektive	0,05	0,29	4,2**		x		
Flexibilität → Organisationsperspektive	0,24	0,48	3,6*		x		
Zuliefererintegration → Interne Pers.	-0,01	0,19	4,1**		x		
Kundenintegration → Finanzielle Pers.	0,05	0,22	2,9*	x			

*= 90% Konfidenzintervall, **=95% Konfidenzintervall, ***=99% Konfidenzintervall
N=Neuheitsgrad V=Volatilität S= strukturelle Komplexität O= organisatorische Kompl.

Bei der organisatorischen Ebene sind insgesamt vier Moderationseffekte erkennbar, die auf die strategische Ausrichtung zurückzuführen sind. Ein höherer Neuheitsgrad, ein zunehmendes Ausmaß an Volatilität und eine hohe organisatorische Komplexität verstärken demnach die Wirkbeziehungen zwischen der strategischen Ausrichtung und der finanziellen Perspektive. Darüber hinaus moderiert ein zunehmendes Ausmaß an Volatilität die Wirkbeziehung zu der Kundenperspektive. Die strukturelle Komplexität hat keinen signifikanten Einfluss auf die Effektstärken der organisatorischen Ebene.

Für das Teilmodell Zielsystem Produkt sind zwei Moderationseffekte identifizierbar. Zum einen verstärkt eine zunehmende strukturelle Komplexität die Wirkbeziehung zwischen der Marktorientierung und der internen Perspektive. Zum anderen wirkt sich ein Anstieg bei der organisatorischen Komplexität signifikant positiv auf die Effektstärke zwischen der Systemarchitektur und der finanziellen Perspektive aus.

Die meisten Moderationseffekte sind innerhalb des Teilmodells Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner erkennbar. Die frühzeitige Risikoreduzierung hat mit insgesamt vier moderierten Pfadbeziehungen den größten Anteil. Die Wirkbeziehung zu der

finanziellen Perspektive wird durch einen erhöhten Neuheitsgrad und steigender struktureller sowie organisatorischer Komplexität signifikant positiv moderiert. Im Gegensatz dazu hat ein erhöhtes Ausmaß an Volatilität einen negativen Effekt auf die Wirkbeziehung zwischen der frühzeitigen Risikoreduzierung und der internen Perspektive. Jedoch ist selbst nach Berücksichtigung der negativen Moderation die resultierende Effektstärke signifikant positiv. Weiterhin verstärkt ein zunehmendes Maß an Volatilität die Wirkung der Flexibilität auf die Kunden- und Organisationsperspektive. Die Einbindung externer Partner ist ebenfalls von Änderungen im Kontextsystem betroffen, da der Einfluss der Kundenintegration, bezogen auf die finanzielle Perspektive, mit steigendem Neuheitsgrad signifikant zunimmt. Darüber hinaus wirkt sich ein hohes Maß an Volatilität positiv auf die Effektstärke zwischen der Zuliefererintegration und der internen Perspektive aus. Abbildung 7-16 stellt für dieses Teilmodell die signifikanten Moderationseffekte noch einmal grafisch dar.

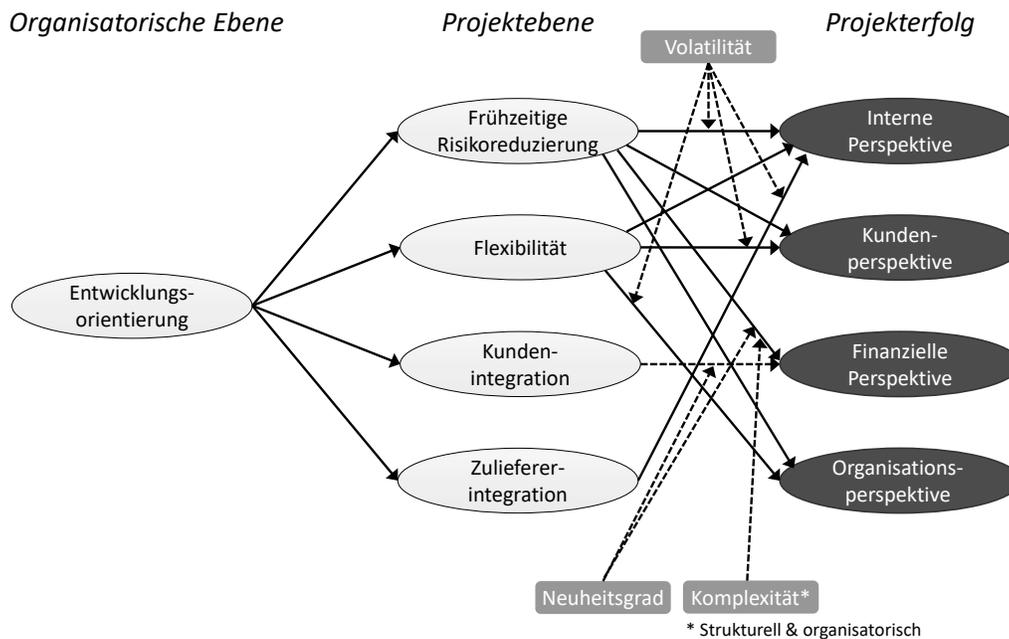


Abbildung 7-16: Signifikante Moderationseffekte für das Teilmodell Prozessgestaltung und Einbindung externer Partner⁵²³

7.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Da in den vorherigen Abschnitten die Ergebnisse der Hypothesenprüfung ausführlich beschrieben wurden, sollen in diesem Abschnitt die zentralen Befunde der kausalanalytischen Untersuchung in zusammengefasster Form dargestellt werden.

⁵²³ Eigene Darstellung

Hypothese 1 postulierte einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Variablen der organisatorischen Ebene und den Variablen der Projektebene. Für die Entwicklungsorientierung als Konstrukt zweiter Ordnung, welches das Handlungssystem der Organisation repräsentiert, kann die Hypothese für jedes gebildete Teilmodell bestätigt werden. Demnach weist die Entwicklungsorientierung signifikante Pfadbeziehungen zu jedem Konstrukt innerhalb der Projektebene auf. Für das Konstrukt strategische Ausrichtung muss die Hypothese jedoch abgelehnt werden, da keine direkten signifikanten Pfadbeziehungen zwischen der strategischen Ausrichtung und der Projektebene erkennbar sind.

Hypothese 2 sagte einen direkten positiven Effekt zwischen der organisatorischen Ebene und dem Projekterfolg voraus. Diese Hypothese kann für alle Konstrukte der organisatorischen Ebene bestätigt werden, da sowohl die strategische Ausrichtung als auch die Entwicklungsorientierung positiv signifikante Wirkbeziehung auf das Projektergebnis aufweisen. Die strategische Ausrichtung beeinflusst die finanzielle Perspektive, während die Entwicklungsorientierung signifikante Pfadbeziehungen zu der internen Perspektive, der Kundenperspektive und der Organisationsperspektive aufweist.

Signifikante Pfadbeziehungen zwischen den Konstrukten der Projektebene und dem Projekterfolg waren Bestandteil der **Hypothese 3**. Mit der Bildung von verschiedenen Teilmodellen wurde diese Metahypothese untersucht. Die Konstrukte Marktorientierung und Systemarchitektur, welche das Zielsystem des Produktes darstellen, bestätigen die Hypothese für das Teilmodell Zielsystem Produkt. Demnach haben beide Konstrukte mindestens eine signifikante Pfadbeziehung zum Projektergebnis. Die stärksten Effekte sind zwischen der Marktorientierung und der finanziellen Perspektive sowie zwischen der Systemarchitektur und der Kundenperspektive erkennbar. Die gleiche Argumentationskette kann auch für das Teilmodell Projektteam angewendet werden. Die Projektorganisation, die Teamzusammensetzung und der Team-Mindset haben jeweils mindestens einen signifikanten Pfad zum Projektergebnis. Die Projektorganisation erklärt hierbei den größten Varianzanteil der abhängigen Variablen, da zu allen vier abhängigen Variablen positiv signifikante Pfadbeziehungen identifizierbar sind. Für das Teilmodell Prozessgestaltung und Einbindung externer Partner kann die Hypothese nur teilweise bestätigt werden. Die Konstrukte frühzeitige Risikoreduzierung und Flexibilität haben einen signifikanten Einfluss auf das Projektergebnis. Dem hingegen haben die Konstrukte Kunden- und Zuliefererintegration keine bzw. nur einen schwachen Effekt. Aus diesem Grund kann die Hypothese für die Konstrukte, welche sich auf die Einbindung externer Partner beziehen, nicht bestätigt werden. Ein positiveres Ergebnis zeigt sich wieder für das Teilmodell Arbeitsstil, da positiv signifikante Pfadbeziehungen zum Projektergebnis existieren. Die Konstrukte Arbeitsfluss, Feedbackschleifen und Entscheidungsfindung

erklären jeweils einen signifikanten Varianzanteil für die interne Perspektive und die Organisationsperspektive. Die finanzielle Perspektive wird jedoch von keinem der Konstrukte in einem statistisch aussagefähigen Maße beeinflusst.

Hypothese 4 postulierte eine mediiierende Rolle der Konstrukte innerhalb der Projektebene. Als Eingangsgröße, also den Effekt den es zu mediiieren gilt, dient auf organisatorischer Ebene ausschließlich das Konstrukt Entwicklungsorientierung. Für die strategische Ausrichtung konnten keine direkten Effekte auf die Projektebene identifiziert werden, welche eine notwendige Voraussetzung für das Vorliegen einer Mediation darstellen. Im ersten Schritt wurde zunächst geprüft, ob die Konstrukte als Gesamtheit eines Teilmodells den Effekt der Entwicklungsorientierung mediiieren. Für alle Teilmodelle ist mindestens ein indirekter Pfad von der Entwicklungsorientierung zum Projektergebnis positiv signifikant. Auf dieser Ebene kann somit die Hypothese für alle Teilmodelle bestätigt werden. Im zweiten Schritt wurden alle Konstrukte auf Projektebene jeweils getrennt voneinander bezüglich ihrer mediiierenden Rolle untersucht. Mediiierende Effekte durch jeweils nur ein Konstrukt ist für die Konstrukte Marktorientierung, Systemarchitektur, Arbeitsfluss, Feedbackschleifen, frühzeitige Risikoreduzierung, Flexibilität, Projektorganisation, Teamzusammensetzung und Team-Mindset gegeben. Folglich ist ein individueller Mediationseffekt für die Konstrukte Entscheidungsfindung, Kundenintegration und Zuliefererintegration nicht gegeben und die Hypothese kann für diese Konstrukte nicht bestätigt werden.

Die **Hypothesen 5 und 6** sagten einen Einfluss des Kontextsystems auf die direkten Pfadbeziehungen zwischen den Konstrukten der organisatorischen Ebene, der Projektebene und dem Projekterfolg voraus. Für die organisatorische Ebene kann die Hypothese nur für die strategische Ausrichtung bestätigt werden. Insgesamt sind vier Moderationseffekte für das Wirkungsgefüge der strategischen Ausrichtung erkennbar. Auf Projektebene sind nur die Konstrukte der Teilmodelle Zielsystem Produkt und Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner vom Einfluss des Kontextsystems betroffen. Konstrukte der Teilmodelle Arbeitsstil und Projektteam werden nicht in ihrem Verhalten vom Kontextsystem beeinflusst. Für die sechs Konstrukte der beiden Teilmodelle muss die Hypothese daher abgelehnt werden.

8 Entwicklung des Bewertungsmodells

8.1 Konsolidierung der Ergebnisse der empirischen Studien

Wie bereits bei der Beschreibung des konzeptionellen Entwurfs in Kapitel 4 erwähnt, war die Entwicklung des Bewertungsmodells bereits ein Bestandteil der empirischen Studien dieser Arbeit.⁵²⁴ Mit jedem Schritt wurde das Systemverständnis geschärft, da die Einflussgrößen gemäß ihrer Validität und ihrer Wechselwirkungen analysiert wurden. Als fünfter und letzter Schritt bei der Entwicklung des Bewertungsmodells erfolgt in diesem Kapitel die endgültige Auswahl der Bewertungsgrößen anhand der Konsolidierung aller vorangegangenen Schritte. Die Systembewertung setzt sich aus zwei Schritten zusammen: die Auswahl mit eventueller Gewichtung der Bewertungsgrößen sowie die Ableitung einer passenden Bewertungssystematik.

8.1.1 Auswahl der Bewertungsgrößen

Die Eingangsgrößen zur Auswahl der Bewertungsgrößen bilden die Ergebnisse der vorangegangenen empirischen Studien. Um praktische Implikationen abzuleiten, ist eine Fokussierung auf die wesentlichen Bewertungsgrößen notwendig. Es kann keine explizite Mindestanzahl oder maximale Anzahl an Bewertungsgrößen abgeleitet werden. Vielmehr ist darauf zu achten, dass das System Produktentwicklung ganzheitlich beschrieben wird. Mit der in Kapitel 4.6 entwickelten Kriterienmatrix lassen sich die Ergebnisse der Studien konsolidieren.⁵²⁵ Im ersten Schritt wurden nur die Frühindikatoren ausgewählt, deren Hypothese in Kapitel 7 hinsichtlich der Wirkung auf die Ergebnisgrößen bestätigt wurde.⁵²⁶ Dies bedeutet, dass alle Frühindikatoren mindestens einen signifikanten Pfad zu den Ergebnisgrößen aufweisen müssen. Bevor anhand der Pfadstärke in der Relation schwächere Frühindikatoren aussortiert werden, müssen einige Mindestanforderungen berücksichtigt werden. Diese werden unter anderem mit Hilfe der weiteren Dimension der Kriterienmatrix dargestellt. Zum einen soll die theoretische Verankerung der Frühindikatoren geprüft werden. Ziel ist es, dass jeder Systemtyp durch mindestens einen Frühindikator repräsentiert wird. Zum anderen sind die Ergebnisse der Netzwerkanalyse zu berücksichtigen, indem die Frühindikatoren gleichmäßig über die Systemrollen verteilt sein sollen.

⁵²⁴ Vgl. Kapitel 4.6, Systembewertung, S. 67

⁵²⁵ Vgl. ebd., Abbildung 4-7: Kriterienmatrix zur Auswahl der Einflussgrößen

⁵²⁶ Vgl. Kapitel 7.1, Modellentwicklung und Hypothesenbildung

Unter Berücksichtigung dieser Kriterien wurden die Frühindikatoren mit dem größten Einfluss auf die Ergebnisgrößen ausgewählt. Die Kriterienmatrix für die ausgewählten Frühindikatoren ist in Abbildung 8-1 dargestellt.

	Wirkung auf Ergebnisgrößen							Systemrolle			Theoretische Verankerung
	Interne Perspektive	Kundenperspektive	Finanzielle Perspektive	Organisationsperspektive	Kritisch	Aktiv	Reaktiv	Zielsystem Orga.	Handlungssystem Orga.	Handlungssystem Projekt	Prozesssystem Projekt
Strategische Ausrichtung			•			•	•				
Projektübergreif. Ressourcenpla.	•	•		•	•			•			
Organisatorische Aufstellung	•	•		•		•		•			
Führungsverhalten	•	•		•		•		•			
Marktorientierung	•		•		•				•		
Systemarchitektur	•	•		•					•		
Projektorganisation	•	•	•	•		•				•	
Feedbackschleifen	•	•		•			•			•	
Frühzeitige Risikoreduzierung	•	•	•	•	•						•
Flexibilität (Produkt & Prozess)				•			•				•
Σ	8	7	4	8	3	4	2	1	3	2	2

Abbildung 8-1: Kriterienmatrix für die ausgewählten Frühindikatoren⁵²⁷

Bei Betrachtung der theoretischen Verankerung ist eine homogene Verteilung über die unterschiedlichen Systemtypen erkennbar. Auf Projektebene werden die Systemtypen durch jeweils zwei Frühindikatoren repräsentiert. Zudem sind mit den ausgewählten Frühindikatoren alle wichtigen Systemrollen in einer ausreichenden Anzahl vorhanden. Drei kritische, vier aktive sowie zwei reaktive Systemrollen bilden eine homogene Rollenverteilung. Eine Ausnahme bildet die Systemarchitektur, die eine Abwandlung der Einflussvariablen Produktkonzept darstellt und eine neutrale Rolle gemäß der beiden Netzwerkanalysen einnimmt.⁵²⁸ Weiterhin sind alle ausgewählten Frühindikatoren auf Projektebene statistisch nachgewiesene Mediatoren, das heißt sie übertragen den Effekt der organisatorischen Ebene auf die Ergebnisgrößen.⁵²⁹ Zusammenfassend lässt sich folgern, dass die Fokussierung auf die Frühindikatoren mit dem größten Einfluss auf die Ergebnisgrößen in Einklang mit den anderen Studien der Arbeit ist.

⁵²⁷ Eigene Darstellung

⁵²⁸ Vgl. Kapitel 6.2, S.80 ff.

⁵²⁹ Vgl. Tabelle A-14 im Anhang

Die Struktur des Bewertungsmodells in seiner endgültigen Form ist in Abbildung 8-2 dargestellt. Vier Kriterien auf organisatorischer Ebene sowie sechs Kriterien auf Projektebene repräsentieren die Frühindikatoren. Da sich die *Balance Scorecard* Systematik bei der quantitativen Studie als geeignetes Mittel zur Strukturierung der Ergebnisgrößen erwiesen hat, wird diese auch für das endgültige Modell verwendet.

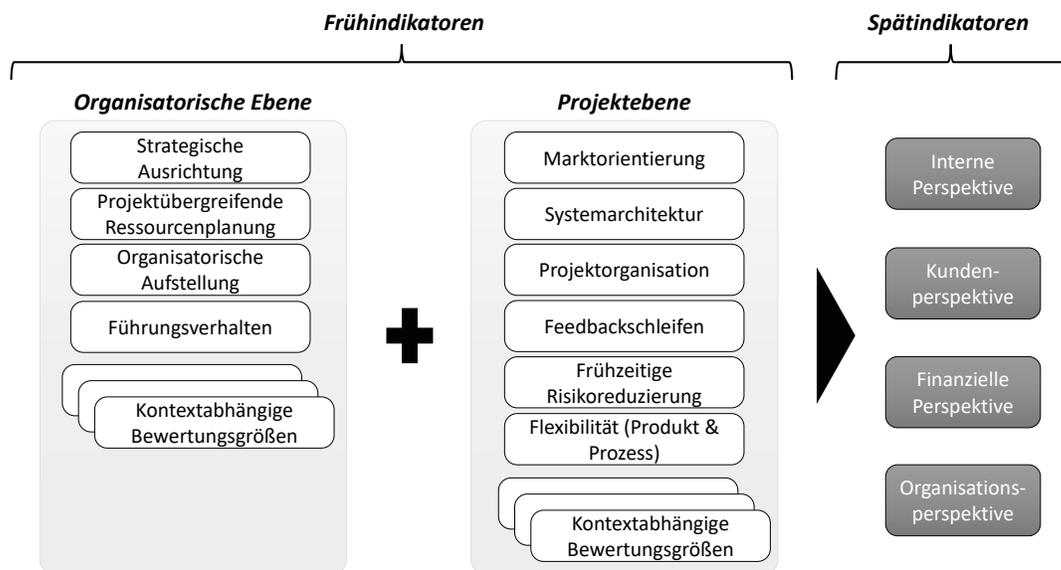


Abbildung 8-2: Struktur des Bewertungsmodells⁵³⁰

Wichtig ist zu erwähnen, dass es sich um ein Referenzmodell handelt, das keinen Anspruch auf Vollständigkeit hat. Wie vor allem bei der quantitativen Studie gezeigt wurde, können die Varianzen der Erfolgsgrößen nur zu einem bestimmten Anteil durch die Prädiktoren in Form der Frühindikatoren erklärt werden. Dies deckt sich mit der Hypothese von *ALBERS*, dass jeder Produktentwicklungsprozess einzigartig ist.⁵³¹ Aus diesem Grund sind in dem Bewertungsmodell in Abbildung 8-2 Platzhalter für kontextabhängige Bewertungsgrößen vorhanden. Hierbei können bereits die im Rahmen dieser Arbeit identifizierten Einflussgrößen berücksichtigt werden. Zum Beispiel ist für die Kundenintegration ein signifikanter Effekt auf die finanzielle Perspektive mit steigendem Neuheitsgrad identifizierbar. Darüber hinaus können auch individuelle kontextabhängige Bewertungsgrößen entwickelt werden. Die in dieser Arbeit verwendeten Systemtypen und Dimensionen dienen als methodische Stütze bei der Entwicklung kontextabhängiger Bewertungsgrößen.

⁵³⁰ Eigene Darstellung

⁵³¹ Vgl. Albers 2010

Ein weiterer optionaler Schritt ist die Gewichtung der ausgewählten Frühindikatoren, die als weitere Eingangsgröße für die Ableitung der Bewertungssystematik dient. Ob eine Gewichtung nützlich ist, wird im Rahmen der Leistungsbewertung divers diskutiert.⁵³² Der von *WEISSENBERGER-EIBL ET AL.* entwickelte Innovationsindikator verzichtet auf eine differenzierte Gewichtung der Indikatoren und spricht folglich allen Indikatoren die gleiche Bedeutung zu.⁵³³ Dieser Ansatz wird auch für dieses Bewertungsmodell verwendet, da die abgeleiteten Erfolgsfaktoren schon im Rahmen der empirischen Studien und vor allem durch den beschriebenen Auswahlprozess anhand der Kriterienmatrix konsolidiert wurden. Dies bedeutet, dass bereits nur die wichtigsten Größen im Hinblick auf die ausgewählten Kriterien in dem Bewertungsmodell vorhanden sind.

8.1.2 Ableitung der Bewertungssystematik

Nachdem die Bewertungsgrößen in Form der Früh- und Spätindikatoren ausgewählt wurden, muss eine passende Bewertungssystematik abgeleitet werden.⁵³⁴ Die generelle Vorgehensweise wurde bereits bei der konzeptionellen Entwicklung des Modells erläutert. Gemäß der Operationalisierung der latenten Einflussgrößen bei der quantitativen Studie im vorherigen Kapitel sind alle Frühindikatoren als quantitativ-subjektive Bewertungsgrößen zu behandeln. Auf Basis der Ergebnisse der vorangegangenen Studien kann die eigentliche Bewertung unmittelbar abgeleitet werden. Der dreistufige Prozess aus Kapitel 4.6 soll hier beispielhaft für einen Frühindikator dargestellt werden. Im ersten Schritt erfolgt die Bewertung der Teilkriterien des Frühindikators. Hierfür können die validierten Bewertungsskalen aus der quantitativen Studie übernommen werden. Der Frühindikator projektübergreifende Ressourcenplanung dient als Illustrationsbeispiel. Die Teilkriterien werden mit Hilfe von Bewertungsstufen hinsichtlich des Implementierungsgrades bewertet. Es kann für alle Teilkriterien eine einheitliche Bewertungsskala verwendet oder die Bewertungsstufen für jedes Teilkriterium individuell beschrieben werden.⁵³⁵ Letztere Variante ist mit einem höheren Aufwand verbunden. Abbildung 8-3 zeigt für das Illustrationsbeispiel einige Möglichkeiten, wie die Bewertung der Teilkriterien anhand einheitlicher Bewertungsskalen erfolgen kann. Die gezeigten Möglichkeiten zur Skalendecklaration stellen nur Beispiele dar und sind somit auch veränderbar.

⁵³² Vgl. Schubert et al. 2011, S. 13

⁵³³ Vgl. Weissenberger-Eibl et al. 2011, Schubert et al. 2011, S. 13

⁵³⁴ Vgl. Kapitel 4.6

⁵³⁵ Vgl. Kapitel 2.2.3, S.31 ff.

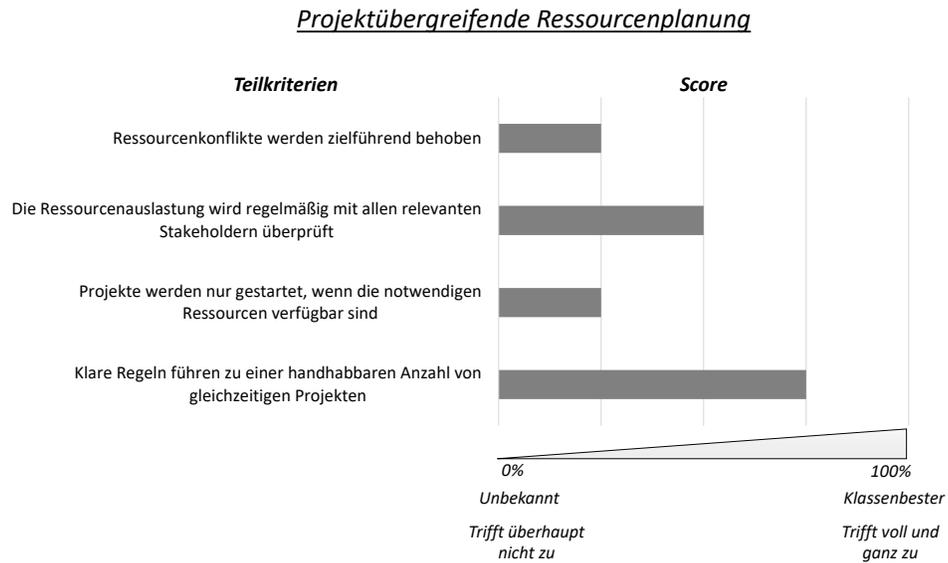


Abbildung 8-3: Einheitliche Bewertungsskalen für ein Fallbeispiel⁵³⁶

Ein Beispiel für eine inhaltliche Beschreibung der Bewertungsstufen ist in Abbildung 8-4 dargestellt. Die Bewertungssystematik ist die gleiche wie in Abbildung 8-3, jedoch sind die einzelnen Ausprägungsstufen für die jeweiligen Teilkriterien individuell beschrieben. Dadurch soll die Bewertungssubjektivität verkleinert werden.

⁵³⁶ Eigene Darstellung

Projektübergreifende Ressourcenplanung				
Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
Fehlende Priorisierungsregeln führen zu einer überwältigenden Anzahl von gleichzeitigen Projekten.	Es gibt einige Regeln, aber die Anzahl der gleichzeitigen Projekte ist zu hoch.	Regeln existieren, jedoch führen zu viele Ausnahmen zu einer hohen Belastung gleichzeitiger Projekte.	Klare Regeln mit wenigen Ausnahmen, die manchmal zu einer hohen Belastung gleichzeitiger Projekte führen.	Klare Regeln führen zu einer handhabbaren Anzahl von gleichzeitigen Projekten.
Projekte werden ohne verfügbare Ressourcen gestartet.	Projekte werden gestartet, wenn nur wenige Ressourcen zur Verfügung stehen.	Projekte werden gestartet, wenn einige Ressourcen zur Verfügung stehen.	Projekte werden gestartet, wenn die meisten Ressourcen verfügbar sind.	Projekte werden nur gestartet, wenn die notwendigen Ressourcen verfügbar sind.
Ressourcenauslastung ist der Organisation unbekannt.	Die Ressourcenauslastung wird nur analysiert wenn Katastrophen auftreten.	Die Ressourcenauslastung wird auf Aufforderung relevanter Stakeholder analysiert.	Die Ressourcenauslastung ist für alle relevanten Stakeholder meist sichtbar.	Die Ressourcenauslastung wird regelmäßig mit allen relevanten Stakeholdern überprüft.
Ressourcenkonflikte bleiben ungelöst.	Ressourcenkonflikte werden früher oder später gelöst.	Ressourcenkonflikte werden gelöst bevor sie auftreten, obwohl einige Projekte darunter leiden.	Bevorstehende Ressourcenkonflikte werden so gelöst, dass die Auswirkungen auf die Projekte im Allgemeinen akzeptabel sind.	Ressourcenkonflikte werden zielführend behoben.

Abbildung 8-4: Inhaltliche Beschreibung der Bewertungsstufen für ein Fallbeispiel⁵³⁷

Wenn alle Teilkriterien für die ausgewählten Frühindikatoren bewertet wurden, wird im nächsten Schritt der Implementierungs- bzw. Umsetzungsgrad für die Frühindikatoren berechnet. Nach den Ergebnissen der quantitativen Studie sind alle Frühindikatoren als latente reflektive Konstrukte definiert und erfüllen die relevanten Gütekriterien in Bezug auf die Reliabilität und Validität. Aufgrund dieser Eigenschaft haben die Teilkriterien den gleichen Erklärungsanteil an dem jeweiligen Frühindikator. Die Bildung des Durchschnitts der Werte aller Teilkriterien zur Berechnung des Implementierungsgrades ist daher ausreichend. Für das genannte Beispiel berechnet sich der Implementierungsgrad aus dem Durchschnitt der vier Teilkriterien. Im letzten Schritt geht es um die Konsolidierung der Ergebnisse und die optische Aufbereitung. Auch hierbei kann im Rahmen der Entwicklung des Bewertungsmodells keine explizite Vorgabe abgeleitet werden. Vielmehr sind Empfehlungen ableitbar, die als Leitplanke und Hilfestellung dienen. Abbildung 8-5 stellt einen beispielhaften Aufbau eines Bewertungsmodells dar. Für die Frühindikatoren dient die oftmals für die Reifegradlogik angewandte Spinnennetz-Darstellungsform als Visualisierungshilfe. Das Delta zwischen den beiden Datenreihen stellt die Differenz zwischen dem Soll- und Ist-Zustand dar. Als oberste Gliederungsebene kommt die Unterscheidung zwischen der Projektebene und der organisatorischen Ebene zum Einsatz.

⁵³⁷ Eigene Darstellung

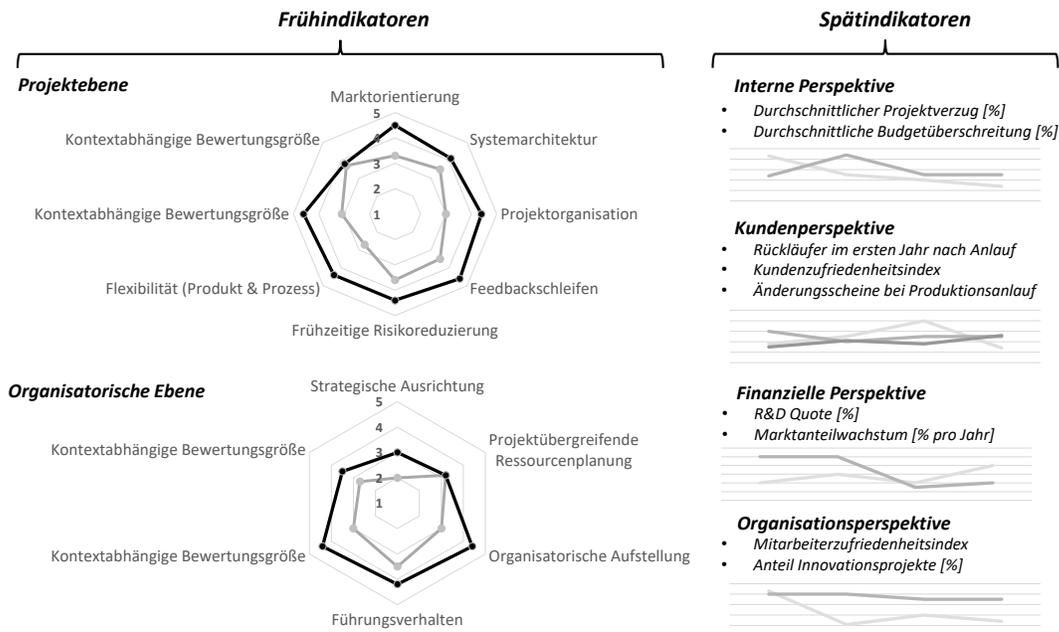


Abbildung 8-5: Beispielhaftes Layout für das Bewertungsmodell⁵³⁸

Das Datenmaterial für die Spätindikatoren ist meist im Unternehmen vorhanden. Die Herausforderung liegt vielmehr in der Wahl der richtigen Spätindikatoren. Hierbei empfiehlt es sich jede der vier Dimensionen durch zwei bis drei Spätindikatoren zu repräsentieren. Die Bewertungsgrößen der quantitativen Studie können als Orientierungspunkte dienen. Zum Beispiel wurde die Dimension Organisationsperspektive für die quantitative Studie, zwecks Fokussierung auf ein spezifisches Projekt, auf die Zusammenarbeit und Zufriedenheit des Projektteams limitiert. Da der spätere Einsatz des Bewertungsmodells auch auf Abteilungs- und Unternehmensebene möglich ist, muss die Dimension erweitert werden. Nach der *Balanced Scorecard* wird diese Dimension auch als Lern- und Wachstumsperspektive bezeichnet.⁵³⁹ Aus diesem Grund setzt sich in Abbildung 8-5 die Organisationsperspektive aus den Spätindikatoren Mitarbeiterzufriedenheitsindex und Anteil an Innovationsprojekten zusammen. Eine Möglichkeit zur Visualisierung der Spätindikatoren ist die Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Bewertungsgrößen. Dieser Ansatz wurde in Abbildung 8-5 verfolgt.

Auch für den Bewertungsprozess sind keine pauschalen und allgemein gültigen Verfahrensanweisungen ableitbar. Der höhere Aufwand liegt hierbei wieder bei den Frühindikatoren, da sie gemäß ihrer Bewertungsform (quantitativ-subjektiv) einen gewissen Grad

⁵³⁸ Eigene Darstellung

⁵³⁹ Vgl. Kaplan und Norton 1992, S. 72

an Subjektivität aufweisen. Wie in Kapitel 2.2.3 beschrieben, sind die Einzelbewertung, die moderierte Selbstbewertung, die Gruppenbewertung und externe Audits mögliche Vorgehensweisen für den Bewertungsprozess.⁵⁴⁰

8.2 Erkenntnisse

Die Synergie der Erfolgsfaktorenforschung mit den Aspekten der Leistungsbewertung ist sinnvoll, da die eigentliche Systembewertung ein nachgelagerter Schritt ist. Beide Aspekte sind in dem Bewertungsmodell berücksichtigt. Im Grundlagenkapitel wurden die Bestandteile eines Bewertungsmodells erläutert.⁵⁴¹ Das initiale Framework besteht aus den Elementen Leistungsdimensionen, Bewertungsbereich, Bewertungsform und -prozess und Bewertungsgrößen.⁵⁴² Eine wesentliche Forschungslücke war das Fehlen eines Bindegliedes zwischen der Definition der Leistungsdimensionen und der Entwicklung und Auswahl der Bewertungsgrößen.⁵⁴³ Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass die Modellierung und Entwicklung einer Systemstruktur einen wichtigen Beitrag zur Lösung dieser Forschungslücke leistet. Die Erfolgsfaktorenforschung in der Neuproduktentwicklung stellte sich als wichtige Eingangsgröße zur Modellierung der Systemstruktur heraus. Die qualitative Inhaltsanalyse resultierte in der Ableitung geeigneter Dimensionen und Kategorien, welche sich problemlos in die aus der Theorie abgeleitete Systemstruktur einordnen ließ.⁵⁴⁴ Diese Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass das Framework von *CHIESA ET AL.* in Kapitel 2.2 entsprechend um diesen Aspekt zu erweitern ist.⁵⁴⁵ Abbildung 8-6 zeigt das um die Kategorie Systemstruktur erweiterte Modell.

⁵⁴⁰ Vgl. Kapitel 2.2.3, S. 31 ff.

⁵⁴¹ Vgl. Abbildung 2-8, S. 23

⁵⁴² Vgl. ebd.

⁵⁴³ Vgl. Kapitel 1.2.2, S. 6 f.

⁵⁴⁴ Vgl. Kapitel 4.4.2, S. 71 ff.

⁵⁴⁵ Vgl. Abbildung 2-8, S. 23

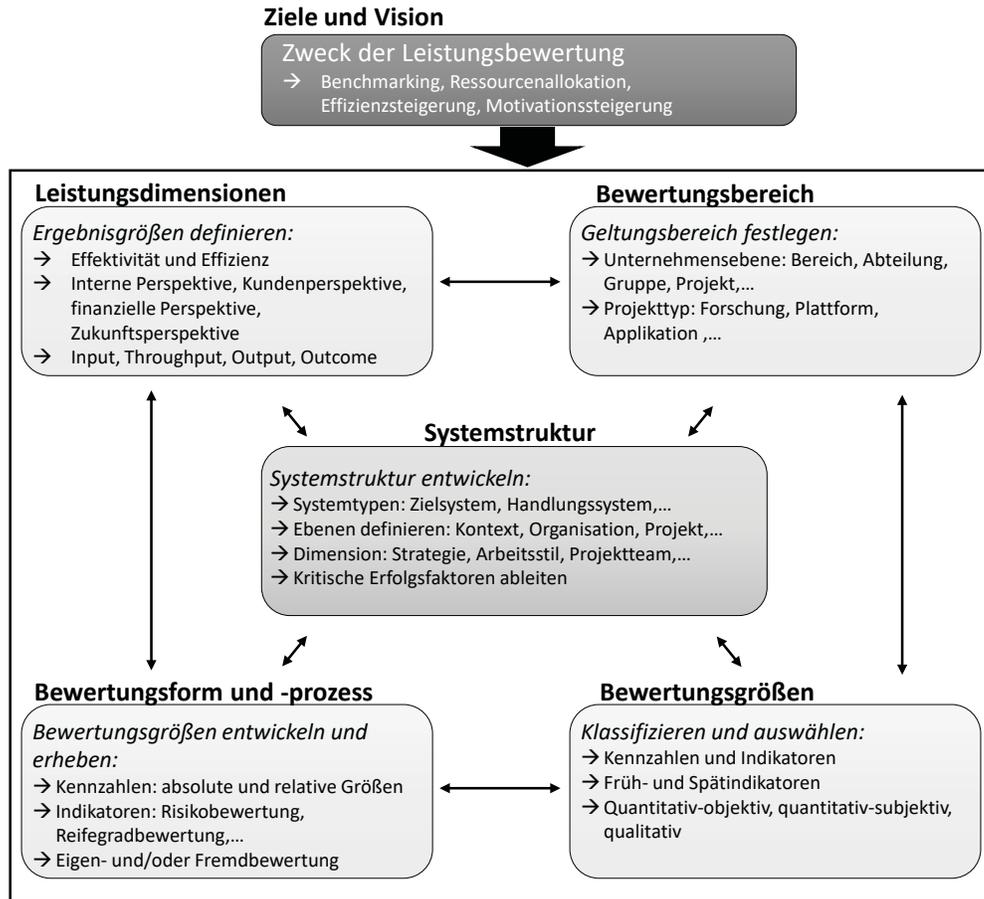


Abbildung 8-6: Elemente eines Bewertungssystems erweitert um die Kategorie Systemstruktur⁵⁴⁶

Für die Leistungsdimensionen Effektivität und Effizienz ist im Rahmen der Neuproduktentwicklung eine Operationalisierung erforderlich. Die im Grundlagenteil erwähnten Definitionen zu diesen Leistungsdimensionen dienen zwar der Orientierung, sind aber für die Anwendung in einem konkreten Entwicklungsprojekt nicht ausreichend.⁵⁴⁷ Zur Konkretisierung bieten sich die vier Dimensionen der *Scorecard* Systematik bzw. das Projektmanagement-Framework von *SHENAR ET AL.* an.⁵⁴⁸ Die Dimensionen umfassen kurzfristige sowie langfristige strategische Ziele und sind auf verschiedene Ebenen skalierbar. Aktuell verwendete Skalen im Bereich der Erfolgsfaktorenforschung lassen sich in dieses Gliederungsschema einordnen.

⁵⁴⁶ Eigene Darstellung

⁵⁴⁷ Vgl. Kapitel 2.2.1, S. 23 ff.

⁵⁴⁸ Vgl. Kapitel 4.3.2, S. 70 ff.

Generell ist ein hohes Maß an Konsistenz zwischen den Ergebnissen der empirischen Studien erkennbar. Dies lässt sich zum Beispiel an den Faktoren der organisatorischen Ebene verdeutlichen. Bereits bei der initialen Bewertung ausgewählter Erfolgsfaktoren im Rahmen der Experteninterviews hat sich herausgestellt, dass vier der fünf Erfolgsfaktoren mit der größten Differenz zwischen Bedeutung und Implementierungsgrad der organisatorischen Ebene zuzuordnen sind. Darüber hinaus haben viele Experten diese Faktoren im Rahmen der Interviews erwähnt, was sich an der hohen Anzahl an abgeleiteten Kategorien und Sub-Kategorien zeigte. Auch im Rahmen der anschließenden Netzwerkanalyse zeigte sich die Bedeutung der organisatorischen Ebene, da den Faktoren dieser Ebene kritische und aktive Systemrollen zugeordnet wurden. Die abschließende quantitative Untersuchung bestätigte die Erkenntnisse. Letztendlich lässt sich dadurch zeigen, dass die organisatorische Ebene die Grundursache für den Projekterfolg ist.

Es hat sich gezeigt, dass das Modellieren und Analysieren von Interdependenzen wichtig ist. Die Fokussierung auf ausschließlich lineare Wirkbeziehungen ist im Rahmen der Produktentwicklung nicht zielführend. Schon beim Kodierprozess der Experteninterviews waren einige Interviewpassagen nicht auf den ersten Blick zuordenbar. Weiterhin gab es innerhalb einer Interviewpassage oftmals mehrmalige Wechsel zwischen den einzelnen Kategorien, was ein Indikator für eine wechselseitige Beziehung ist. Diese Vermutung konnte mit Hilfe der anschließenden Netzwerkanalyse bestätigt werden. Der hohe Vernetzungsgrad zeigt sich an den hohen Werten für die kritischen Systemelemente, die sich aus dem Produkt aus Aktiv- und Passivsumme ergeben. Erst wenn das Systemverständnis über das Wirkgefüge hinreichend hergestellt ist, sollte die Bildung von Teilmodellen erfolgen. Dabei können kleinere Wirknetze untersucht werden, für die jedoch eine sachlogische und empirische Begründung vorliegen muss. Am Schluss sollte eine Einordnung in den Gesamtkontext erfolgen.

Die Einbindung externer Partner hat, im Vergleich zu den anderen Frühindikatoren, eine geringere Effektstärke auf das Projektergebnis. Dies ist erstaunlich, da die Einbindung externer Partner in aktuellen Studien häufig als Erfolgsfaktor genannt wird.⁵⁴⁹ Dadurch lässt sich jedoch nicht folgern, dass die Generierung einer Kundensicht zu vernachlässigen ist. Sondern nur, dass die Kundenintegration innerhalb des Projektes anhand der Datenbasis keinen signifikanten Effekt auf das Projektergebnis hat. Die systematische Strukturierung und Bewertung von Marktinformationen und die Priorisierung von Kunden- bzw. Marktanforderungen decken andere Facetten ab und werden durch den Früh-

⁵⁴⁹ Vgl. Cooper und Sommer 2016, Conforto et al. 2016

indikator Marktorientierung dargestellt. Dieser Faktor hat in der quantitativen Studie einen starken Effekt auf das Projektergebnis. Dies passt zu den Aussagen der Experten, die oftmals die Marktorientierung als zentralen Erfolgsfaktor angaben.⁵⁵⁰ Zusammenfassend ist die Generierung einer Kunden- bzw. Marktsicht ein zentraler Frühindikator, der nicht durch die kontinuierliche Ablieferung von partiellen Projektergebnissen zum Tragen kommt, sondern durch das Generieren einer internen Marktexpertise. Die kontinuierliche Ablieferung mit direktem Zugang zum Kunden wird wichtiger, wenn der Neuheitsgrad des Produktes steigt.

Zudem war bei der quantitativen Studie auffällig, dass die Wirkung des Kontextsystems in Bezug auf die Systemrelevanz eine untergeordnete Rolle spielt. Im Vergleich zu der hohen Anzahl an möglichen Moderationseffekten, waren insgesamt 14 Moderationseffekte erkennbar. Dabei wurden die ohnehin signifikanten Beziehungen gestärkt. Ausnahme bildet der Frühindikator Kundenintegration, der nur bei einem hohen Neuheitsgrad einen signifikanten Effekt auf die Ergebnisgrößen hat. Frühindikatoren, welche das Handlungssystem auf organisatorischer Ebene und Projektebene repräsentieren, weisen keine Moderationseffekte auf. Einige Studien mit ähnlichem Untersuchungsdesign kommen zu denselben Erkenntnissen. *LANGERAK ET AL.* konnten zum Beispiel keine signifikanten Moderationseffekte in ihrem Hypothesensystem erkennen.⁵⁵¹ Diese Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass sich aus theoretischer und sachlogischer Überlegungen die Moderationseffekte plausibel herleiten lassen. Zum Beispiel geben die Ergebnisse von *BALACHANDRA & FRIAR* mit dem *Contingency Cube* eine priorisierte Auswahl von Erfolgsfaktoren in Abhängigkeit vom betrachteten Kontext vor.⁵⁵² Die empirische Validierung dieser Überlegungen ist allerdings nicht trivial und bestätigt nicht immer die postulierten Moderationseffekte. Besonders eine eindeutige Selektion von Frühindikatoren für unterschiedliche Kontextsysteme gestaltet sich als schwierig.

⁵⁵⁰ Vgl. Kapitel 5.2.2, S. 76 ff.

⁵⁵¹ Vgl. Langerak et al. 2007, S. 294

⁵⁵² Vgl. Balachandra und Friar 1997

9 Schlussbetrachtung

In diesem Kapitel soll zunächst der Inhalt der Arbeit zusammengefasst werden. Im Anschluss werden die Limitationen der Arbeit erläutert und der daraus resultierende offene Forschungsbedarf thematisiert. Zum Schluss werden die Implikationen der Forschungsergebnisse für die Unternehmenspraxis betrachtet.

9.1 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit hatte das Ziel, ein Bewertungsmodell für die Produktentwicklung zu entwickeln. Der Fokus lag auf der Entwicklung von Frühindikatoren, die eine proaktive Bewertung des soziotechnischen Systems Produktentwicklung ermöglichen. Gemäß der identifizierten Forschungslücke standen folgende Fragestellungen im Mittelpunkt dieser Arbeit:

- Wie sollte die Systemstruktur gestaltet werden, so dass möglichst alle erfolgstreibende Elemente im soziotechnischen System Produktentwicklung erfasst werden können?
- Mit welchen Bewertungsgrößen lassen sich die Elemente innerhalb der Systemstruktur bewerten?
- Welchen Einfluss hat das Umfeld auf die Auswahl der Bewertungsgrößen und wie kann dies bei der Bewertung berücksichtigt werden?

Zunächst wurden im theoretischen Teil der Arbeit die notwendigen konzeptionellen Grundlagen erläutert. Neben der Einordnung der Produktentwicklung in den Innovationsprozess diente dieses Kapitel dazu, die wichtigsten Aspekte zur Leistungsbewertung im Rahmen der Produktentwicklung zu erklären. Der im darauffolgenden Kapitel erläuterte theoretische Bezugsrahmen bildete die Basis zur Entwicklung des Bewertungsmodells. Einen wichtigen Beitrag leistete die Systemtechnik, da die unterschiedlichen Systemtypen als theoretisches Grundgerüst zur Ableitung der Systemstruktur dienen. Darüber hinaus enthält sie Techniken und Methoden zur Bearbeitung von komplexen Aufgabenstellungen, anhand derer die Wirkbeziehungen zwischen Systemelementen modelliert und analysiert werden konnten. Der ressourcenbasierte Ansatz stellt die Referenz zur Unterscheidung zwischen der organisatorischen Ebene und der Projektebene dar.

Die Konsolidierung der Grundlagen und des theoretischen Bezugsrahmens resultierte in einem konzeptionellen Entwurf eines Bewertungsmodells für die Produktentwicklung. Dieses konzeptionelle Modell schloss den theoretischen Teil der Arbeit ab und legte die Grundlage für die empirische Validierung. In Anlehnung an die Forschungsfragen und die Zielsetzung der Arbeit sind die Hauptelemente die Systemgestaltung und die Entwicklung geeigneter Bewertungsgrößen. Diese Elemente müssen miteinander verknüpft

sein, um eine konsistente inhaltliche Stringenz von der Zielsetzung bis zu den einzelnen Indikatoren zu erreichen. Auf Basis einer systematischen Literaturrecherche wurde ein erstes Systemmodell mit relevanten Einflussgrößen in Form von kritischen Erfolgsfaktoren gebildet.

Im darauffolgenden empirischen Teil der Arbeit erfolgte zunächst die Validierung der identifizierten Einflussgrößen anhand von 25 Experteninterviews. Die aus dem Stand der Wissenschaft ermittelten Erfolgsfaktoren konnten bestätigt und erweitert werden. Aufgrund der hohen Datenbasis der 25 Interviewtranskripte lag der Mehrwert in der Ausdifferenzierung der Erfolgsfaktoren. Im finalen Kodiersystem wurden insgesamt 25 Kategorien und 34 Sub-Kategorien gebildet. Die weiteren empirischen Studien hatten zum Ziel, die Wirkbeziehungen zwischen den Einflussgrößen untereinander und zwischen den Einflussgrößen und Ergebnisgrößen zu analysieren. Für Ersteres kam die Netzwerkanalyse zum Einsatz. Mit Hilfe von zwei Spannungspaaren (aktiv vs. passiv und kritisch vs. puffernd) konnten die Systemrollen der Einflussgrößen bestimmt werden. Die Fokussierung auf Einflussgrößen mit den höchsten Werten für jede Systemrolle schärfte das Systemverständnis und lieferte einen ersten Beweis, dass die initial postulierte Systemstruktur seine Richtigkeit hat.

Zur Ableitung einer Bewertungssystematik waren anschließend zwei Schritte notwendig. Zum einen mussten die identifizierten Einflussgrößen operationalisiert werden, so dass im Ergebnis reliable und valide Bewertungsskalen für ausgewählte Einflussgrößen resultieren. Zum anderen waren die postulierten Wirkbeziehungen zwischen den Einfluss- und Ergebnisgrößen empirisch zu belegen. Dazu wurden die bisher gewonnenen Erkenntnisse in ein Hypothesenmodell überführt und mit der Anwendung der Strukturgleichungsmodellierung statistisch überprüft. Die Datenbasis erstreckte sich auf 327 Neuentwicklungsprojekte, die sich aus einer heterogenen Stichprobe zusammensetzte. Dabei bestätigte sich die elementare Rolle der organisatorischen Ebene in Bezug auf den Projekterfolg. Besonders die Entwicklungsorientierung, dargestellt durch die Faktoren projektübergreifende Ressourcenplanung, organisatorische Aufstellung und Führungsverhalten, hat einen großen Systemeinfluss, da sie neben der direkten Wirkung auf den Projekterfolg einen starken Effekt auf die Projektebene hat. Durch die Anwendung der Strukturgleichungsmodellierung konnte ebenfalls der Einfluss der Systemumwelt adressiert werden. Signifikante Moderationseffekte waren für alle Kontextfaktoren beobachtbar. Die meisten Moderationseffekte waren bei den Frühindikatoren strategische Ausrichtung und frühzeitige Risikoreduzierung beobachtbar. Angesichts der großen Anzahl möglicher Moderationseffekte hat die Systemumwelt jedoch im Durchschnitt einen geringen Einfluss auf die Wirkbeziehungen.

Im letzten Schritt der Arbeit erfolgte die Konsolidierung aller empirischen Ergebnisse, was letztendlich die eigentliche Systembewertung darstellt. Die Systembewertung setzt sich aus der Auswahl der Bewertungsgrößen sowie der Ableitung einer passenden Bewertungssystematik zusammen. Mit Hilfe einer Kriterienmatrix konnten sowohl theoretische Gesichtspunkte als auch alle empirischen Ergebnisse bei der Auswahl berücksichtigt werden. Als Ergebnis entstand eine Struktur für ein Bewertungsmodell, die aus vier festgelegten Frühindikatoren auf organisatorischer Ebene sowie sechs Frühindikatoren auf Projektebene besteht. Mit diesen zehn Frühindikatoren konnten die Anforderungen der Kriterienmatrix hinreichend erfüllt werden. Eine wichtige Erkenntnis ist dabei, dass für beide Ebenen noch kontextspezifische Bewertungsgrößen hinzuzufügen sind. Die identifizierten Variablen erklären nur einen bestimmten Varianzanteil der Ergebnisgrößen und haben demnach keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Ergebnisgrößen lassen sich in Anlehnung an die *Balanced Scorecard* Systematik in vier Ergebnisdimensionen gliedern.

9.2 Limitationen der Arbeit und Ansatzpunkte für die Forschung

Die zentralen Ergebnisse dieser Arbeit, die in einem Bewertungsmodell für die Produktentwicklung resultieren, werden durch die Untersuchungsmethodik sowie die empirische Datenbasis der Arbeit limitiert.

Bei der quantitativen Untersuchung konnte mit den gebildeten Teilmodellen nur ein Teil der Varianz des Projekterfolges erklärt werden. Trotz des zufriedenstellenden Wertes lässt sich dieser Anteil noch durch Modellerweiterungen steigern. Sowohl auf der organisatorischen Ebene als auch auf der Projektebene sind Modellerweiterungen möglich. Hierbei kann das aus der Theorie hergeleitete Systemmodell genutzt werden, da die unterschiedlichen Systemtypen mit den untergeordneten Dimensionen eine ganzheitliche Modellierung des Systems Produktentwicklung ermöglichen.

Im Rahmen der quantitativen Studie wurden die Teilnehmer aufgefordert, die Bewertung auf ein konkretes Entwicklungsprojekt zu beziehen. Obwohl die organisatorische Ebene, in der das Projekt eingebettet war, berücksichtigt wurde, beziehen sich die abhängigen Variablen auf ein einzelnes Projekt. Eine mögliche Erweiterung stellt die zusätzliche Bewertung des Organisationserfolgs dar. Ansatzpunkte sind zum Beispiel bereits durch die Arbeiten von *KLEINSCHMIDT ET AL.* und *ATUAHENE-GIMA ET AL.* gegeben.⁵⁵³ Beide Studien nutzen Skalen, welche die Leistung des Produktprogrammes der Organisation bewerten.

⁵⁵³ Vgl. Kleinschmidt et al. 2007, S. 441, Atuahene-Gima et al. 2005, S. 481

Ein weiterer zukünftiger Ansatzpunkt könnte die Erweiterung des Kontextsystems sein. Aufgrund von Komplexitätsgründen enthielt das Modell nur eine Teilmenge aller möglichen Kontextfaktoren. In Kapitel 3.3.2 wurden unterschiedliche Frameworks zur Modellierung des Kontextsystems beschrieben. Diese können als Eingangsgröße für folgende Studien dienen. Weiterführende Arbeiten werden bei Anwendung der Strukturgleichungsmodellierung ebenfalls mit der zunehmenden Modellkomplexität konfrontiert sein, da die Mehrgruppenanalyse eine hohe Stichprobenanzahl der unterschiedlichen Gruppen erfordert.

Aus diesem Grund können alternative Methoden zielführend sein. Zum Beispiel kann die Bildung von Taxonomien durch eine Clusteranalyse mit anschließender deskriptiver Analyse zu neuen Erkenntnissen führen. Dies bietet den Vorteil, dass die Stichprobengrößen der einzelnen Teilgruppen reduziert werden können. Auch für die Netzwerkanalyse wäre die Berücksichtigung des Kontextsystems eine sinnvolle Erweiterung. Dadurch könnte die Frage beantwortet werden, welchen Einfluss das Kontextsystem auf die Ableitung der spezifischen Systemrollen hat.

Der Grad an Subjektivität ist bei der Bewertung der Frühindikatoren ein wesentlicher Nachteil. Ansätze zur Objektivierung des Bewertungsprozesses für die Frühindikatoren stellen daher einen weiteren Forschungsbedarf dar. Es können verschiedene Ansätze bezüglich ihrer Eignung für den Bewertungsprozess getestet werden. Zum Beispiel bietet sich die Delphi-Methode als mehrstufiges und systematisches Befragungsverfahren an.⁵⁵⁴

Weiterhin erlauben die Ergebnisse der quantitativen Studie keine inhaltliche Beschreibung der Bewertungsstufen der Frühindikatoren. Die einzelnen Bewertungsgrößen sind reliabel und valide, jedoch erfolgte die Bewertung anhand einer Likert-Skala bei der nur die Extremwerte semantisch beschrieben wurden. Die evaluative qualitative Inhaltsanalyse ist eine weitere Möglichkeit zur Objektivierung der Frühindikatoren und bietet sich für weitere Forschungsarbeiten an.⁵⁵⁵ Hierbei geht es um die Einschätzung, Klassifizierung und Bewertung von Inhalten.⁵⁵⁶ Die inhaltliche Beschreibung der Bewertungsstufen wurde bereits für ein Fallbeispiel im Rahmen dieser Arbeit gezeigt.⁵⁵⁷ Dies kann in weiterführenden Arbeiten noch in einem wesentlich größeren Umfang bearbeitet werden. Notwendige Voraussetzung ist das Vorliegen einer aussagekräftigen Datenbasis.

⁵⁵⁴ Vgl. Häder 2014

⁵⁵⁵ Vgl. Kuckartz 2014, S. 98

⁵⁵⁶ Vgl. ebd., S. 98

⁵⁵⁷ Vgl. Abbildung 8-4, S. 177

Hierzu sind weitere Experteninterviews durchzuführen und gegebenenfalls weitere Quellen wie zum Beispiel *Lessons Learned* von vergangenen Entwicklungsprojekten zu berücksichtigen.

Der Untersuchungsgegenstand der empirischen Studien beschränkt sich auf einen internationalen Mischkonzern. Trotz der Berücksichtigung der vier unterschiedlichen Branchen stellt dies eine Limitation zur Generalisierung der Ergebnisse dar. Weitere Forschungsbemühungen können daher darauf abzielen, das Forschungsmodell dieser Arbeit auf andere Unternehmen zu übertragen. Die Berücksichtigung kultureller Aspekte war durch die Fokussierung auf einen Mischkonzern nur eingeschränkt möglich und bietet sich für weitere Studien als Anknüpfungspunkt an.

9.3 Implikationen für die Praxis

Neben der wissenschaftlichen Zielsetzung sollen im Rahmen dieser Arbeit auch Handlungsempfehlungen für die Unternehmenspraxis abgeleitet werden. Aufgrund des hohen empirischen Anteils der Arbeit sind die Implikationen direkt aus den Ergebnissen ableitbar. Da sich der Untersuchungsgegenstand über mehrere Industrietypen erstreckt, richten sich die Handlungsempfehlungen an alle Unternehmen, die ihre Neuproduktentwicklung hinsichtlich der Dimensionen Effektivität und Effizienz verbessern wollen.

„What gets measured gets managed“ – Peter Drucker

Dieses bekannte Zitat verdeutlicht die Bedeutung der Leistungsbewertung. Aus diesem Grund ist es wichtig, die richtige Vorgehensweise bei der Leistungsbewertung zu befolgen. Die eigentliche Bewertung der Früh- und Spätindikatoren ist ein nachgelagerter Schritt. Vielmehr geht es darum, ein Systemverständnis innerhalb einer Organisation oder eines Unternehmens aufzubauen. Besonders bei der Ableitung von Frühindikatoren sollten Unternehmen viel Aufwand in die Generierung des Systemverständnisses investieren. Zunächst ist eine Systemarchitektur zu erstellen, die wichtige Stellhebel in Form von kritischen Erfolgsfaktoren zur Beeinflussung definierter Ergebnisgrößen umfasst. Unternehmen sollten demnach zuerst die Frage „Was macht uns erfolgreich?“ beantworten, bevor eine Operationalisierung anhand der Fragestellung „Wie können wir den Erfolg messen bzw. wie erkennen wir Verbesserung?“ erfolgt. Bei der beschriebenen Vorgehensweise handelt es sich um einen zielorientierten Ansatz. Dieser ist an das Diagnose-Therapie-Schema als Arbeitshilfe für ein vernetztes Vorgehen angelehnt.⁵⁵⁸ Abbildung 9-1 stellt diesen Ansatz in Bezug auf diese Arbeit dar.

⁵⁵⁸ Vgl. Vester 2002, S. 190

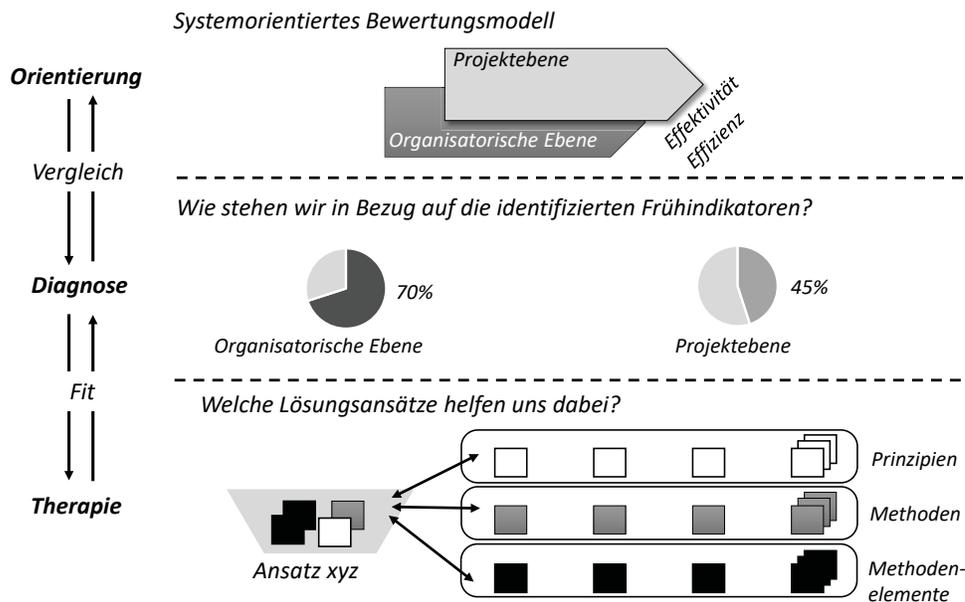


Abbildung 9-1: Diagnose-Therapie-Schema in Bezug auf das Bewertungsmodell⁵⁵⁹

Unternehmen sollen das entwickelte Bewertungsmodell als eine Art Referenzmodell für die Untersuchung bzw. Diagnose verwenden. Die im Rahmen der Arbeit ermittelte Systemstruktur mit den Frühindikatoren unterstützt Unternehmen bei der Modellierung ihres Systemmodells zur Verbesserung des Leistungsniveaus der Produktentwicklung. Aus Abbildung 9-1 geht auch hervor, wie die Entwicklung eines Bewertungsmodells mit der Ableitung einer geeigneten Therapie bzw. der Umsetzung von Maßnahmen zur Leistungsverbesserung zusammenhängt. Aktuelle Ansätze zur Steigerung der Entwicklungseffektivität und -effizienz sind zum Beispiel *Lean* und *Agile Development*, *Systems Engineering* oder *Critical Chain Project Management*. Diese Ansätze bestehen unter anderem aus einem Konglomerat von Prinzipien, Methoden und Methodenelementen. Entsprechend der abgeleiteten Zielsetzung ist das passende Bündel aus diesen Elementen auszuwählen. Die Gewährleistung der Übereinstimmung (*Fit*) ist nicht trivial und muss durch Methodenexperten gestützt werden.

Eine Herausforderung bei der Gestaltung des Bewertungsmodells liegt in dem Spannungsfeld zwischen Einfachheit und Ganzheitlichkeit. Mit Hilfe von zehn Frühindikatoren war es im Rahmen der Arbeit möglich, die Eingangs- und Verarbeitungsgrößen des Systems Produktentwicklung nach den definierten Vollständigkeitskriterien zu beschreiben. Diese Anzahl sollte als Leitlinie für die Unternehmenspraxis dienen. Mit steigender Variablenzahl nimmt der Aufwand zur Systemanalyse und -modellierung exponentiell zu.

⁵⁵⁹ Eigene Darstellung

Aufgrund der beschriebenen Individualität der Neuentwicklungsprojekte sollte das Bewertungsmodell noch um auf das Unternehmen angepasste kontextabhängige Bewertungsgrößen erweitert werden. Bei der Hinzunahme neuer Frühindikatoren ist darauf zu achten, dass diese homogen über die unterschiedlichen Systemtypen verteilt sind. Die entwickelte Kriterienmatrix bietet für den Selektionsprozess eine methodische Unterstützung.

Trotz des individuellen Charakters jedes Entwicklungsprojektes konnten aufgrund des beschriebenen zielorientierten Ansatzes projektübergreifende Frühindikatoren identifiziert werden. Die wichtigsten Frühindikatoren werden im Folgenden kurz zusammenfasst:

Selbst bei der Bewertung einzelner Neuproduktentwicklungsprojekte ist die organisatorische Ebene von erheblicher Bedeutung. Zum einen haben Frühindikatoren aus dieser Ebene einen starken Einfluss auf die Indikatoren auf Projektebene, d.h. der Implementierungsgrad auf Projektebene wird zu einem großen Anteil durch die organisatorische Ebene vordefiniert. Zum anderen haben diese selbst einen starken und direkten Effekt auf den Projekterfolg, der nur zum Teil durch die Projektebene mediiert wird. Darüber hinaus sind die Wirkungen der organisatorischen Ebene robust gegen äußere Einwirkungen, die durch das Kontextsystem dargestellt werden. Nur die strategische Ausrichtung wird vom Kontextsystem beeinflusst. Die Wirkung wird bei steigendem Neuheitsgrad, steigender Volatilität und steigender organisatorischer Komplexität verstärkt, was letztendlich das Argument zur Verwendung dieses Indikators zusätzlich stärkt.⁵⁶⁰ Trotz dieses hohen empirisch bestätigten Einflusses ist es erstaunlich, dass in der Unternehmenspraxis die Indikatoren auf organisatorischer Ebene einen niedrigen Implementierungsgrad aufweisen. Bereits bei der Befragung der 25 Experten hat sich gezeigt, dass vier der fünf Faktoren, mit dem größten Delta zwischen Bedeutung und Implementierungsgrad, der organisatorischen Ebene zuzuordnen sind.⁵⁶¹

Diese Erkenntnisse legen den Schluss nahe, dass die organisatorische Ebene mit einem entsprechenden Anteil innerhalb des Bewertungsmodells zu berücksichtigen ist. Die Entwicklungsorientierung der Organisation sollte durch die Frühindikatoren projektübergreifende Ressourcenplanung, organisatorische Aufstellung und Führungsverhalten repräsentiert werden. Zudem sollte der Frühindikator strategische Ausrichtung Bestandteil des Bewertungsmodells auf organisatorischer Ebene sein. Weitere kontextabhängige Bewertungsgrößen können das Modell entsprechend der Zielsetzung und den spezifischen Eigenschaften des Unternehmens erweitern.

⁵⁶⁰ Vgl. Tabelle 7-26: Ergebnisse Moderationseffekte

⁵⁶¹ Vgl. Abbildung 5-5, S. 96

Auf Projektebene sollte das Zielsystem des Produktes durch die Frühindikatoren Marktorientierung und Systemarchitektur bewertet werden. Die Generierung einer internen Marktsicht und die Ableitung einer passenden Systemarchitektur haben einen starken signifikanten Effekt auf das Projektergebnis. Bezüglich des Handlungssystems auf Projektebene sollten Unternehmen bei der praktischen Anwendung die Frühindikatoren Projektorganisation und Feedbackschleifen berücksichtigen. Für das Prozesssystem empfiehlt es sich, die Frühindikatoren frühzeitige Risikoreduzierung und Flexibilität zu verwenden. Alle ausgewählten Faktoren auf Projektebene sind Mediatoren, d.h. sie übermitteln gemäß der quantitativen Studie einen Teil des Effektes der organisatorischen Ebene auf mindestens einen Spätindikator. Wie auch auf organisatorischer Ebene sollten die ausgewählten Frühindikatoren um kontextspezifische Bewertungsgrößen des Unternehmens erweitert werden. Interessanterweise spielt die Einbindung von externen Partnern nur eine untergeordnete Rolle.

In Anlehnung an das entwickelte Mehrebenenmodell lassen sich Implikationen bezüglich der Wahl der Gestaltungsaufgabe für die Führungskräfte in der Produktentwicklung ableiten. Abbildung 9-2 stellt die Wahl der Gestaltungsaufgabe in Bezug auf das entwickelte Bewertungsmodell grafisch dar.

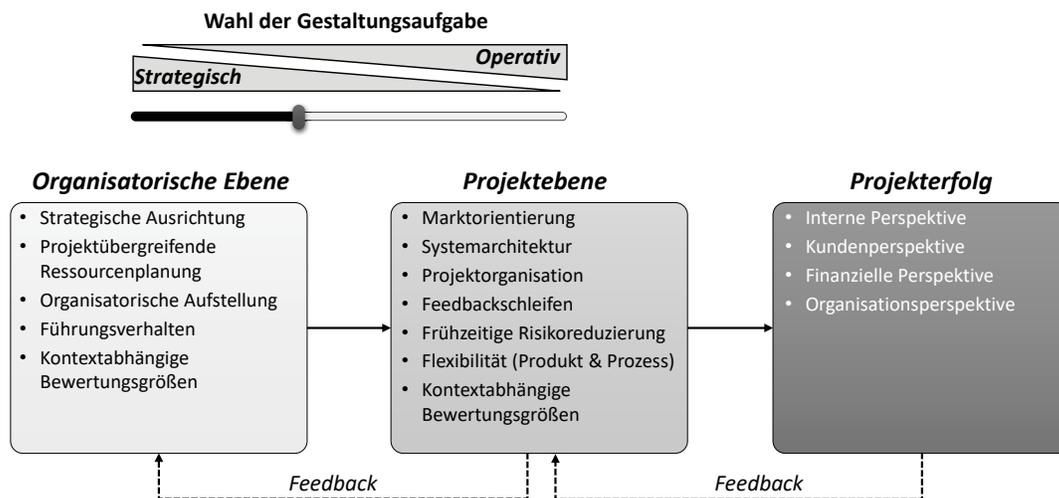


Abbildung 9-2: Implikationen für die Aufgabenverteilung⁵⁶²

⁵⁶² Eigene Darstellung

In Abhängigkeit von der jeweiligen Position/Rolle stehen unterschiedliche Aufgaben im Fokus. Führungskräfte auf leitenden Ebenen wie zum Beispiel ein Entwicklungsleiter sollten sich auf projektübergreifende bzw. strategische Aufgaben fokussieren. Auf organisatorischer Ebene gestalten sie mit Hilfe der entwickelten Erfolgsfaktoren ein System, das die Projektarbeit bestmöglich unterstützt. Die eigentliche Projektarbeit ist nicht das Handlungsfeld, dient aber als Sensor, ob die Maßnahmen auf organisatorischer Ebene die gewünschte Wirkung entfalten. Auf der anderen Seite haben zum Beispiel Projektleiter ein hauptsächlich operatives Aufgabenportfolio. Dementsprechend liegt der Fokus auf der Wertgenerierung im Projekt.

Nachdem der Fokus dieser Arbeit auf der Entwicklung von Frühindikatoren lag, bedeutet das nicht, dass die Spätindikatoren zu vernachlässigen sind. Vielmehr ist eine ausgewogene Mischung aus Früh- und Spätindikatoren notwendig, um die Produktentwicklung in der Unternehmenspraxis zielorientiert zu bewerten und zu steuern. Im Rahmen dieser Arbeit spielten die Spätindikatoren eine wesentliche Rolle. Zum Beispiel waren sie bei der quantitativen Überprüfung notwendig, um die postulierten Wirkbeziehungen zu validieren. Was in der Unternehmenspraxis vermieden werden sollte, ist die Fokussierung auf singuläre Wirkbeziehungen zwischen ausgewählten Früh- und Spätindikatoren. Die Ergebnisse der Netzwerkanalyse zeigen, dass die unterschiedlichen Frühindikatoren in einem hohen Maß miteinander vernetzt sind und sich folglich gegenseitig beeinflussen.⁵⁶³ Aus diesem Grund empfiehlt es sich, die Veränderungen bei den Früh- und Spätindikatoren ebenfalls aus Systemperspektive zu betrachten. Dies bedeutet, dass Anwender des Bewertungsmodells prüfen sollten, ob sich zum Beispiel die Frühindikatoren auf organisatorischer Ebene und Projektebene nach einem gewissen Zeitraum in die gleiche Richtung bewegen oder ob ein positiver Trend zwischen den Erfolgsfaktoren auf Projektebene und den ausgewählten Spätindikatoren besteht. Falsch wäre es im Gegenzug nach einem Anstieg in gleicher Höhe zwischen einem ausgewählten Variablenpaar (Früh- und Spätindikator) zu suchen.

⁵⁶³ Vgl. Kapitel 6.2, S. 80 ff.

Literaturverzeichnis

Ackermann, Fran; Alexander, James (2016): Researching complex projects. Using causal mapping to take a systems perspective. In: *International Journal of Project Management* 34 (6), S. 891–901.

Akroush, Mamoun N. (2011): An empirical model of new product development process: phases, antecedents and consequences. In: *International Journal of Business Innovation and Research* 6 (1), S. 47–75.

Albers, Albert (2010): Five Hypotheses and a Meta Model of Engineering Design Processes. In: *8th International Symposium on Tools and Methods of Competitive Engineering TMCE, Ancona, Italien*.

Albers, Albert; Braun, Andreas (2011): A generalised framework to compass and to support complex product engineering processes. In: *International Journal of Product Development* 15 (1-3), S. 6–25.

Albers, Albert; Bursac, Nikola; Wintergerst, Eike (2015): Produktgenerationsentwicklung - Bedeutung und Herausforderungen aus einer entwicklungsmethodischen Perspektive. In: *Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung*. Stuttgart.

Albers, Albert; Ebel, Björn; Lohmeyer, Q. (2012): Systems of objectives in complex product development. In: *Ninth International Symposium on Tools and Methods of Competitive Engineering, TMCE*.

Albers, Albert; Rapp, Simon; Birk, Clemens; Bursac, Nikola (2017): Die Frühe Phase der PGE – Produktgenerationsentwicklung. In: *Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung*. Stuttgart.

Albers, Albert; Reiß, Nicolas; Bursac, Nikola; Breitschuh, Jan (2016): 15 Years of SPALTEN Problem Solving Methodology in Product Development. In: *Proceedings of NordDesign 2016, Volume 1, Trondheim, Norway, 10th-12th August 2016*, S. 411–420.

Ansoff, Harry Igor (1975): Managing strategic surprise by response to weak signals. In: *California Management Review* 18 (2), S. 21.

Armstrong, J. Scott; Overton, Terry S. (1977): Estimating nonresponse bias in mail surveys. In: *Journal of marketing Research*, S. 396–402.

Arzheimer, Kai (2016): *Strukturgleichungsmodelle. Eine anwendungsorientierte Einführung*. 1. Aufl. 2015. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Methoden der Politikwissenschaft).

- Atuahene-Gima, Kwaku; Slater, Stanley F.; Olson, Eric M. (2005): The contingent value of responsive and proactive market orientations for new product program performance. In: *Journal of Product Innovation Management* 22 (6), S. 464–482.
- Backhaus, Klaus; Erichson, Bernd; Plinke, Wulff; Weiber, Rolf (2016): *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. 14., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler (Lehrbuch).
- Backhaus, Klaus; Erichson, Bernd; Weiber, Rolf (2015): *Fortgeschrittene multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. 3., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler (Lehrbuch).
- Bagozzi, Richard P.; Yi, Youjae (1988): On the evaluation of structural equation models. In: *Journal of the academy of marketing science* 16 (1), S. 74–94.
- Bai, Chunguang; Sarkis, Joseph (2013): A grey-based DEMATEL model for evaluating business process management critical success factors. In: *International Journal of Production Economics* 146 (1), S. 281–292.
- Bakhshi, Javad; Ireland, Vernon; Gorod, Alex (2016): Clarifying the project complexity construct: Past, present and future. In: *International Journal of Project Management* 34 (7), S. 1199–1213.
- Balachandra, Ramaiya; Friar, John H. (1997): Factors for success in R&D projects and new product innovation: a contextual framework. In: *IEEE Transactions on Engineering Management* 44 (3), S. 276–287.
- Bandte, Henning (2007): *Komplexität in Organisationen. Organisationstheoretische Betrachtungen und agentenbasierte Simulation*. 1. Aufl. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag (Gabler Edition Wissenschaft).
- Barczak, Gloria; Griffin, Abbie; Kahn, Kenneth B. (2009): Perspective: Trends and drivers of success in NPD practices: Results of the 2003 PDMA best practices study. In: *Journal of Product Innovation Management* 26 (1), S. 3–23.
- Barczak, Gloria; Kahn, Kenneth B. (2012): Identifying new product development best practice. In: *Business Horizons* 55 (3), S. 293–305.
- Barney, Jay (1991): Firm resources and sustained competitive advantage. In: *Journal of management* 17 (1), S. 99–120.
- Barney, Jay B. (1995): Looking inside for competitive advantage. In: *The Academy of Management Executive* 9 (4), S. 49–61.

- Baron, Reuben M.; Kenny, David A. (1986): The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. In: *Journal of personality and social psychology* 51 (6), S. 1173.
- Beer, Stafford (1984): The viable system model: Its provenance, development, methodology and pathology. In: *Journal of the operational research society* 35 (1), S. 7–25.
- Bentler, Peter M. (1990): Comparative fit indexes in structural models. In: *Psychological bulletin* 107 (2), S. 238.
- Bertalanffy, Ludwig von (1973): General system theory. Foundations; development; applications. Rev. ed., 4. print. New York: Braziller.
- Bhasin, Sanjay (2008): Lean and performance measurement. In: *Journal of Manufacturing Technology Management* 19 (5), S. 670–684.
- Bigliardi, Barbara; Ivo Dormio, Alberto (2010): A balanced scorecard approach for R&D. Evidence from a case study. In: *Facilities* 28 (5/6), S. 278–289.
- Boehm, Barry W. (1988): A spiral model of software development and enhancement. In: *Computer* 21 (5), S. 61–72.
- Braun, Thomas E. (2005): Methodische Unterstützung der strategischen Produktplanung in einem mittelständisch geprägten Umfeld. 1. Aufl. München: Verl. Dr. Hut.
- Bremser, Wayne G.; Barsky, Noah P. (2004): Utilizing the balanced scorecard for R&D performance measurement. In: *R&D Management* 34 (4), S. 229–238.
- Brentani, Ulrike de; Kleinschmidt, Elko J. (2015): The impact of company resources and capabilities on global new product program performance. In: *Project Management Journal* 46 (1), S. 12–29.
- Brentani, Ulrike de; Kleinschmidt, Elko J.; Salomo, Sören (2010): Success in global new product development: Impact of strategy and the behavioral environment of the firm. In: *Journal of Product Innovation Management* 27 (2), S. 143–160.
- Brockhoff, Klaus (1998): Forschung und Entwicklung: Planung und Kontrolle: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Brown, Mark G.; Svenson, Raynold A. (1988): Measuring r&d productivity. In: *Research-Technology Management* 31 (4), S. 11–15.
- Brown, Mark G.; Svenson, Raynold A. (1998): Measuring R&D productivity. In: *Research Technology Management* 41 (4), S. 30–35.

Browning, Tyson R. (2001): Applying the design structure matrix to system decomposition and integration problems: a review and new directions. In: *IEEE Transactions on Engineering Management* 48 (3), S. 292–306.

Bryde, David James (2003): Modelling project management performance. In: *International Journal of Quality & Reliability Management* 20 (2), S. 229–254.

Cao, Qing; Hoffman, James J. (2011): A case study approach for developing a project performance evaluation system. In: *International Journal of Project Management* 29 (2), S. 155–164. DOI: 10.1016/j.ijproman.2010.02.010.

Cedergren, Stefan (2011): Performance in Product Development. The Case of Complex Products. Dissertation. Mälardalen University, Västerås.

Cedergren, Stefan; Parida, Vinit (2012): Success Factors and Performance Measurement. A Missing Link in Product Development? Conference Paper. Best Practices in Supply Chain Management. Bhubaneswar, Indien, 22.11.2012.

Chan, Shih-Liang; Huang, Shu-Li (2004): A systems approach for the development of a sustainable community—the application of the sensitivity model (SM). In: *Journal of Environmental Management* 72 (3), S. 133–147.

Chang, Betty; Chang, Chih-Wei; Wu, Chih-Hung (2011): Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. In: *Expert Systems with Applications* 38 (3), S. 1850–1858. DOI: 10.1016/j.eswa.2010.07.114.

Chang, Sea-Jin; van Witteloostuijn, Arjen; Eden, Lorraine (2010): From the editors: Common method variance in international business research. In: *Journal of International Business Studies* 41 (2), S. 178–184.

Charnes, Abraham; Cooper, William W.; Rhodes, Edwardo (1978): Measuring the efficiency of decision making units. In: *European Journal of Operational Research* 2 (6), S. 429–444.

Checkland, Peter (2000): Soft systems methodology: a thirty year retrospective. In: *Systems research and behavioral science* 17 (S1), S. 11–58.

Chen, Jiyao; Damanpour, Fariborz; Reilly, Richard R. (2010): Understanding antecedents of new product development speed. A meta-analysis. In: *Journal of Operations Management* 28 (1), S. 17–33.

Chien, Kuo-Feng; Wu, Zong-Han; Huang, Shyh-Chang (2014): Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study. In: *Automation in Construction* 45, S. 1–15.

- Chiesa, Vittorio; Frattini, Federico (2007): Exploring the differences in performance measurement between research and development: evidence from a multiple case study. In: *R&D Management* 37 (4), S. 283–301.
- Chiesa, Vittorio; Frattini, Federico; Lazzarotti, Valentina; Manzini, Raffaella (2007): How do measurement objectives influence the R&D performance measurement system design? In: *Management Research News* 30 (3), S. 187–202.
- Chiesa, Vittorio; Frattini, Federico; Lazzarotti, Valentina; Manzini, Raffaella (2009): Performance measurement of research and development activities. In: *European Journal of Innovation Management* 12 (1), S. 25–61.
- Collins, Shawn T.; Bradley, Joe A.; Yassine, Ali A. (2010): Analyzing product development task networks to examine organizational change. In: *IEEE Transactions on Engineering Management* 57 (3), S. 513–525.
- Conforto, Edivandro Carlos; Amaral, Daniel Capaldo; da Silva, Sergio Luis; Di Felippo, Ariani; Kamikawachi, Dayse Simon L. (2016): The agility construct on project management theory. In: *International Journal of Project Management* 34 (4), S. 660–674.
- Cooper, R. (1994): Perspective third-generation new product processes. In: *Journal of Product Innovation Management* 11 (1), S. 3–14.
- Cooper, Robert G. (2013): New products: What separates the winners from the losers and what drives success. In: *PDMA handbook of new product development*, S. 3–34.
- Cooper, Robert G.; Edgett, Scott J.; Kleinschmidt, Elko J. (2002): Optimizing the stage-gate process: What best-practice companies do—II. In: *Research-Technology Management* 45 (6), S. 43–49.
- Cooper, Robert G.; Kleinschmidt, Elko J. (2007): Winning businesses in product development: The critical success factors. In: *Research-Technology Management* 50 (3), S. 52–66.
- Cooper, Robert G.; Sommer, Anita F. (2016): The Agile–Stage-Gate Hybrid Model: A Promising New Approach and a New Research Opportunity. In: *Journal of Product Innovation Management*.
- Cormican, Kathryn; O’Sullivan, David (2004): Auditing best practice for effective product innovation management. In: *Technovation* 24 (10), S. 819–829.
- Cui, Anna Shaojie; Chan, Kwong; Calantone, Roger (2014): The learning zone in new product development. In: *IEEE Transactions on Engineering Management* 61 (4), S. 690–701.

Daenzer, Walter F.; Haberfellner, Reinhard (2002): Systems engineering. Methodik und Praxis. 11., durchges. Aufl. Zürich: Industrielle Organisation.

Dellmann, Klaus; Pedell, Karl Ludwig (1994): Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis. Stuttgart: Schäffer-Poeschel (Berichte aus der Arbeit der Schmalenbach-Gesellschaft, Deutsche Gesellschaft für Betriebswirtschaft e. V).

Deming, W. Edwards (1986): Out of the crisis. Massachusetts Institute of Technology. In: *Center for advanced engineering study, Cambridge, MA* 510.

Diamantopoulos, Adamantios; Riefler, Petra; Roth, Katharina P. (2008): Advancing formative measurement models. In: *Journal of business research* 61 (12), S. 1203–1218.

Diamantopoulos, Adamantios; Winklhofer, Heidi M. (2001): Index construction with formative indicators: An alternative to scale development. In: *Journal of marketing Research* 38 (2), S. 269–277.

Donaldson, Lex (1987): Strategy and structural adjustment to regain fit and performance. In Defence of Contingency Theory. In: *J Management Studies* 24 (1), S. 1–24.

Donaldson, Lex (2001): The contingency theory of organizations. Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications (Foundations for organizational science).

Drazin, Robert; Van de Ven, Andrew H (1985): Alternative forms of fit in contingency theory. In: *Administrative science quarterly*, S. 514–539.

Dresing, Thorsten; Pehl, Thorsten (2015): Praxisbuch Interview, Transkription et Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende. 6. Aufl. Marburg: Dresing.

Eckhard, Björn (2009): Lernen in Vertragsbeziehungen. Eine empirische Untersuchung in der Automobilindustrie. Wiesbaden: Gabler Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden (Gabler Edition Wissenschaft Strategisches Kompetenz-Management).

Elonen, Suvij; Artto, Karlos A. (2003): Problems in managing internal development projects in multi-project environments. In: *International Journal of Project Management* 21 (6), S. 395–402.

Enders, Craig K. (2001): A Primer on Maximum Likelihood Algorithms Available for Use With Missing Data. In: *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal* 8 (1), S. 128–141.

Richtlinie VDI 2206, 2004: Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme.

Ernst, Holger (2002): Success factors of new product development: a review of the empirical literature. In: *International Journal of Management Reviews* 4 (1), S. 1–40.

Ernst, Holger; Teichert, Thorsten (1998): The R and D/Marketing interface and single informant bias in NPD research. An illustration of a benchmarking case study. In: *Technovation* 18 (12), S. 721–739.

European foundation for quality management (2012): EFQM excellence model. Excellent organisations achieve and sustain outstanding levels of performance that meet or exceed the expectations of all their stakeholders. Bruxelles, La Plaine Saint-Denis: EFQM; Afnor.

Floh, Arne; Treiblmaier, Horst (2006): What keeps the e-banking customer loyal? A multigroup analysis of the moderating role of consumer characteristics on e-loyalty in the financial service industry.

Florice, Serghei; Michela, John L.; Piperca, Sorin (2016): Complexity, uncertainty-reduction strategies, and project performance. In: *International Journal of Project Management* 34 (7), S. 1360–1383.

Fontela, E.; Gabus, A. (1976): The DEMATEL observer. DEMATEL Report 1976. Battelle Geneva Research Center. Genf.

Fornell, Claes (1982): A second generation of multivariate analysis: Methods, Volume 1. New York, N.Y.: Praeger.

Fornell, Claes; Larcker, David F. (1981): Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. In: *Journal of marketing Research*, S. 39–50.

Forrester, Jay W. (1994): System dynamics, systems thinking, and soft OR. In: *System dynamics review* 10 (2-3), S. 245–256.

Fortune, Joyce; White, Diana (2006): Framing of project critical success factors by a systems model. In: *International Journal of Project Management* 24 (1), S. 53–65.

García-Valderrama, Teresa; Mulero-Mendigorry, Eva; Revuelta-Bordoy, Daniel (2008): A Balanced Scorecard framework for R&D. In: *European Journal of Innovation Management* 11 (2), S. 241–281.

Gausemeier, Jürgen; Ebbesmeyer, Peter; Kallmeyer, Ferdinand (2001): Produktinnovation. Strategische Planung und Entwicklung der Produkte von morgen. München, Wien: Hanser.

- Geraldi, Joana; Maylor, Harvey; Williams, Terry (2011): Now, let's make it really complex (complicated). In: *International Journal of Operations & Production Management* 31 (9), S. 966–990.
- Gerpott, Torsten J. (1999): Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement. Eine konzentrierte Einführung. Stuttgart: Schäffer-Poeschel (UTB, 2017).
- Gladen, Werner (2014): Performance Measurement. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Gloger, Boris (2013): Scrum: Produkte zuverlässig und schnell entwickeln. 4. Auflage: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.
- Gomez, Peter; Probst, Gilbert J. B. (1997): Die Praxis des ganzheitlichen Problemlösens. Vernetzt denken unternehmerisch handeln persönlich überzeugen. 2., überarb. Aufl. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt.
- Gorod, A.; Sauser, B.; Boardman, J. (2008): System-of-Systems Engineering Management. A Review of Modern History and a Path Forward. In: *IEEE Systems Journal* 2 (4), S. 484–499.
- Grant, Robert M. (1991): The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation. In: *California Management Review* 33 (3), S. 114–135.
- Griffin, Abbie (1997): PDMA research on new product development practices: updating trends and benchmarking best practices. In: *Journal of Product Innovation Management* 14 (6), S. 429–458.
- Guo, Liang (2008): PERSPECTIVE: An Analysis of 22 Years of Research in JPIM. In: *Journal of Product Innovation Management* 25, S. 249–260.
- Gwynne, Peter (2015): Measuring R&D Productivity. In: *Research-Technology Management* 58 (1), S. 19–22.
- Hadad, Yossi; Keren, Baruch; Laslo, Zohar (2013): A decision-making support system module for project manager selection according to past performance. In: *International Journal of Project Management* 31 (4), S. 532–541.
- Häder, Michael (2014): Delphi-Befragungen. Ein Arbeitsbuch. 3. Aufl. Wiesbaden: Springer VS (Lehrbuch).
- Haenecke, Henrik (2002): Methodenorientierte Systematisierung der Kritik an der Erfolgsfaktorenforschung. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 72 (2), S. 165–184.

Haji-Kazemi, Sara; Andersen, Bjørn; Krane, Hans Petter (2013): A Review on Possible Approaches for Detecting Early Warning Signs in Projects. In: *Proj Mgmt Jrnl* 44 (5), S. 55–69.

Hammerschmidt, Maik; Wilken, Robert; Staat, Matthias (2009): Methoden zur Lösung grundlegender Probleme der Datenqualität in DEA-basierten Effizienzanalysen. In: *Die Betriebswirtschaft* 69 (2), S. 289.

Hannon, Eric; Smits, Sander; Weig, Florian (2015): Brightening the black box of R&D. In: *McKinsey Quarterly* April 2015.

Hauschildt, Jürgen; Salomo, Sören (2007): Innovationsmanagement. 4., überarb., erg. und aktual. Aufl. München: Vahlen (Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften).

Hayes, Andrew (2013): Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis. New York: Guilford Publications (Methodology in the Social Sciences).

Hayes, Andrew F. (2009): Beyond Baron and Kenny: Statistical mediation analysis in the new millennium. In: *Communication monographs* 76 (4), S. 408–420.

Henderson, Rebecca M.; Clark, Kim B. (1990): Architectural Innovation. The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. In: *Administrative science quarterly* 35 (1), S. 9.

Hirst, Giles; Mann, Leon (2004): A model of R&D leadership and team communication: The relationship with project performance. In: *R&D Management* 34 (2), S. 147–160.

Homburg, Christian; Baumgartner, Hans (1995): Beurteilung von Kausalmodellen: Bestandsaufnahme und Anwendungsempfehlungen. In: *Marketing: Zeitschrift für Forschung und Praxis*, S. 162–176.

Hoopess, David G.; Madsen, Tammy L.; Walker, Gordon (2003): Why is there a resourcebased view? Toward a theory of competitive heterogeneity. Guest editors' introduction to the special issue. In: *Strategic Management Journal* 24 (10), S. 889–902.

Hoppmann, Joern; Rebentisch, Eric; Dombrowski, Uwe; Zahn, Thimo (2011): A Framework for Organizing Lean Product Development. In: *Engineering Management* 23 (1), S. 3–15.

Howell, Roy D.; Breivik, Einar; Wilcox, James B. (2007): Reconsidering formative measurement. In: *Psychological methods* 12 (2), S. 205–218.

- Hu, Li-tze; Bentler, Peter M. (1999): Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis. Conventional criteria versus new alternatives. In: *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal* 6 (1), S. 1–55.
- Isaksen, Scott G.; Lauer, Kenneth J. (2002): The climate for creativity and change in teams. In: *Creativity and innovation management* 11 (1), S. 74–86.
- Jarvis, Cheryl Burke; MacKenzie, Scott B.; Podsakoff, Philip M. (2003): A Critical Review of Construct Indicators and Measurement Model Misspecification in Marketing and Consumer Research. In: *Journal of Consumer Research* 30 (2), S. 199–218.
- Kahn, Kenneth B.; Kay, Sally Evans; Slotegraaf, Rebecca; Uban, Steve (2013): The PDMA handbook of new product development. Third edition. Hoboken, N.J.: Wiley.
- Kaiser, Henry F.; Rice, John (1974): Little Jiffy, Mark Iv. In: *Educational and Psychological Measurement* 34 (1), S. 111–117.
- Kalluri, Vinayak; Kodali, Rambadu (2014): Analysis of new product development research: 1998-2009. In: *Benchmarking: An International Journal* 21 (4), S. 527–618.
- Kandemir, Destan; Acur, Nuran (2012): Examining Proactive Strategic Decision-Making Flexibility in New Product Development. In: *J Prod Innov Manag* 29 (4), S. 608–622.
- Kaplan, David (2009): Structural equation modeling. Foundations and extensions. 2nd ed. Los Angeles: Sage (Advanced quantitative techniques in the social sciences, 10).
- Kaplan, Robert S.; Norton, David (1992): The Balanced Scorecard: Measures that Drive Performance. In: *Harvard Business Review* 70 (1), S. 71–79.
- Keil, Mark; Tan, Bernard C. Y.; Wei, Kwok-Kee; Saarinen, Timo; Tuunainen, Virpi; Wassenaar, Arjen (2000): A cross-cultural study on escalation of commitment behavior in software projects. In: *Mis Quarterly*, S. 299–325.
- Kerssens-van Drongelen, Inge C.; Bilderbeek, Jan (1999): R&D performance measurement: more than choosing a set of metrics. In: *R&D Management* 29 (1), S. 35–46.
- Kester, Linda; Hultink, Erik Jan; Griffin, Abbie (2014): An empirical investigation of the antecedents and outcomes of NPD portfolio success. In: *Journal of Product Innovation Management* 31 (6), S. 1199–1213.
- Kleinschmidt, Elko J.; Brentani, Ulrike de; Salomo, Sören (2007): Performance of Global New Product Development Programs. A Resource-Based View. In: *J Product Innovation Man* 24 (5), S. 419–441.

- Knott, Anne Marie (2008): R&D/Returns Causality. Absorptive Capacity or Organizational IQ. In: *Management Science* 54 (12), S. 2054–2067.
- Knott, Anne Marie (2009): New hope for measuring R&D effectiveness. In: *Research-Technology Management* 52 (5), S. 9–13.
- Kock, Alexander; Heising, Wilderich; Gemünden, Hans Georg (2015): How ideation portfolio management influences front-end success. In: *Journal of Product Innovation Management* 32 (4), S. 539–555.
- Kock, Alexander; Heising, Wilderich; Gemünden, Hans Georg (2016): A Contingency Approach on the Impact of Front-End Success on Project Portfolio Success. In: *Project Management Journal*.
- Kodali, Vinayak Kalluri Rambadu (2014): Analysis of new product development research: 1998-2009. In: *Benchmarking: An International Journal* 21 (4), S. 527–618.
- Kuckartz, Udo (2014): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden Praxis Computerunterstützung. 2., durchges. Aufl. Weinheim, Basel: Beltz Juventa (Grundlagentexte Methoden).
- Langerak, Fred; Hultink, Erik Jan (2005): The impact of new product development acceleration approaches on speed and profitability: Lessons for pioneers and fast followers. In: *IEEE Transactions on Engineering Management* 52 (1), S. 30–42.
- Langerak, Fred; Hultink, Erik Jan; Robben, Henry S. J. (2007): The mediating role of new product development in the link between market orientation and organizational performance. In: *Journal of Strategic Marketing* 15 (4), S. 281–305.
- Langerak, Fred; Jan Hultink, Erik; Robben, Henry S. J. (2004): The role of predevelopment activities in the relationship between market orientation and performance. In: *R&D Management* 34 (3), S. 295–309.
- Lee, Keon Bong; Wong, Veronica (2011): Identifying the moderating influences of external environments on new product development process. In: *Technovation* 31 (10), S. 598–612.
- Lester, Don H. (1998): Critical success factors for new product development. In: *Research Technology Management* 41 (1), S. 36–43.
- Lindell, Michael K.; Whitney, David J. (2001): Accounting for common method variance in cross-sectional research designs. In: *Journal of applied psychology* 86 (1), S. 114.

- Lindemann, Udo (2009): Methodische Entwicklung technischer Produkte. Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden. 3., korrigierte Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer (VDI-Buch).
- Lynn, Gary S.; Abel, Kate D.; Valentine, William S.; Wright, Robert C. (1999): Key factors in increasing speed to market and improving new product success rates. In: *Industrial Marketing Management* 28 (4), S. 319–326.
- MacKenzie, Scott B.; Podsakoff, Philip M. (2012): Common method bias in marketing: causes, mechanisms, and procedural remedies. In: *Journal of Retailing* 88 (4), S. 542–555.
- Mascarenhas Hornos da Costa, Janaina; Oehmen, Josef; Rebentisch, Eric; Nightingale, Deborah (2014): Toward a better comprehension of Lean metrics for research and product development management. In: *R&D Management* 44 (4), S. 370–383.
- Mayring, Philipp (2010): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 11., aktual. und überarb. Aufl. Weinheim, Basel: Beltz (Pädagogik).
- McGrath, Michael E.; Romeri, Michael N. (1994): The R&D Effectiveness Index. In: *World Class Design to Manufacture* 1 (4), S. 24–31.
- Meade, Laura M.; Presley, Adrien (2002): R&D project selection using the analytic network process. In: *IEEE Transactions on Engineering Management* 49 (1), S. 59–66.
- Menguc, Bulent; Auh, Seigyoung; Yannopoulos, Peter (2014): Customer and supplier involvement in design: The moderating role of incremental and radical innovation capability. In: *Journal of Product Innovation Management* 31 (2), S. 313–328.
- Richtlinie VDI 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte.
- Meyer, Alan D.; Tsui, Anne S.; Hinings, C. Robert (1993): Configurational approaches to organizational analysis. In: *Academy of Management Journal* 36 (6), S. 1175–1195.
- Miller, George A.; Galanter, Eugene; Pribram, Karl H. (1986): Plans and the structure of behavior: Adams Bannister Cox.
- Mir, Farzana Asad; Pinnington, Ashly H. (2014): Exploring the value of project management. Linking Project Management Performance and Project Success. In: *International Journal of Project Management* 32 (2), S. 202–217.

- Montoya-Weiss, Mitzi M.; Calantone, Roger (1994): Determinants of new product performance: a review and meta-analysis. In: *Journal of Product Innovation Management* 11 (5), S. 397–417.
- Neely, Andy; Gregory, Mike; Platts, Ken (2005): Performance measurement system design. In: *International Journal of Operations & Production Management* 25 (12), S. 1228–1263.
- Negele, Herbert; Fricke, Ernst; Igenbergs, Eduard (1997): ZOPH – A Systemic Approach to the Modeling of Product Development Systems. In: *INCOSE International Symposium* 7 (1), S. 266–273.
- Nicholas, John; Ledwith, Ann; Perks, Helen (2011): New product development best practice in SME and large organisations: theory vs practice. In: *European Journal of Innovation Management* 14 (2), S. 227–251.
- Novak, Sharon; Eppinger, Steven D. (2001): Sourcing by design: Product complexity and the supply chain. In: *Management Science* 47 (1), S. 189–204.
- Nunally, Jum C. (1978): *Psychometric theory*: New York: McGraw-Hill.
- O'Donnell, F. J.; Duffy, A.H.B. (2002): Modelling design development performance. In: *International Journal of Operations & Production Management* 22 (11), S. 1198–1221.
- Ojanen, Ville; Vuola, Olli (2005): Coping with the multiple dimensions of R&D performance analysis. In: *International Journal of Technology Management* 33 (2-3), S. 279–290.
- Oppenheim, Bohdan W.; Murman, Earll M.; Secor, Deborah A. (2011): Lean enablers for systems engineering. In: *Systems Engineering* 14 (1), S. 29–55.
- Padalkar, Milind; Gopinath, Saji (2016): Are complexity and uncertainty distinct concepts in project management? A taxonomical examination from literature. In: *International Journal of Project Management* 34 (4), S. 688–700.
- Paladino, Angela (2008): Analyzing the Effects of Market and Resource Orientations on Innovative Outcomes in Times of Turbulence *. In: *Journal of Product Innovation Management* 25 (6), S. 577–592.
- Patzak, G. (1982): *Systemtechnik, Planung komplexer innovativer Systeme. Grundlagen, Methoden, Techniken*. Berlin, New York: Springer-Verlag.
- Penrose, Edith (1959): *The Theory of the Growth of the Firm*. New York: Wiley.

- Peter, J. Paul (1979): Reliability: A review of psychometric basics and recent marketing practices. In: *Journal of marketing Research*, S. 6–17.
- Petter, Stacie; Straub, Detmar; Rai, Arun (2007): Specifying formative constructs in information systems research. In: *Mis Quarterly*, S. 623–656.
- Pfeifer, Tilo; Schmitt, Robert (2008): Qualitätsmanagement. Strategien, Methoden, Techniken. 4., vollst. überarb. Aufl. München: Hanser, Carl.
- Pflaum, Benedict; Weissenberger-Eibl, Marion A. (2016a): Identification of leading engineering performance drivers by a systems model. In: ICE/IEEE International Technology Management Conference. Trondheim, Norwegen.
- Pflaum, Benedict; Weissenberger-Eibl, Marion A. (2016b): Performance drivers in new product development. In: 2016 IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS). Frankfurt am Main, Deutschland, S. 1–8.
- Pflaum, Benedict; Weissenberger-Eibl, Marion A. (2017): Using network analysis to evaluate success factors for new product development. In: IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-Tems). München.
- Pillai, A. Sivathanu; Joshi, A.; Rao, K. Srinivasa (2002): Performance measurement of R&D projects in a multi-project, concurrent engineering environment. In: *International Journal of Project Management* 20 (2), S. 165–177.
- Podsakoff, Philip M.; MacKenzie, Scott B.; Lee, Jeong-Yeon; Podsakoff, Nathan P. (2003): Common method biases in behavioral research: a critical review of the literature and recommended remedies. In: *The Journal of applied psychology* 88 (5), S. 879–903.
- Porter, Michael E. (1979): How competitive forces shape strategy. In: *Harvard Business Review*, S. 137–145.
- Preacher, Kristopher J.; Hayes, Andrew F. (2004): SPSS and SAS procedures for estimating indirect effects in simple mediation models. In: *Behavior research methods, instruments, & computers* 36 (4), S. 717–731.
- Project Management Institute (PMI) (2016): Pulse of the Profession 2016. 8th Global Project Management Survey. Online verfügbar unter https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2016.pdf?sc_lang_temp=en, zuletzt geprüft am 30.07.2017.
- Pulm, Udo (2004): Eine systemtheoretische Betrachtung der Produktentwicklung. Universität München.

- Reid, Mike; Brady, Erica (2012): Improving firm performance through NPD. The role of market orientation, NPD orientation and the NPD process. In: *Australasian Marketing Journal (AMJ)* 20 (4), S. 235–241.
- Reinertsen, Donald G. (2009): *The Principles of Product Development Flow. Second Generation Lean Product Development*. 2 Bände. Redondo Beach: Celerita Publishing.
- Rese, Alexandra; Baier, Daniel (2011): Success factors for innovation management in networks of small and medium enterprises. In: *R&D Management* 41 (2), S. 138–155.
- Richardson, Hettie A.; Simmering, Marcia J.; Sturman, Michael C. (2009): A tale of three perspectives: Examining post hoc statistical techniques for detection and correction of common method variance. In: *Organizational Research Methods*.
- Riefler, Petra; Diamantopoulos, Adamantios; Siguaw, Judy A. (2012): Cosmopolitan consumers as a target group for segmentation. In: *Journal of International Business Studies* 43 (3), S. 285–305.
- Rockart, John F. (1978): Chief executives define their own data needs. In: *Harvard Business Review* 57 (2), S. 81–93.
- Ropohl, Günter (1975): *Systemtechnik - Grundlagen und Anwendung*. München, Wien: Hanser.
- Ropohl, Günter (2009): *Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik*. Teilw. zugl.: Karlsruhe, Univ., Habil.-Schr., 1978. 3., überarb. Aufl. Karlsruhe: Universitätsverlag.
- Salomo, Sören; Weise, Joachim; Gemünden, Hans Georg (2007): NPD planning activities and innovation performance: the mediating role of process management and the moderating effect of product innovativeness. In: *Journal of Product Innovation Management* 24 (4), S. 285–302.
- Sausser, Brian J.; Reilly, Richard R.; Shenhar, Aaron J. (2009): Why projects fail? How contingency theory can provide new insights – A comparative analysis of NASA's Mars Climate Orbiter loss. In: *International Journal of Project Management* 27 (7), S. 665–679.
- Scheffer, Judi (2002): Dealing with missing data. In: *Research Letters in the Information and Mathematical Sciences* (3), S. 153–160.
- Schilling, Melissa A.; Hill, Charles W. L. (1998): Managing the new product development process: Strategic imperatives. In: *The Academy of Management Executive* 12 (3), S. 67–81.

- Schoenherr, Tobias; Wagner, Stephan M. (2016): Supplier involvement in the fuzzy front end of new product development: An investigation of homophily, benevolence and market turbulence. In: *International Journal of Production Economics* 180, S. 101–113.
- Schubert, Torben; Neuhäusler, Peter; Frietsch, Rainer; Rammer, Christian; Hollanders, Hugo (2011): Innovation Indicator: Methodology Report.
- Schumann Jr, Paul A.; Ransley, Derek L.; Prestwood, Donna C. L. (1995): Measuring R&D Performance. In: *Research-Technology Management* 38 (3), S. 45–54.
- Shenhar, Aaron J. (2001): One size does not fit all projects: Exploring classical contingency domains. In: *Management Science* 47 (3), S. 394–414.
- Shenhar, Aaron J.; Dvir, Dov (2004): How Projects Differ, And What to Do About It. In: Peter W. G. Morris und Jeffrey K. Pinto (Hg.): *The Wiley Guide to Managing Projects*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc, S. 1265–1286.
- Shenhar, Aaron J.; Dvir, Dov; Levy, Ofer; Maltz, Alan C. (2001): Project success: a multidimensional strategic concept. In: *Long range planning* 34 (6), S. 699–725.
- Simon, Fritz B. (2015): Einführung in Systemtheorie und Konstruktivismus. 7. Aufl. Heidelberg: Carl-Auer (Carl-Auer : Compact).
- Siyam, Ghadir I.; Wynn, David C.; Clarkson, John P. (2015): Review of Value and Lean in Complex Product Development. In: *Systems Engineering* 18 (2), S. 192–207.
- Sommer, Anita Friis; Hedegaard, Christian; Dukovska-Popovska, Iskra; Steger-Jensen, Kenn (2015): Improved Product Development Performance through Agile/Stage-Gate Hybrids. The Next-Generation Stage-Gate Process? In: *Research-Technology Management* 58 (1), S. 34–45.
- Song, Michael; Noh, Jeonpyo (2006): Best new product development and management practices in the Korean high-tech industry. In: *Industrial Marketing Management* 35 (3), S. 262–278.
- Sousa, R.; Voss, C. (2008): Contingency research in operations management practices. In: *Journal of Operations Management* 26 (6), S. 697–713.
- Specht, Günter; Beckmann, Christoph; Amelingmeyer, Jenny (2002): F&E-Management. Kompetenz im Innovationsmanagement. 2., überarb. u. erw. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Standish Group (2016): Chaos Report.

- Steenkamp, Jan-Benedict E. M.; Baumgartner, Hans (1998): Assessing measurement invariance in cross-national consumer research. In: *Journal of Consumer Research* 25 (1), S. 78–90.
- Steiger, James H. (1990): Structural model evaluation and modification: An interval estimation approach. In: *Multivariate behavioral research* 25 (2), S. 173–180.
- Swink, Morgan; Talluri, Srinivas; Pandepong, Temyos (2006): Faster, better, cheaper: A study of NPD project efficiency and performance tradeoffs. In: *Journal of Operations Management* 24 (5), S. 542–562.
- Tang, Victor; Liu, Bing; Kellam, Benjamin A.; Otto, Kevin N.; Seering, Warren P. (2005): Enabling factors in successful product development. Conference Paper. International Conference on Engineering Design (ICED). Melbourne, 15.08.2005.
- Tangen, Stefan (2005): Analysing the requirements of performance measurement systems. In: *Measuring business excellence* 9 (4), S. 46–54.
- Taticchi, Paolo; Tonelli, Flavio; Cagnazzo, Luca (2010): Performance measurement and management. A literature review and a research agenda. In: *Measuring business excellence* 14 (1), S. 4–18.
- Tatikonda, Mohan V. (2008): Product development performance measurement. In: *Handbook of new product development management*, S. 199–215.
- Tatikonda, Mohan V.; Rosenthal, Stephen R. (2000): Technology novelty, project complexity, and product development project execution success: a deeper look at task uncertainty in product innovation. In: *IEEE Transactions on Engineering Management* 47 (1), S. 74–87.
- Teece, David; Pisano, Gary (1994): The dynamic capabilities of firms: an introduction. In: *Industrial and corporate change* 3 (3), S. 537–556.
- Tessarolo, Paolo (2007): Is integration enough for fast product development? An empirical investigation of the contextual effects of product vision. In: *Journal of Product Innovation Management* 24 (1), S. 69–82.
- Tohumcu, Zeynep; Karasakal, Esra (2010): R&D project performance evaluation with multiple and interdependent criteria. In: *IEEE Transactions on Engineering Management* 57 (4), S. 620–633.
- Valderrama, Teresa Garcia; Mulero-Mendigorri, Eva (2005): Content validation of a measure of R&D effectiveness. In: *R&D Management* 35 (3), S. 311–331.

- Venkatraman, Venkat (1989): The concept of fit in strategy research: Toward verbal and statistical correspondence. In: *Academy of Management Review* 14 (3), S. 423–444.
- Verworn, Birgit (2009): A structural equation model of the impact of the “fuzzy front end” on the success of new product development. In: *Research policy* 38 (10), S. 1571–1581.
- Vester, Frederic (2002): Die Kunst vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität; ein Bericht an den Club of Rome. Aktualisierte u. erweiterte Taschenbuchausg., 2. Aufl. München: Dt. Taschenbuch-Verl. (dtv, 33077).
- Wang, Yung-Lan; Tzeng, Gwo-Hshiung (2012): Brand marketing for creating brand value based on a MCDM model combining DEMATEL with ANP and VIKOR methods. In: *Expert Systems with Applications* 39 (5), S. 5600–5615.
- Weiber, Rolf; Mühlhaus, Daniel (2014): Strukturgleichungsmodellierung. Eine anwendungsorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von AMOS SmartPLS und SPSS. 2., erw. und korr. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer-Gabler (Springer-Lehrbuch).
- Weissenberger-Eibl, Marion; Frietsch, Rainer; Hollanders, Hugo; Neuhäusler, Peter; Rammer, Christian; Schubert, Torben (2011): Innovationsindikator: Deutsche Telekom Stiftung.
- Weissenberger-Eibl, Marion A. (2000): Wissensmanagement als Instrument der strategischen Unternehmensführung in Unternehmensnetzwerken. 1. Aufl. München: TCW (Wissenschaft und Praxis, 5).
- Weissenberger-Eibl, Marion A. (2004): Unternehmensentwicklung und Nachhaltigkeit. [Innovation, Wertsteigerung, Strategie]. 2. Aufl. Rosenheim: Cactus-Group-Verl.
- Weissenberger-Eibl, Marion A.; Koch, Daniel J. (2013): Innovation - Technologie - Entrepreneurship. Gestaltungssystem der frühen Phase des Innovationsprozesses. 1. Aufl. [Kassel]: Cactus-Group-Verl.
- Werner, Bjorn M.; Souder, William E. (1997): Measuring R&D performance—state of the art. In: *Research-Technology Management* 40 (2), S. 34–42.
- Wernerfelt, Birger (1984): A resource-based view of the firm. In: *Strat. Mgmt. J.* 5 (2), S. 171–180.

- West, Stephen G.; Finch, John F.; Curran, Patrick J. (1995): Structural equation models with nonnormal variables: Problems and remedies. In: Rick H. Hoyle (Hg.): Structural equation modeling. Issues and applications. [2. Dr.]. Thousand Oaks, Calif. [u.a.]: Sage Publ, S. 56–75.
- Wheelwright, Steven C.; Clark, Kim B. (1992a): Creating project plans to focus product development: Harvard Business School Pub.
- Wheelwright, Steven C.; Clark, Kim B. (1992b): Revolutionizing product development. Quantum leaps in speed, efficiency, and quality. New York: The Free Press.
- Williams, Larry J.; Hartman, Nathan; Cavazotte, Flavia (2010): Method Variance and Marker Variables. A Review and Comprehensive CFA Marker Technique. In: *Organizational Research Methods* 13 (3), S. 477–514.
- Williams, Terry (2016): Identifying Success Factors in Construction Projects. A Case Study. In: *Project Management Journal* 47 (1), S. 97–112.
- Williams, Terry; Jonny Klakegg, Ole; Walker, Derek H. T.; Andersen, Bjørn; Morten Magnussen, Ole (2012): Identifying and Acting on Early Warning Signs in Complex Projects. In: *Project Management Journal* 43 (2), S. 37–53.
- Wolf, Joachim (2000): Der Gestaltansatz in der Management- und Organisationslehre. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. [u.a.] (Gabler Edition Wissenschaft).
- Zerres, Christopher (2006): Handbuch Marketing-Controlling. 3., überarb. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Zika-Viktorsson, Annika; Sundström, Per; Engwall, Mats (2006): Project overload: An exploratory study of work and management in multi-project settings. In: *International Journal of Project Management* 24 (5), S. 385–394.

Anhang

A.1 Qualitative Studie

Tabelle A-1: Ankerbeispiele für das Zielsystem

Kategorie	Sub-Kategorie	Ankerbeispiel
Klare strategische Ausrichtung		Effektivität geht da vor Effizienz. Zuerst muss ich sicherstellen, mit einer klaren Strategie, wo der Weg hingehet. Dann wird die Verteilung der Ressourcen wichtig.
Ausgewogenes Projektportfolio		Ich finde es wichtig sich eine Produktstrategie zu überlegen. Ich will ja was verkaufen - und dann muss ich mir überlegen mit welchen Produkten will ich das machen. Dann muss ich die passenden Entwicklungsprojekte aufsetzen. Da muss man dann flexibel sein.
Marktorientierung	Anforderungsbeschreibung	Hat der wirklich eine Produktidee? Und da muss er halt eben auch die Schwerpunkte legen, da muss er sagen, „Die und die Spezifikation – da müssen wir optimieren. Aber an der und der Stelle – da können wir einmal ausnahmsweise wegschauen.“
	Konsolidierungsprozess	Dann gibt es aber noch ganz viele Fraktionen, dann gibt es die ganzen Länderorganisationen noch, also das ist wirklich hochkomplex.
Systemarchitektur	Plausibilität	Die genaue Definition des Entwicklungsziels, also Umfang, Ausrüstungsgrad, [...] Nicht überzuentwickeln aber auch nicht zu wenig zu entwickeln. Das war eigentlich, da haben wir relativ viel Zeit reingesteckt das zu definieren.
	Architektur	Eigentlich fängt es an mit der Funktionsarchitektur. Ich habe ein Motor, eine Software, ein Steuergerät und eine Hydraulik. Die Vier im Verbund sollen Druck aufbauen. Und das kann ich mit unterschiedlichen Möglichkeiten machen.
	Finanzielle Ziele	Das ganze Thema Kalkulation der Maschine zu einem frühen Zeitpunkt des Projektes, da hätte ich mich im Nachhinein anders aufgestellt. Das ist so der stärkste Punkt, wo ich sage, ja das hat mir im Nachhinein überhaupt nicht gefallen, wie das gelaufen ist. Weil wirklich aus heiterem Himmel waren die Zielkosten komplett daneben und wir waren auch kurz davor dann das Projekt zu stoppen.

Tabelle A-2: Ankerbeispiele für das Handlungssystem auf organisatorischer Ebene

Kategorie	Sub-Kategorie	Ankerbeispiel
Organisatorische Aufstellung	Schnittstellenmanagement	Und da sind so viele zusätzliche Schnittstellen generiert, ja, dass es da zwangsläufig immer zu Problemen kommt. Und bei der Systementwicklung auch, man hat die alte, große Systementwicklungsabteilung, über die letzte Umorganisation in zwei Teile getrennt.
	Räumliche Verteilung	Und das hat uns wirklich stark geholfen und das ist auch eigentlich das, was ich aus anderen Entwicklungsprojekten jetzt bei uns höre, dass das Thema Projektraum von entscheidendem Vorteil war.
	Disziplinarische Verflechtung	Als Projektleiter lebt man natürlich in der Matrix-Struktur, aber kämpft die ganze Zeit gegen die Linien-Struktur.
Wissensmanagement		Ich habe auch schon immer festgestellt, dass es gerade bei der Projektreflexion immer ähnliche Themen gibt. Sogar zwischen Hämmern und Winkelschleifern kann man da ganz oft ähnliche Themen entdecken.
Projektübergreifende Ressourcenplanung	Steuerung und Kontrolle	Terminplan generell, ist glaube ich teambekannt, aber dass es sehr viele einzelne Personen gibt, die Ressourcen verplanen und diese einzelnen Termine sind untereinander nicht abgestimmt. Ich glaube, dass ist eher das Thema.
	Priorisierung	Alle stecken noch in vielen Vorgängerprojekten fest. Es gibt viele Abteilungen die gleichzeitig mehrere Projekte bedienen. Und man kommt als Projektleiter mit einer neuen Idee und will Antworten die in 2 Jahren in Serie gehen sollen. Und damit ist man in der Priorität sehr weit unten.
Engineering		Wir haben hier mittlerweile Tools wie ein 3D-Drucker, wie Simulationstools. Das heißt, wir können die Konzepte auch simulieren, so, dass ist einerseits für die Vorstellungskraft, wenn es aus dem 3D-Drucker kommt dann kann man was in den Händen halten und anschließend testen.
Projektmanagement		Also an Tools – wir haben ja jetzt den PE Prozess, da gibt es ja diverse Tools. Die haben sich ja auch in der Zeit stark weiterentwickelt. Die halte ich eigentlich für sehr positiv. Einfach um als Projektleiter einen gewissen Leitfaden zu haben.
Kompetenzen & Fähigkeiten		Ich brauch diese guten Leute, ich brauch Leute die einen Systemüberblick haben, die wissen, wenn ich an der Schraube drehe, was passiert am anderen Ende mit dem Ventil. Ja? Und davon haben wir einfach zu wenig.
Teamzusammensetzung	Interdisziplinarität & Crossfunktionalität	Und das war für mich eine der entscheidendsten Schritte im ganzen Projekt, dass wir von Anfang an die Abteilungen, die später das Produkt nach außen vertreten, mit in das Boot genommen haben.
	Konsistenz	Ja die Leute die das Vorgängermodell entwickelt haben sind auch wieder jetzt dabei. Also Fluktuationsrate ist kaum vorhanden.
Motivation		Meine Erfahrung ist, dass wenn Sie Mitarbeiter haben, die Motiviert sind haben Sie einen höheren Wert wie mit Entwickler mit geringer Motivation und hoher Erfahrung. Das ist auch meine Aufgabe die Motivation hoch zu halten.
Kultur & Mindset		Und diese Themen und dieses Vertrauen, jetzt ja auch mehr und mehr im internationalen Entwicklungsprozess - da dieses Vertrauen unter die Kollegen zu kriegen ist eigentlich ein Hauptkriterium, denke ich mal. Vertrauen in die Zusammenarbeit zu haben.
Supportprozesse		Standardprozesse. Wir haben, ich bin ja ein bisschen verschrien, weil ich mich immer mörderisch aufrege über irgendwelche Standardprozesse, die nicht funktionieren. Ganz einfache Sachen. Bestellen von Teilen, Versenden von Teilen, Verpacken von Sachen, Entgegennehmen von Sachen.
Stakeholder Unterstützung	Management Unterstützung	Wir haben ein Target Control Meeting - das Target Control Meeting wird aber von den Entwicklungsleitern sehr ernst genommen, und gelegentlich kommt unser GP dazu. Und wenn mal Themen sind, und wir was wirklich Richtung GP eskalieren müssen, er ist ehemaliger Entwickler, der nimmt sich dann auch die Zeit, der probiert die Sachen auch zu verstehen, und der probiert da halt auch ganz offen mit uns Lösungsoptionen zu diskutieren, und die Beste zu finden.
	Stakeholder Unterstützung	Und dass man halt dann von den beteiligten Gruppenleitern oder Verantwortlichen dann das Commitment auch schon früh einholt. Dass die sich dann auch dazu bekennen und jetzt nicht nur vielleicht die Mitarbeiter mal abstellen.

Tabelle A-3: Ankerbeispiele für das Handlungssystem auf Projektebene

Kategorie	Sub-Kategorie	Ankerbeispiel
Transparenz	Metriken & Darstellung	Ich sage mal, mehr Transparenz hilft, wenn der entsprechende Fokus auch mit dabei ist. Was ich teilweise erlebe ist, wenn jetzt zu viel Transparenz da ist, können auch einige Kollegen da einfach erschlagen werden, von den ganzen Problemen, die denn da sind.
	Ziele & Verantwortlichkeiten	Also dass wirklich klar ist, wer ist für was verantwortlich und für was nicht verantwortlich. Aus der Historie hatte ich das mal gehabt, dass es nicht richtig klar war.
Entscheidungsfindung	Reviewsystem	Also die systematischen Design-Reviews haben sicher auch dazu beigetragen, dass man gesehen hat "Ah ja, da müssen wir noch einmal angreifen" oder "Diese Schnittstelle stimmt jetzt oder passt noch nicht so."
	Empowerment	Wenn das Team der eigene Unternehmer wäre und da niemand mehr fragen müsste außerhalb des Teams – würden schon manche Dinge auch noch schneller gehen. Ganz klar.
Feedbackschleifen	Interne Schleifen	Also das beste Beispiel, was ich eigentlich nur sagen kann, ist das mit dieser Software-Geschichte. Dass wir im Prinzip da schon sehr viel Vorarbeit geleistet haben mit den CAD-Modellen und mit der Industrial Physics, wo wir diese Simulation gemacht hatten und eigentlich so die Tests schon machen konnten, bevor die Maschine gebaut wurde.
	Externe Schleifen	Wenn wir wirklich sequentiell arbeiten könnten wäre das optimal. Wir sind immer begrenzt durch die Variantenmatrix. Wir bestellen Teile - dann nehmen wir das Beste. Wir können keine weitere Schleife da wir dann beim nächsten Meilenstein unser Design einfrieren müssen. Diese Geschwindigkeit bei der Fertigung fehlt uns.
	Schnittstellensynchronisation	Ob man dann immer in dem gleichen Rhythmus läuft, oder man sagt, man macht es nicht alle drei Wochen, sondern nur alle sechs Wochen, was ja auch schon deutlich schneller wäre als früher, muss man diskutieren.
Ressourcenplanung im Projekt	Steuerung und Verteilung der Arbeitspakete	Wir haben einen Backlog gehabt oder wir haben einen Backlog. Das ist ein Aufgabenpool, wo quasi Arbeiten drin sind, die noch abzuarbeiten sind. Und wir haben eine Sprintplanung alle zwei Wochen. Da planen wir jeden einzelnen Mitarbeiter ein, was er denn in den zwei Wochen zu tun hat.
	Kapazitätsplanung	Also Schlüssel ist der richtige Mitarbeiter als Multiplikator, der dem Projekt zu 100% zugeordnet ist. Man braucht einen aus der jeweiligen Domäne der auch einen entsprechenden Durchgriff hat. Das ist zwingend.
Kommunikation		Wir versuchen jetzt relativ viel auch dann wirklich über Video-Konferenzen zumindest zu machen, weil es eine bessere Präsenz hat. Also was jetzt so Meetings angeht wie wenn man es nur über Telefon-Konferenzen macht. Aber trotzdem, es ist nicht einfach.

Tabelle A-4: Ankerbeispiele für das Prozesssystem

Kategorie	Sub-Kategorie	Ankerbeispiel
Frühzeitige Risikoreduzierung	Projektstart	Man muss dann, wenn man richtig losgeht, sehen, dass man alle in einen Raum sperrt und ein richtiges Kick-Off macht. Wir haben ja heute diese PIA, diese Project Initiation Acceleration Workshops.
	Modellierung des Zielraumes	Wo ich aber am meisten Potential noch sehe, ist aber wirklich diese Interaktion in der frühen Phase. Dass wir da noch früher prüfen könnten, ja, wie solide ist so ein Designkonzept, wie solide kriegen wir das technisch realisiert?
Aktivitätenplanung	Synchronisation	Wie weit ist eigentlich Vertrieb und Marketing schon so mit ihren Aktivitäten eigentlich zu unserem Projekt. Das ist für uns auch oft so eine Blackbox und wir stellen aber schon immer wieder fest, dass wir da Schwächen haben.
	Sequenzierung	Dann habe ich die Aufbauphasen und die Designphasen davor und die Validierungsphasen. Wann brauche ich eigentlich eine Software - diese gesamte Verschachtelung zu verstehen wird meistens in der frühen Phase vernachlässigt und nicht berücksichtigt.
Anpassungsfähigkeit	Flexibilität	Wir müssen den PEP so interpretieren wie wir es brauchen. Die wichtigen Aufgaben vom PEP muss man machen. Weil wir müssen regelmäßig wissen wo wir stehen.
	Variantenmanagement	Ich würde die Variantenvielfalt in das Spiel bringen. Das Projekt muss händelbar sein. Es sollen nicht so viele Untervarianten entstehen. Wir haben eben meistens Steuerungen, wir können verschiedene Maschinenbauausprägungen haben, wir können Fenster variieren und auch in dem Dekorationsgrad. Wir können verschiedene Drehzahlklassen haben. Das wird dann auch vom Maschinenbau eingestellt. Wir können auch unterschiedliche Gehäusefarben haben. Aus diesen Faktoren können Sie viele Varianten haben. Und da muss man darauf achten dass das handhabbar ist.
Kundenorientierung	Kundenauswahl	Die Kundenlandschaft ist sehr weit spreizend. Es gibt Kunden die sehen einen als Entwicklungspartner. Die haben eine offene Kommunikationskultur. Und da hilft es auch wenn man eine enge Zusammenarbeit hat und Feedback bekommt. Es gibt aber auch Kunden die sagen warum stellt ihr so fragen.
	Kundensicht generieren	Man muss den Kunden auch gut vorbereiten. In die Richtung was hat man selber für eine Vision. Nur zum Kunden zu gehen und fragen was er will reicht nicht.
	Kundenintegration	Und da ist halt, auf der Hardwareseite tut sich dann halt nicht so viel in der Zeit, aber ich kann halt durch zugeschaltete Funktionalitäten, die ich nach und nach aufbaue da oben recht schnell werden, mit dem Kunden in Interaktion treten. Wichtig allerdings dabei ist auch, der Kunde muss mitmachen.
Zusammenarbeit mit Zulieferern	Auswahl	In der Beschaffung wurde eine Entscheidung getroffen, ein Modul an einen neuen Modullieferanten zu geben. Und das war ein grober Fehler.
	Zusammenarbeit	Ja eben der Erfahrungsaustausch. Man muss ganz offen mit denen umgehen. Nicht so ein Geheimnis daraus machen - man muss natürlich auch die Vertraulichkeit beachten. Aber ganz offen mit ihm umgehen und technische Lösungen erarbeiten.

A.2 Netzwerkanalyse

Wirkung von ↓ auf →

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ΣA
1 Strategie	0	3	3	1,75	1	2,5	1	3	2	2,75	2,25	1,5	0,25	2	1	0	2	0	1	1,75	1,75	33,5
2 Marktorientierung	2	0	3	0,75	0,25	0,75	0	1,25	1	1,75	1,5	0,75	0,25	1,5	0,5	0,5	1,25	1	1,5	3	1	23,5
3 Produktkonzept	0,5	0,75	0	1,5	0	1,5	0,75	0,75	2,5	1	0	0	0,25	0,75	1,75	0	0,75	1,5	0,25	1,25	1,25	17
4 Organisatorische Aufstellung	0,25	1,75	1,25	0	2,5	2,75	1,25	1,25	2	1,75	1,25	2	1,5	2,5	1,5	2,5	1,5	1,25	2	2	0,75	33,5
5 Wissensmanagement	1	1	1,5	0	0	0,5	2,25	2,75	1	1	0,75	0,75	1,5	1,5	1,25	1	1,5	1,5	1	1	1	23,75
6 Projektübergreif. Ressourcenpla.	0,5	1,25	0,75	1,75	0,75	0	1	0,75	2,25	1,75	1	0,75	1	1,5	1,75	3	2	2,5	1,5	1	0,75	27,5
7 Methoden & Tools	0	1	0,25	0	2,5	1,5	0	0	0,5	1,5	0,75	0,75	2,25	1,75	1,75	1	0,75	1,25	0,5	1,25	0,5	19,75
8 Kompetenzen & Fähigkeiten	2,5	1,25	1,75	1,25	2,5	1,25	2	0	2,5	2	0,5	1,5	1	1,75	1,75	0,75	0,75	1,5	1,25	1,25	1,25	30,25
9 Teamzusammensetzung	0	0,5	1	0,25	1,5	1,25	1,5	1,5	0	3	1,75	1,75	2	2,5	1,25	2	0,75	0,5	1,25	1,5	1	26,75
10 Motivation	0	0,5	0,5	0,25	1,75	0,5	0	0,5	0,5	0	1,75	2	1,25	0,5	0,75	0,5	0,25	0	0,25	0,75	0	12,5
11 Kultur	1,25	0,75	0,5	1,25	2	0,75	0,75	1,5	1,75	1,75	0	2,75	2	2,25	1	1	1	1	1,75	2	1	28
12 Management Unterstützung	0,25	0,75	2	1,5	2	2	1,5	1,75	2,25	3	3	0	2	2,25	1,5	2	1,5	0,75	1,75	1,75	1	34,5
13 Transparenz & Kommunikation	0	0,5	0,75	0,5	2,25	0,75	0,5	0,75	0	1,5	1,5	0,75	0	2,5	1,75	1,25	0,5	1,5	1,75	1,25	1	21,25
14 Entscheidungsfindung	0	1,25	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0	0	1,5	1	0,75	0,5	0	2,5	0,5	0,25	1,25	2	1,25	0,25	14,75
15 Feedbackschleifen	0	1,75	1,75	0	0,5	1,25	0,25	0,25	0	1,5	1,25	0,5	0,25	0,75	0	1,5	1,25	2	2,25	2	0,75	18,75
16 Ressourcenplanung im Projekt	0	0	0	0,5	1	2,75	0,5	0,5	0,5	2	0,75	0,75	0,75	1,25	1	0	1,25	1,75	1,5	0,75	0,5	18
17 Frühzeitige Risikoreduzierung	0,25	1,25	2,5	0,75	1,5	1,5	1,5	0,75	1	1,25	0,75	0,5	0,75	2,75	2,25	1,75	0	2	2,5	1,5	1,75	28,75
18 Aktivitätenplanung	0	0	0,25	0,5	0,25	2	0,75	0	1,25	1,75	0,75	0,25	1,5	1	1,75	2,25	1,5	0	1,5	1,75	1,25	20,25
19 Anpassungsfähigkeit	0	2	0,75	0,75	0,25	1	0,25	0,5	0	1,5	0,5	0	0	2	1,75	1,75	0,75	1,75	0	2	1	18,5
20 Kundenorientierung	1,75	2,75	2	1,25	0,5	1,25	0,75	1	1,25	2	1,25	1,75	0,75	1	1,25	1	1,5	1,75	1,75	0	0,25	26,75
21 Zulieferintegration	0	0,25	1,5	0,5	1	0,75	0,25	1	1	0,75	0,75	0,5	0,75	0,25	1	1,25	1,25	1,25	1	0	0	14,5
ΣP	10,25	22,25	25,5	15,5	24,25	26,75	17	19,75	23,25	35	22	20,5	20,25	32,75	28,25	25,25	22,25	26	28,25	29	18	

Abbildung A-1: Abhängigkeitsmatrix im Durchschnitt

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 Strategie	0,047	0,172	0,185	0,113	0,121	0,169	0,095	0,159	0,213	0,149	0,127	0,087	0,181	0,142	0,100	0,142	0,106	0,140	0,165	0,119	
2 Marktorientierung	0,088	0,066	0,155	0,068	0,068	0,094	0,045	0,088	0,095	0,145	0,103	0,080	0,060	0,128	0,094	0,082	0,096	0,101	0,120	0,164	0,077
3 Produktkonzept	0,033	0,066	0,049	0,072	0,046	0,094	0,054	0,057	0,114	0,098	0,044	0,042	0,048	0,084	0,106	0,055	0,066	0,096	0,065	0,093	0,070
4 Organisatorische Aufstellung	0,047	0,133	0,127	0,059	0,157	0,174	0,099	0,106	0,139	0,182	0,119	0,133	0,120	0,191	0,154	0,171	0,126	0,141	0,167	0,167	0,087
5 Wissensmanagement	0,058	0,088	0,109	0,042	0,064	0,084	0,109	0,125	0,088	0,122	0,079	0,075	0,097	0,128	0,116	0,096	0,100	0,116	0,105	0,107	0,077
6 Projektübergreif. Ressourcenpla.	0,043	0,101	0,095	0,094	0,093	0,084	0,079	0,076	0,129	0,158	0,095	0,085	0,092	0,141	0,140	0,167	0,124	0,154	0,134	0,120	0,075
7 Methoden & Tools	0,022	0,075	0,060	0,032	0,119	0,095	0,035	0,040	0,058	0,116	0,069	0,065	0,107	0,117	0,113	0,085	0,069	0,096	0,079	0,098	0,051
8 Kompetenzen & Fähigkeiten	0,105	0,114	0,137	0,088	0,150	0,126	0,115	0,069	0,148	0,178	0,093	0,114	0,100	0,159	0,150	0,110	0,099	0,133	0,133	0,137	0,097
9 Teamzusammensetzung	0,030	0,078	0,097	0,052	0,113	0,109	0,090	0,095	0,063	0,185	0,115	0,111	0,118	0,162	0,122	0,131	0,084	0,095	0,120	0,126	0,077
10 Motivation	0,018	0,048	0,053	0,032	0,087	0,053	0,028	0,047	0,050	0,055	0,085	0,090	0,069	0,065	0,066	0,055	0,042	0,042	0,053	0,067	0,028
11 Kultur	0,069	0,096	0,097	0,086	0,134	0,106	0,078	0,106	0,122	0,165	0,076	0,146	0,124	0,169	0,125	0,114	0,100	0,116	0,145	0,152	0,086
12 Management Unterstützung	0,047	0,106	0,147	0,101	0,149	0,154	0,107	0,121	0,148	0,217	0,168	0,084	0,137	0,187	0,156	0,157	0,126	0,127	0,161	0,161	0,095
13 Transparenz & Kommunikation	0,024	0,066	0,076	0,048	0,114	0,079	0,052	0,063	0,049	0,120	0,091	0,068	0,046	0,141	0,117	0,095	0,065	0,107	0,117	0,103	0,068
14 Entscheidungsfindung	0,017	0,073	0,055	0,039	0,042	0,049	0,030	0,028	0,033	0,098	0,063	0,054	0,045	0,049	0,116	0,057	0,043	0,080	0,104	0,086	0,035
15 Feedbackschleifen	0,022	0,095	0,099	0,033	0,055	0,089	0,038	0,042	0,045	0,112	0,050	0,053	0,045	0,083	0,060	0,095	0,081	0,114	0,121	0,116	0,057
16 Ressourcenplanung im Projekt	0,019	0,045	0,047	0,045	0,075	0,128	0,048	0,049	0,058	0,126	0,065	0,062	0,064	0,099	0,089	0,058	0,081	0,106	0,102	0,080	0,049
17 Frühzeitige Risikoreduzierung	0,037	0,104	0,143	0,068	0,108	0,121	0,090	0,074	0,094	0,140	0,084	0,073	0,081	0,170	0,154	0,129	0,068	0,142	0,158	0,132	0,102
18 Aktivitätenplanung	0,019	0,049	0,059	0,047	0,058	0,114	0,055	0,038	0,080	0,125	0,069	0,053	0,086	0,098	0,114	0,124	0,091	0,064	0,108	0,112	0,072
19 Anpassungsfähigkeit	0,022	0,101	0,071	0,052	0,049	0,081	0,037	0,048	0,043	0,111	0,057	0,041	0,038	0,115	0,107	0,101	0,066	0,105	0,060	0,116	0,062
20 Kundenorientierung	0,083	0,147	0,137	0,086	0,086	0,118	0,072	0,088	0,108	0,166	0,106	0,114	0,084	0,129	0,126	0,109	0,112	0,132	0,139	0,096	0,064
21 Zuliefererintegration	0,016	0,042	0,081	0,040	0,067	0,065	0,036	0,059	0,067	0,079	0,056	0,054	0,049	0,075	0,057	0,073	0,071	0,081	0,076	0,049	0,030

Abbildung A-2: Totale Abhängigkeitsmatrix T

A.3 Quantitative Studie

Tabelle A-5: Test auf Normalverteilung

Konstrukt	Indikator	Min.	Max.	Mean	S.d.	Skewness	Kurtosis
Interne Perspektive	Zeit	1	7	4,62	1.664	-0,389	-0,843
	Budget	1	7	4,6	1.680	-0,339	-0,903
Kundenperspektive	Funktionalität	2	7	5,6	1.205	-1.280	1.436
	Qualität	1	7	5,5	1.180	-1.064	1.109
	Kundenzufriedenheit	1	7	5,46	1.093	-0,993	1.320
Finanzielle Perspektive	Umsatz	1	7	4,98	1.572	-0,716	-0,08
	Profit	1	7	4,69	1.655	-0,574	-0,431
Organisationsperspektive	Kompetenz	2	7	5,49	1.132	-0,835	0,622
	Zusammenarbeit	2	7	5,6	1.221	-0,913	0,349
	Teamzufriedenheit	1	7	5,04	1.413	-0,672	-0,269
Strategische Ausrichtung	StrAus1	1	7	4,99	1.652	-0,724	-0,337
	StrAus2	1	7	4,6	1.459	-0,458	-0,399
	StrAus3	1	7	5,1	1.425	-0,772	0,107
	StrAus4	1	7	4,98	1.479	-0,531	-0,502
Projektübergreifende Ressourcenplanung	ReMa1	1	7	3,8	1.747	0,097	-1.010
	ReMa2	1	7	2,89	1.712	0,817	-0,299
	ReMa3	1	7	3,73	1.733	0,17	-1.032
	ReMa4	1	7	3,66	1.671	0,135	-0,961
Organisatorische Aufstellung	OrSet1	1	7	4,06	1.370	-0,055	-0,794
	OrSet2	1	7	4,12	1.396	-0,073	-0,724
	OrSet3	1	7	4,62	1.574	-0,361	-0,83
	OrSet4	1	7	4,64	1.355	-0,43	-0,505
	OrSet5	1	7	3,24	1.638	0,48	-0,679
Führung	Leader1	1	7	5,23	1.325	-0,864	0,476
	Leader2	1	7	4,42	1.515	-0,298	-0,606
	Leader3	1	7	4,38	1.610	-0,318	-0,803
Frühzeitige Risikoreduzierung	Front1	1	7	4,29	1.614	-0,219	-0,821
	Front2	1	7	5,03	1.346	-0,659	0,145
	Front3	1	7	4,47	1.431	-0,26	-0,567
Projektorganisation	ProjCo1	1	7	3,76	1.710	0,163	-1.100
	ProjCo2	1	7	4,39	1.605	-0,319	-0,84
	ProjCo3	1	7	4,27	1.680	-0,246	-0,95
	ProjCo4	1	7	4,76	1.462	-0,488	-0,502
Teamzusammensetzung	XFunc1	1	7	5,55	1.369	-1.070	0,819
	XFunc2	1	7	5,31	1.554	-1.004	0,333
Marktorientierung	MaOr1	1	7	4,24	1.552	-0,281	-0,779
	MaOr2	1	7	4,59	1.491	-0,462	-0,526
	MaOr3	1	7	4,59	1.483	-0,415	-0,463
Systemarchitektur	SysAr1	1	7	4,93	1.295	-0,514	-0,046
	SysAr2	1	7	5,02	1.298	-0,506	-0,235
	SysAr3	1	7	5,26	1.299	-0,783	0,272
Kundenintegration	CuOr1	1	7	4,64	1.572	-0,396	-0,638
	CuOr2	1	7	4,76	1.526	-0,455	-0,491
	CuOr3	1	7	4,74	1.873	-0,535	-0,875
Zuliefererintegration	Suppl1	1	7	4,1	1.881	-0,132	-1.145
	Suppl2	1	7	4,32	1.697	-0,349	-0,719
	Suppl3	1	7	3,96	1.817	-0,164	-1.032
Arbeitsfluss	Flow1	1	7	2,48	1.746	1.084	-0,004
	Flow2	1	7	4,11	1.685	-0,178	-1.045
	Flow3	1	7	3,28	1.577	0,332	-0,803
	Flow4	1	7	4,32	1.532	-0,257	-0,655

Feedbackschleifen	Iteration1	1	7	4,54	1.760	-0,512	-0,655
	Iteration2	1	7	4,61	1.602	-0,43	-0,637
	Iteration3	1	7	4,5	1.495	-0,329	-0,461
	Iteration4	1	7	4,49	1.370	-0,348	-0,227
Entscheidungsfindung	Decision1	1	7	4,54	1.500	-0,436	-0,648
	Decision2	1	7	4,65	1.460	-0,474	-0,513
	Decision3	1	7	4,71	1.351	-0,45	-0,578
Flexibilität	Flex1	1	7	4,12	1.522	-0,146	-0,941
	Flex2	1	7	4,55	1.460	-0,366	-0,562
	Flex3	1	7	4,11	1.575	-0,291	-0,926
Team-Mindset	TeamMot1	2	7	6,14	1.061	-1.581	2.885
	TeamMot2	2	7	5,9	1.163	-1.221	1.371
	TeamMot3	1	7	5,48	1.390	-0,842	0,117
Neuheitsgrad	NeuPro	1	7	4,44	1.470	-0,401	-0,213
	NeuTech	1	7	4,47	1.454	-0,201	-0,613
	NeuMarkt	1	7	3,77	1.882	0,189	-1.195
Anforderungsvolatilität	Vola1	1	7	4,69	1.603	-0,324	-0,836
	Vola2	1	7	4,03	1.643	0,115	-0,977
	Vola3	1	7	4,16	1.660	-0,123	-0,917
Produktkomplexität	Komplex1	1	7	5,12	1.677	-0,732	-0,396
	Komplex2	1	7	5,54	1.435	-1.227	1.350
	Komplex3	1	7	5,32	1.475	-0,924	0,337

Tabelle A-6: *Non-Response Bias* zwischen Früh- und Spätantworter

	Levene's Test		t-Test für die Gleichheit des Durchschnitts							
	F	Sig.	t	d.f.	Sig. 2 tailed	Diff. Mean	Std. Err.	Lower	Upper	
Team-Mindset	*	0,911	0,342	-0,736	128	0,463	-0,14	0,19	-0,51	0,23
	**			-0,736	124.970	0,463	-0,14	0,19	-0,51	0,23
Systemarchitektur	*	0,252	0,616	0,727	128	0,468	0,11	0,15	-0,19	0,41
	**			0,727	127.754	0,468	0,11	0,15	-0,19	0,41
Marktorientierung	*	2.849	0,094	1.034	128	0,303	0,18	0,18	-0,17	0,53
	**			1.034	124.368	0,303	0,18	0,18	-0,17	0,53
Projektorganisation	*	0,134	0,715	0,377	128	0,707	0,06	0,17	-0,27	0,40
	**			0,377	127.965	0,707	0,06	0,17	-0,27	0,40
Teamzusammensetzung	*	7.459	0,007	-1.470	128	0,144	-0,22	0,15	-0,52	0,08
	**			-1.470	119.230	0,144	-0,22	0,15	-0,52	0,08
Zuliefererintegration	*	7.331	0,008	-0,878	128	0,381	-0,15	0,17	-0,48	0,18
	**			-0,878	119.328	0,381	-0,15	0,17	-0,48	0,18
Kundenintegration	*	0,771	0,381	0,514	128	0,608	0,08	0,16	-0,24	0,40
	**			0,514	127.274	0,608	0,08	0,16	-0,24	0,40
Flexibilität	*	1.157	0,284	1.132	128	0,26	0,17	0,15	-0,13	0,47
	**			1.132	125.227	0,26	0,17	0,15	-0,13	0,47
Frühzeitige Risikoreduzierung	*	0,059	0,809	1.261	128	0,21	0,21	0,17	-0,12	0,54
	**			1.261	127.980	0,21	0,21	0,17	-0,12	0,54
Entscheidungsfindung	*	0,016	0,899	0,714	128	0,476	0,12	0,17	-0,22	0,46
	**			0,714	127.317	0,476	0,12	0,17	-0,22	0,46
Feedbackschleifen	*	2.802	0,097	-0,5	128	0,618	-0,08	0,16	-0,40	0,24
	**			-0,5	123.717	0,618	-0,08	0,16	-0,40	0,24
Arbeitsfluss	*	0,01	0,922	0,822	128	0,413	0,14	0,17	-0,19	0,47
	**			0,822	127.909	0,413	0,14	0,17	-0,19	0,47
Strategische Ausrichtung	*	0,672	0,414	1.115	128	0,267	0,23	0,20	-0,18	0,63
	**			1.115	126.556	0,267	0,23	0,20	-0,18	0,63
Projektübergreifende Ressourcenplanung	*	0,02	0,888	-0,398	128	0,691	-0,09	0,23	-0,54	0,36
	**			-0,398	128.000	0,691	-0,09	0,23	-0,54	0,36
Organisatorische Aufstellung	*	2.262	0,135	-0,151	128	0,881	-0,03	0,21	-0,44	0,38
	**			-0,151	123.845	0,881	-0,03	0,21	-0,44	0,38
Führungsverhalten	*	0,092	0,762	0,236	128	0,814	0,06	0,25	-0,44	0,56
	**			0,236	127.785	0,814	0,06	0,25	-0,44	0,56
Kundenperspektive	*	0,482	0,489	-0,122	128	0,903	-0,02	0,16	-0,34	0,30
	**			-0,122	127.174	0,903	-0,02	0,16	-0,34	0,30
Finanzielle Perspektive	*	0,065	0,799	0,595	128	0,553	0,09	0,16	-0,22	0,40
	**			0,595	127.689	0,553	0,09	0,16	-0,22	0,40
Organisationsperspektive	*	0,002	0,964	0,705	128	0,482	0,12	0,18	-0,22	0,47
	**			0,705	127.168	0,482	0,12	0,18	-0,22	0,47
Interne Perspektive	*	1.550	0,215	-0,129	128	0,898	-0,03	0,24	-0,50	0,44
	**			-0,129	126.906	0,898	-0,03	0,24	-0,50	0,44

* Annahme gleiche Varianzen, ** Annahme ungleiche Varianzen

Tabelle A-7: Informant Bias: Automotive vs. Non-Automotive

	Levene's Test		t-Test für die Gleichheit des Durchschnitts							
	F	Sig.	t	d.f.	Sig. 2 tailed	Diff. Mean	Std. Err.	Lower	Upper	
Team-Mindset	*	2.714	0,1	3.675	325	0	0,39	0,11	0,18	0,60
	**			3.556	219.935	0	0,39	0,11	0,17	0,61
Systemarchitektur	*	2.097	0,149	1.308	325	0,192	0,14	0,11	-0,07	0,35
	**			1.347	264.288	0,179	0,14	0,10	-0,06	0,34
Marktorientierung	*	1.518	0,219	1.518	325	0,13	0,17	0,11	-0,05	0,39
	**			1.488	228.630	0,138	0,17	0,12	-0,06	0,40
Projektorganisation	*	0	0,985	-0,605	325	0,546	-0,07	0,11	-0,28	0,15
	**			-0,604	242.099	0,546	-0,07	0,11	-0,28	0,15
Teamzusammensetzung	*	0,291	0,59	2.758	325	0,006	0,28	0,10	0,08	0,47
	**			2.748	240.098	0,006	0,28	0,10	0,08	0,47
Zuliefererintegration	*	1.654	0,199	1.472	325	0,142	0,16	0,11	-0,05	0,38
	**			1.444	229.322	0,15	0,16	0,11	-0,06	0,38
Kundenintegration	*	0,424	0,516	4.833	325	0	0,49	0,10	0,29	0,69
	**			4.799	237.863	0	0,49	0,10	0,29	0,69
Flexibilität	*	1.051	0,306	1.027	325	0,305	0,11	0,10	-0,10	0,31
	**			1.007	228.664	0,315	0,11	0,11	-0,10	0,31
Frühzeitige Risikoreduzierung	*	1.485	0,224	-0,728	325	0,467	-0,08	0,11	-0,29	0,13
	**			-0,746	260.917	0,456	-0,08	0,10	-0,28	0,13
Entscheidungsfindung	*	0,073	0,787	2.141	325	0,033	0,23	0,11	0,02	0,44
	**			2.116	234.486	0,035	0,23	0,11	0,02	0,44
Feedbackschleifen	*	0,205	0,651	-0,229	325	0,819	-0,02	0,11	-0,24	0,19
	**			-0,231	247.262	0,818	-0,02	0,11	-0,24	0,19
Arbeitsfluss	*	0,722	0,396	-0,344	325	0,731	-0,04	0,11	-0,24	0,17
	**			-0,338	230.016	0,736	-0,04	0,11	-0,25	0,18
Strategische Ausrichtung	*	0,079	0,779	2.157	325	0,032	0,28	0,13	0,02	0,54
	**			2.145	238.682	0,033	0,28	0,13	0,02	0,54
Projektübergreifende Ressourcenplanung	*	3.614	0,058	-0,368	325	0,713	-0,05	0,15	-0,34	0,23
	**			-0,357	223.225	0,721	-0,05	0,15	-0,35	0,24
Organisatorische Aufstellung	*	0,132	0,717	0,367	325	0,714	0,05	0,13	-0,21	0,30
	**			0,364	235.928	0,716	0,05	0,13	-0,21	0,31
Führungsverhalten	*	0,182	0,67	1.413	325	0,159	0,23	0,16	-0,09	0,55
	**			1.405	238.917	0,161	0,23	0,16	-0,09	0,55
Kundenperspektive	*	0,022	0,883	-1.402	325	0,162	-0,15	0,10	-0,35	0,06
	**			-1.393	238.288	0,165	-0,15	0,10	-0,35	0,06
Finanzielle Perspektive	*	0,34	0,56	0,301	325	0,763	0,03	0,11	-0,18	0,24
	**			0,301	242.366	0,764	0,03	0,11	-0,18	0,24
Organisationsperspektive	*	1.641	0,201	0,621	325	0,535	0,07	0,11	-0,15	0,30
	**			0,612	232.397	0,541	0,07	0,12	-0,16	0,30
Interne Perspektive	*	2.098	0,148	-0,497	325	0,62	-0,08	0,16	-0,38	0,23
	**			-0,488	230.526	0,626	-0,08	0,16	-0,39	0,23

* Annahme gleiche Varianzen, ** Annahme ungleiche Varianzen

Tabelle A-8: *Informant Bias*: Position im Projekt

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Team-Mindset	Between Groups	0,861	2	0,43	0,48	0,619
	Within Groups	290.391	324	0,896		
	Total	291.252	326			
Systemarchitektur	Between Groups	3.548	2	1.774	2.122	0,121
	Within Groups	270.863	324	0,836		
	Total	274.411	326			
Marktorientierung	Between Groups	4.684	2	2.342	2.433	0,089
	Within Groups	311.869	324	0,963		
	Total	316.553	326			
Projektorganisation	Between Groups	3.359	2	1.679	1.926	0,147
	Within Groups	282.504	324	0,872		
	Total	285.863	326			
Teamzusammensetzung	Between Groups	4.067	2	2.034	2.664	0,071
	Within Groups	247.323	324	0,763		
	Total	251.391	326			
Zuliefererintegration	Between Groups	2.049	2	1.024	1.128	0,325
	Within Groups	294.121	324	0,908		
	Total	296.170	326			
Kundenintegration	Between Groups	4.715	2	2.358	2.858	0,059
	Within Groups	267.324	324	0,825		
	Total	272.040	326			
Flexibilität	Between Groups	0,055	2	0,028	0,034	0,967
	Within Groups	262.051	324	0,809		
	Total	262.106	326			
Frühzeitige Risikoreduzierung	Between Groups	3.716	2	1.858	2.202	0,112
	Within Groups	273.392	324	0,844		
	Total	277.108	326			
Entscheidungsfindung	Between Groups	3.328	2	1.664	1.895	0,152
	Within Groups	284.621	324	0,878		
	Total	287.949	326			
Feedbackschleifen	Between Groups	1.244	2	0,622	0,705	0,495
	Within Groups	285.817	324	0,882		
	Total	287.061	326			
Arbeitsfluss	Between Groups	3.413	2	1.707	2.048	0,131
	Within Groups	270.026	324	0,833		
	Total	273.439	326			
Strategische Ausrichtung	Between Groups	11.544	2	5.772	4.468	0,012
	Within Groups	418.533	324	1.292		
	Total	430.077	326			
Projektübergreifende Ressourcenplanung	Between Groups	9.494	2	4.747	3.032	0,05
	Within Groups	507.327	324	1.566		
	Total	516.821	326			
Organisatorische Aufstellung	Between Groups	4.259	2	2.130	1.673	0,189
	Within Groups	412.478	324	1.273		
	Total	416.737	326			
Führungsverhalten	Between Groups	19.194	2	9.597	4.920	0,008
	Within Groups	632.039	324	1.951		
	Total	651.233	326			
Kundenperspektive	Between Groups	0,163	2	0,081	0,099	0,906
	Within Groups	267.829	324	0,827		
	Total	267.991	326			
	Between Groups	2.940	2	1.470	1.712	0,182

Finanzielle Perspektive	Within Groups	278.143	324	0,858		
	Total	281.083	326			
Organisationsperspektive	Between Groups	0,247	2	0,123	0,125	0,883
	Within Groups	320.874	324	0,99		
	Total	321.121	326			
Interne Perspektive	Between Groups	3.271	2	1.636	0,899	0,408
	Within Groups	589.417	324	1.819		
	Total	592.689	326			

Tabelle A-9: Unrotierte Hauptkomponentenanalyse (Harman-Test)

Komponente	Total Eigenwert	% Varianz	Kumulativ %
1	17.064	22.161	22.161
2	4.357	5.658	27.819
3	3.509	4.557	32.376
4	2.888	3.751	36.127
5	2.626	3.410	39.537
6	2.299	2.986	42.523
7	2.232	2.899	45.422
8	1.982	2.574	47.996
9	1.834	2.382	50.378
10	1.736	2.254	52.632
11	1.660	2.156	54.788
12	1.564	2.031	56.819
13	1.442	1.873	58.691
14	1.360	1.766	60.457
15	1.291	1.677	62.134
16	1.259	1.635	63.769
17	1.180	1.532	65.301
18	1.085	1.409	66.711
19	1.057	1.372	68.083
20	1.026	1.332	69.415

A.3.1 Explorative Faktorenanalyse

Tabelle A-10: Explorative Faktorenanalyse organisatorische Ebene

Item	Komponente			
	1	2	3	4
StrAus1		0,822		
StrAus2		0,751		
StrAus3		0,915		
StrAus4		0,861		
ReMa1	0,738			
ReMa2	0,911			
ReMa3	0,789			
ReMa4	0,724			
OrSet1			0,703	
OrSet2			0,886	
OrSet3			0,782	
OrSet4			0,675	
OrSet5	0,392		0,532	
Leader1				0,806
Leader2				0,792
Leader3				0,71

Extraktionsmethode: Principal Component Analysis.

Rotation: Promax mit Kaiser Normalization.

Rotation konvergierte in 5 Iterationen.

Tabelle A-11: Explorative Faktorenanalyse Projektebene

Item	Komponente											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Front1							0,438				0,595	
Front2											0,759	
Front3											0,653	
ProjCo1	0,614				0,387							
ProjCo2	0,793											
ProjCo3	0,89											
ProjCo4	0,715											
XFunc1												0,791
XFunc2						0,326						0,614
MaOr1							0,892					
MaOr2							0,901					
MaOr3		0,323					0,549					
SysAr1								0,709				
SysAr2								0,88				
SysAr3								0,902				
CuOr1									0,72			
CuOr2									0,839			
CuOr3									0,888			
Suppl1						0,875						
Suppl2						0,905						
Suppl3						0,798						
Flow1					0,323							-0,536
Flow2					0,63							
Flow3					0,905							
Flow4					0,876							
Iteration1				0,717								
Iteration2				0,824								
Iteration3				0,887								
Iteration4				0,567								
Decision1		0,825										
Decision2		0,873										
Decision3		0,763										
Flex1										0,78		
Flex2										0,812		
Flex3										0,578		
TeamMot1			0,876									
TeamMot2			0,904									
TeamMot3			0,838									

Extraktionsmethode: Principal Component Analysis.

Rotation: Promax with Kaiser Normalization.

Rotation konvergierte in 9 Iterationen

Tabelle A-12: Explorative Faktorenanalyse Ergebnisgrößen und Kontextsystem

Item	Komponente						
	1	2	3	4	5	6	7
Termintreue	0,329						0,505
Budgeteinhaltung							0,877
Funktionalität	0,895						
Qualität	0,882						
Kundenzufriedenheit	0,779						
Umsatz						0,904	
Profit						0,868	
Kompetenz			0,392		0,367		
Zusammenarbeit					0,979		
Teamzufriedenheit					0,904		
NeuPro			0,885				
NeuTech			0,877				
NeuMarkt			0,492				
Vola1				0,575			0,313
Vola2				0,885			
Vola3				0,794			
Komplex1		0,645					
Komplex2		0,924					
Komplex3		0,91					

Extraktionsmethode: Principal Component Analysis.

Rotation: Promax with Kaiser Normalization.

Rotation konvergierte in 6 Iterationen

Tabelle A-13: Explorative Faktorenanalyse Ergebnisgrößen und Kontextsystem ohne interne Perspektive

Item	Komponente					
	1	2	3	4	5	6
Funktionalität	0,884					
Qualität	0,871					
Kundenzufriedenheit	0,771					
Umsatz						0,902
Profit						0,883
Kompetenz			0,388	0,387		
Zusammenarbeit			0,967			
Teamzufriedenheit			0,919			
NeuPro				0,84		
NeuTech				0,863		
NeuMarkt				0,526		
Vola1					0,585	
Vola2					0,835	
Vola3					0,759	
Komplex1		0,658				
Komplex2		0,918				
Komplex3		0,893				

Extraktionsmethode: Principal Component Analysis.

Rotation: Promax with Kaiser Normalization.

Rotation konvergierte in 6 Iterationen

A.3.2 Prüfung auf Mediation

Tabelle A-14: Prüfung auf Mediation

Unabhängige Variable	Mediierende Variable	Abhängige Variable	p-Wert
Entwicklungsorientierung	Marktorientierung	Finanzielle Perspektive	***
		Kundenperspektive	***
	Systemarchitektur	Organisationsperspektive	***
		Organisationsperspektive	**
	Arbeitsfluss	Organisationsperspektive	*
		Kundenperspektive	*
	Feedbackschleifen	Interne Perspektive	***
		Interne Perspektive	*
	Frühzeitige Risikoreduzierung	Finanzielle Perspektive	**
		Organisationsperspektive	*
		Interne Perspektive	***
	Flexibilität	Organisationsperspektive	**
		Interne Perspektive	*
	Projektorganisation	Organisationsperspektive	**
		Interne Perspektive	*
		Kundenperspektive	**
Teamzusammensetzung	Organisationsperspektive	**	
	Finanzielle Perspektive	*	
Motivation & Mindset	Organisationsperspektive	***	

* $p \leq 0,05$

** $p \leq 0,01$

*** $p \leq 0,001$

A.3.3 Multigruppenanalyse

Tabelle A- 15: Konfigurale und metrische Invarianz bei der Mehrgruppenanalyse

Modell	Configural invariance				Metric invariance		
	$\chi^2/d.f.$	RMSEA	CFI	SRMR	$\Delta\chi^2$	d.f.	Sig
<u>Neuheitsgrad</u>							
Zielsystem Produkt	932/596	0,038	0,93	0,065	19	27	0,86
Projektteam	1194/744	0,043	0,92	0,067	33	30	0,32
Arbeitsstil	1208/744	0,044	0,91	0,066	39	30	0,13
Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner	1381/908	0,04	0,91	0,067	27	33	0,75
Organisatorische Ebene	527/348	0,04	0,95	0,062	13	21	0,9
<u>Volatilität</u>							
Zielsystem Produkt	947/596	0,043	0,92	0,07	31	27	0,26
Projektteam	1308/742	0,048	0,9	0,066	38	30	0,14
Arbeitsstil	1243/746	0,045	0,9	0,07	37	30	0,18
Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner	1357/902	0,039	0,91	0,065	33	44	0,10
Organisatorische Ebene	592/350	0,046	0,93	0,064	27	21	0,16
<u>Strukturelle Komplexität</u>							
Zielsystem Produkt	958/594	0,043	0,92	0,072	36	27	0,11
Projektteam	1197/742	0,043	0,91	0,066	40	30	0,11
Arbeitsstil	1152/744	0,041	0,92	0,06	36	30	0,21
Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner	1367/906	0,04	0,91	0,067	43	33	0,11
Organisatorische Ebene	525/348	0,04	0,95	0,063	21	21	0,44
<u>Organisatorische Komplexität</u>							
Zielsystem Produkt	900/596	0,04	0,93	0,074	25	27	0,57
Projektteam	1233/742	0,045	0,9	0,078	38	30	0,14
Arbeitsstil	1168/744	0,042	0,92	0,08	39	30	0,12
Prozessgestaltung & Einbindung externer Partner	1419/908	0,042	0,9	0,071	42	33	0,14
Organisatorische Ebene	538/350	0,041	0,95	0,069	27	21	0,15